

**CARACTERIZACIÓN DE LA ARGUMENTACIÓN EN CIENCIAS MEDIADA
DESDE UNA CUESTIÓN SOCIOCIENTÍFICA SOBRE LA CONTAMINACIÓN
HÍDRICA DE ARROYO GRANDE**

**NIDIAN JULIETH AMERICA SONZA
LAURA CAMILA PARRADO JIMENEZ**

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
LICENCIATURA EN QUÍMICA**

2023

**CARACTERIZACIÓN DE LA ARGUMENTACIÓN EN CIENCIAS MEDIADA
DESDE UNA CUESTIÓN SOCIOCIENTÍFICA SOBRE LA CONTAMINACIÓN
HÍDRICA DE ARROYO GRANDE**

**NIDIAN JULIETH AMERICA SONZA
LAURA CAMILA PARRADO JIMENEZ**

Director. Mg. Diego Alexander Blanco Martínez. Grupo Didáctica y sus ciencias. Línea Incorporación de la educación ambiental al currículo de ciencias.

Codirectora. Dra. Diana Lineth Parga Lozano. Grupo Alternaciencias. Línea Didáctica de los contenidos curriculares en química (conocimiento didáctico del contenido, CDC y ambientalización curricular)

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
LICENCIATURA EN QUÍMICA**

2023

Notas de aceptación

Firma del jurado

Firma del jurado

DEDICATORIA

Yo, Julieth, dedico este trabajo a mi madre Doris Rocío por brindarme su apoyo en cada momento de mi vida, por todo el esfuerzo y dedicación que ha tenido para darme todo lo que tengo y soy, por su valentía y tenacidad que he admirado toda mi vida y han sido de ejemplo para afrontar la vida, por último, por su amor incondicional que me ha dado la fuerza para seguir mis sueños y llegar hasta donde estoy. A mi abuelita Flor María, por todos los consejos, paciencia y amor que me brindó por tantos años y que aún sin su presencia física los sigo apreciando con todo mi corazón. También a mi mascota Jaxx por alegrar mi vida, por darme su amor, lealtad y por estar conmigo siempre que necesito motivación para seguir.

Yo, Laura Camila Parrado Jiménez dedico principalmente este trabajo de grado primero a mi hijo Negus Melak Igzabiher Roa, quien es mi inspiración más grande, este proyecto es por ti y para ti, tu amor y tu felicidad son la luz de mi vida y lo que me sostiene; segundo a mi esposo José David Roa quien ha sido mi fuente de motivación para cumplir todos mis objetivos, dándome siempre fuerza para continuar adelante y alentándome a ser una mejor persona cada día, además por todo su apoyo y amor incondicional que me ha enseñado lo más esencial en la vida. A mi abuela Teresa Nizo quien durante mi vida me ha apoyado en todos mis propósitos y ha depositado su confianza en mí brindándome su amor incondicional y comprensión.

De igual manera dedico este trabajo a mis padres María Victoria Jiménez y Winder Ernesto Borrero por todo su apoyo incondicional en este camino, por enseñarme desde su profesión como docentes lo importante que es la educación para lograr una transformación social. A mis hermanos Winder y Luisa por hacerme sentir orgullosa de todos mis logros y brindarme su amor incondicional. Por último, a toda mi familia que me ha apoyado a continuar y culminar este proceso de formación que tanto he soñado para mi vida.

AGRADECIMIENTOS

Yo, Julieth, quiero agradecerle a mi madre y a mis hermanos por acompañarme y brindarme su apoyo a lo largo de mi vida, a mi familia por ofrecerme su ayuda en los momentos difíciles y a mi mascota Jaxx por su amor incondicional. También quiero agradecerle a Camila Parrado por ofrecerme su apoyo en estos últimos semestres y por dejarme hacer parte de este proyecto. Por último, a la Universidad Pedagógica Nacional por permitirme conocer a personas increíbles durante mi formación como Licenciada en Química.

Yo Laura Camila Parrado Jiménez agradezco primordialmente a la Divina Trinidad que a través de la revelación de Ras Tafari se manifiesta en tres personas, El Profeta Marcus Garvey, El Sacerdote Sagrado Emmanuel Charles Edwards y El Rey Haile Selassie I. JAHOVIA JAH RASTAFARI. que han sido mi fuerza espiritual, brindándome sabiduría y entendimiento para lograr todo lo que me propongo. Siendo guías en los momentos difíciles que se presentan y apoyándome siempre en sus palabras “Educa una mujer y educaras una nación” y “Dios es amor démonos todo el amor”.

Personalmente quiero agradecer toda mi amada familia que ha apoyado cada paso en este camino y sin quienes no hubiera sido posible el cumplimiento de este proyecto, especialmente mi madre quien me ha inspirado desde pequeña a luchar por una educación que nos permita a las nuevas generaciones descubrirnos a nosotros mismos y al mundo que nos rodea. También agradezco especialmente a mi abuela Teresa Nizo quien con su amor incondicional ha sido instrumental para el cumplimiento de mis metas y mis sueños a lo largo de mi vida. De igual manera a mi esposo José Roa, a su mamá Patricia Muñoz y a su abuela Rosa Molano porque me han enseñado que lo más valioso que podemos hacer, es hacer las cosas con amor.

Me siento inmensamente agradecida con el territorio de Puerto Colombia que me abrió las puertas para que este proyecto se llevará a cabo, con el arroyo, el manglar y con toda la vida dentro de este hermoso ecosistema. Especialmente expreso toda mi gratitud a la fundación Semilla Criolla, a su directora Irene Criollo y a la Red Nacional De Guardianes Ambientales que han estado al frente por mucho tiempo protegiendo este ecosistema y han puesto su confianza en mí para apoyar su trabajo de protección ambiental desde la pedagogía y la ciencia.

Agradezco especialmente a mi director de proyecto Diego Blanco, a mi codirectora Diana Parga y a mi compañera Julieth America, por todo su apoyo, paciencia, y acompañamiento en este y cada proyecto en los que tuvimos la oportunidad de trabajar juntos. Ha sido un privilegio para mí trabajar con ustedes y aprender tantas cosas buenas que me acompañaran toda la vida. También, gracias a la Universidad Pedagógica Nacional "educadora de educadores", querida universidad, la libertad y la justicia siempre serán la lección más importante que podamos aprender, gracias por enseñarme a seguir luchando desde la educación, por las mentes libres del mañana.

Para terminar estos agradecimientos quiero citar las palabras del Honorable Profeta Marcus Garvey cuando dijo " Más les vale que en nuestras casas o en cualquier lugar posible les enseñemos un alto contenido de ciencias avanzadas a nuestros hijos porque es la educación de nuestra espiritualidad y en la ciencia que yace la única esperanza que nos puede defender de los diseños malvados del materialismo moderno"

MARCUS I SELASSIE I JAH RASTAFARI

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	11
2. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	13
3. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA	17
4. FORMULACIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA	22
5. OBJETIVOS	27
5.1. Objetivo general	27
5.2. Objetivo específico	27
6. REFERENTES TEÓRICOS	28
6.1. Calidad del agua	28
6.2. Enfoque CTSA y cuestiones sociocientíficas	30
6.3. Pensamiento crítico.....	32
6.4. Unidades didácticas	33
7. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN	35
7.1. Enfoque Metodológico.....	35
7.2. Participantes y contexto regional de la investigación	36
7.3. Fases de la investigación e instrumentos de recolección de datos	39
7.4. INSTRUMENTOS.....	43
7.4.1. Instrumento para la caracterización de la comunidad.....	43
7.4.2. Instrumento para la caracterización fisicoquímica y microbiológica... 44	
7.4.3. Parámetros Fisicoquímicos	44
7.4.4. Unidad Didáctica.....	46

7.4.5. Instrumento para identificar la promoción de la habilidad argumentativa	49
8. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	51
8.1. Caracterización de la comunidad y parámetros fisicoquímicos.....	51
8.2. Resultados de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos	55
8.3. Identificación de los elementos teóricos y metodológicos	64
8.4. Resultados del pilotaje de las actividades de la unidad didáctica	67
8.4.1. Pilotaje de la actividad 1 con la comunidad y los estudiantes: memoria química del agua.	68
8.4.2. Resultados pilotaje actividad 3 con la comunidad y los estudiantes: ¡Calcula tú mismo estos parámetros fisicoquímicos!	79
8.4.3. Resultados pilotaje actividad 5 con la comunidad: ¡El manglar, una posible solución a esta problemática!	88
9. CONCLUSIONES	96
10. RECOMENDACIONES	98
11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	99
12. ANEXOS	106
APÉNDICE A. ENLACE VIDEO DE CANTO AL AGUA	183
APÉNDICE B ENLACE VIDEO DE CHARLA CON EXPERTOS SOBRE MANGLARES.....	183
APÉNDICE C ENLACE VIDEO DEL RECORRIDO DEL ARROYO GRANDE....	183
APÉNDICE D ENLACE VIDEO DE LA IMPORTANCIA DE LOS MANGLARES	183
APÉNDICE E. FOTOGRAFÍAS DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO DE LA UNIVERSIDAD E IN SITU.....	183

APÉNDICE C. EVIDENCIA FOTOGRÁFICA DEL PILOTAJE DE LAS
ACTIVIDADES UD. 185

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Fases de investigación.....	43
Figura 2 Estructura del texto argumentativo.....	50
Figura 3 a) Rangos de edades, b) Nivel educativo, c) Tiempo habitando en el territorio.	52
Figura No 4.....	64
Elementos teóricos y metodológicos previos y durante el diseño, y durante el pilotaje.....	64
.....	65
Figura 5. Diagrama de análisis para el nivel de argumentación de P1 en la actividad 1.	75
Figura 6. Diagrama de análisis para el nivel de argumentación de P10 en la actividad 1.	75
Figura 7. Diagrama de análisis para el nivel de argumentación de P7 en la actividad 1.	76
Figura 8. Diagrama de análisis para el nivel de argumentación de E16 en la actividad 1.	77
Figura 9. Diagrama de análisis para el nivel de argumentación de E26 en la actividad 1.	77
Figura 10. Diagrama análisis de texto G2 estudiantes	82
Figura 11. Diagrama análisis de texto G4 estudiantes	83
Figura 12. Diagrama análisis de texto Participante 1 – comunidad.....	83
Figura No 13. Diagrama análisis de texto Participante 2 – comunidad.	84
Figura No 14. Diagrama análisis de texto Participante 3 – comunidad.	84

1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de grado está centrado en el diseño de una Unidad Didáctica (UD) que buscó mejorar el nivel de argumentación desde un pensamiento crítico, para generar una consciencia en la comunidad de Puerto Colombia y en los estudiantes de grado once de la Institución Educativa San Nicolás Tolentino a partir de la cuestión sociocientífica (CSC) “Arroyo Grande: ¿Es fuente de vida o fuente de una problemática ambiental?” que está asociada a la problemática de contaminación hídrica presente en el municipio de Puerto Colombia.

En este sentido, se consideró la relevancia que tiene para la enseñanza y aprendizaje de las ciencias la argumentación; esta se asume como una herramienta y una alternativa que les permita a los estudiantes y la comunidad otorgarle sentido a lo que aprenden, tomar decisiones y analizar los contenidos que se ven en las clases de ciencias desde problemáticas que se presentan en su contexto.

Al respecto, la investigación se dividió en tres fases metodológicas: caracterización, diagnóstico y diseño de la propuesta. En la primera fase se realizó la caracterización algunos integrantes de la comunidad de Puerto Colombia en el departamento del Atlántico por medio de entrevistas y cuestionarios que permitieron conocer su perspectiva sobre la problemática de contaminación hídrica, además se hizo el análisis de algunos de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos que determinan el grado de contaminación del agua en Arroyo Grande y del Lago del Cisne.

En la segunda fase, se realizó un rastreo bibliográfico desde cuatro criterios: diseño de unidades didácticas (UD) basadas en cuestiones sociocientíficas, enfoque CTSA, estudios para determinar la calidad del agua y la argumentación en ciencias; estos permitieron identificar los elementos teóricos y metodológicos para el diseño de la UD que fomentaría la argumentación en los estudiantes y en algunos

integrantes de la comunidad a partir de la CSC de contaminación hídrica de Arroyo Grande.

Finalmente, en la tercera fase se realizó del pilotaje de las actividades 1: memoria química del agua, 3: ¡Calcula tú mismo estos parámetros fisicoquímicos! y 5: ¡El manglar, una posible solución a esta problemática! diseñadas en la UD en las cuales se recolectó información para diagnosticar el nivel de argumentación de los estudiantes y algunos integrantes de la comunidad a partir de los niveles de argumentación planteados por Sarda y Sanmartí (2000) basados en la estructura de los textos argumentativos (hechos, justificación y conclusión), por otra parte, las actividades 2: ¡Cambios físicos y químicos en Arroyo Grande! y 4: Divulgación científica: La contaminación hídrica de Arroyo Grande, establecieron momentos de intervención y apoyo para las demás actividades.

De este modo, este trabajo permitió fomentar y diagnosticar los cinco niveles de argumentación en los estudiantes de grado once de la Institución Educativa San Nicolás Tolentino y algunos integrantes de la comunidad de Puerto Colombia a partir de la problemática de contaminación hídrica presente en Arroyo Grande; estos niveles se basan en evaluar si los textos elaborados presentan una estructura argumentativa completa, es decir que contemplan los hechos o afirmaciones, la justificación y para reforzar la justificación, al menos un tipo de argumento, por último una conclusión explícita donde se realiza conexiones entre todas estas partes para dar un significado global a la estructura del texto.

2. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

Puerto Colombia es un municipio ubicado en el Caribe colombiano, el cual cuenta con varios vertimientos a los cauces Arroyo Grande, Arroyo Chico, Lago del Cisne, Arrollo León y Ciénega de Mallorquín. En estos cuerpos hídricos se han realizado estudios que han identificado concentraciones de oxígeno disuelto (OD) y pH que no cumplen con los valores permisibles (PGAR 2012-2022, s.f, p. 67); tampoco se cumple con las normas en cuanto a fosfatos (PO_4^{3-}) ni cloro (Cl^-) residual (Cabarcas & Medina, 2019) y se presenta una descarga en el mar caribe de un alto contenido de cargas contaminantes (aguas residuales, residuos sólidos, materia orgánica entre otras) provenientes del río Magdalena.

Por otra parte, hay presencia de residuos sólidos provenientes de actividades antrópicas que causan problemas en la salud y en los cuerpos hídricos, afectando el ecosistema marino de Puerto Colombia. Asimismo, se reconoce o es de conocimiento público que la economía de las personas nativas y visitantes se centra en actividades de pesca y turismo, quienes se benefician de los ecosistemas costeros al realizar este tipo de actividades, es decir, que las playas y aguas se ven intervenidas por actividades antrópicas y estas han ido causando efectos negativos como malos olores, heces fecales y vertimientos puntuales. (García & Llanos, 2016). Otros factores como el vertimiento de aguas domésticas y la deposición de heces fecales por parte de animales callejeros cerca de las fuentes hídricas han aumentado la contaminación del agua.

Además, en un primer acercamiento al territorio se identificó a través de entrevistas realizadas a diferentes miembros de la comunidad, que otra problemática presente en el municipio son los cortes de agua constantes en algunos sectores por lo que tampoco se cuenta con un servicio de agua potable apropiado. Según la información de La Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico en el plan de gestión ambiental regional del departamento del Atlántico 2012-2022 “la demanda potencial de agua potable en el departamento del Atlántico, sin incluir

Barranquilla, es de aproximadamente 200.753 m³/día, para un consumo per cápita de 186L/hab/día. No obstante, la oferta actual es de 81.720 m³/día, con una producción per cápita de **75L/hab/día** (PGAR 2012-2022, s.f, pp 69). Esto indica que se presenta un desabastecimiento para alrededor del 35% de la comunidad del Atlántico que trasciende a una necesidad de realizar proyectos pedagógicos y didácticos que incentiven al tratamiento y cuidado de estas fuentes hídricas para el mejoramiento de la calidad del agua en este territorio.

En este sentido el enfoque CTSA (ciencia, tecnología, sociedad y ambiente) permite abordar problemáticas en torno a la contaminación hídrica de Arroyo Grande en Puerto Colombia, ya que desde este enfoque se pueden fomentar actitudes de formación ciudadana que se relacionen con el ambiente, le ayuden a los estudiante y la comunidad a tomar decisiones fundamentadas, críticas y reflexivas frente a las temáticas trabajadas donde se presenten aspectos científicos, tecnológicos, sociales y ambientales (Martínez & Rojas, 2006). En este tipo de educación se abordan varios componentes que son necesarios para que los estudiantes y la comunidad participen activamente en las controversias que se presentan en sus contextos, como el estudio y utilización de los recursos incentivando el cuidado del medio ambiente y la comprensión de la naturaleza de la ciencia desde un contexto social, así como la discusión de valores y opiniones personales; una forma de lograr los objetivos del enfoque CTSA es a través del estudio de cuestiones sociocientíficas (CSC) (Pedretti, 2013). Si bien, el objetivo de este enfoque es explorar las relaciones entre ciencia, tecnología, sociedad y ambiente, se deben tener en cuenta el desarrollo de currículos que traten problemas locales y globales, fomentando así la reflexión crítica (Pedretti, 2013).

Así pues, al trabajar la cuestión sociocientífica (CSC) de la contaminación del agua de Arroyo Grande, se busca que los estudiantes y la comunidad comprendan a la ciencia y en especial a la química como una actividad humana y social en la que se reflejan controversias que necesitan la participación en la toma de decisiones informadas o fundamentadas y la búsqueda de alternativas que contribuyan a dar

solución a las problemáticas planteadas (Martínez & Parga, 2013). Es decir, que el conocimiento científico no es sólo responsabilidad de científicos, sino que también es utilizado para que los ciudadanos participen en las discusiones sobre sus implicaciones socioambientales. Además, se ha mostrado que al abordar CSC se favorece el desarrollo de la argumentación, la enculturación y formación ciudadana de los estudiantes, así como la comprensión de los componentes sociales, políticos, ambientales y económicos que se dan alrededor de las controversias (Martínez & Parga, 2013).

Las CSC generan espacios que posibilitan interrogar el contexto en el que se encuentran, da lugar a la manifestación de diferentes puntos de vista y al desarrollo del pensamiento crítico (Torres & Solbes, 2017). En este sentido, por medio de una controversia se pretende que los estudiantes y algunos integrantes de la comunidad sean capaces de tomar decisiones fundamentadas en “el reconocimiento y definición de un problema a partir de ciertos datos, en la selección de la información relevante y la contrastación de las diferentes alternativas de solución y de sus resultados” (Saiz, 2002). Torres y Solbes (2017) destacan el papel activo de las decisiones que se toman al asumir la responsabilidad de los saberes científicos con “aspectos ambientales, políticos, económicos, filosóficos y sociales, y al identificar valores morales, hacer juicios morales, es decir involucrar la dimensión actitudinal” (p. 61).

En este sentido, es pertinente y apropiado realizar una caracterización de los aspectos fisicoquímicos y microbiológicos de los causes mencionados anteriormente para abordar la problemática socioambiental o la cuestión sociocientífica de la contaminación hídrica de Arroyo Grande del municipio de Puerto Colombia desde la enseñanza de la química. Para lograr esto se realizó el diseño y pilotaje de una Unidad Didáctica UD con los estudiantes de grado once de la Institución Educativa San Nicolás Tolentino de Puerto Colombia y algunos integrantes de la comunidad, incorporando aspectos metodológicos y teóricos que promovieron o fomentaron en los estudiantes y en algunos integrantes de la

comunidad el pensamiento crítico desde la argumentación, incidiendo en la toma de decisiones fundamentadas, frente a la contaminación y el buen manejo de los recursos hídricos. Como lo mencionan Agredo y Burbano (2012) el pensamiento crítico incorpora distintos aspectos psicológicos, sociales, culturales y afectivos que intervienen en el sujeto y en su actuación frente a la realidad, es un proceso reflexivo que influye en la formación del sujeto a partir de las dinámicas sociales.

En este sentido, se ve la necesidad de diseñar estrategias didácticas que estimulen el desarrollo de habilidades como la argumentación, necesaria para la formación de sujetos críticos que tengan la capacidad de tomar decisiones frente a las problemáticas que se presenten en su contexto, a través de CSC permitan la justificación de puntos de vista de los estudiantes y de la comunidad (Duarte et al., 2014). Por lo tanto, desde la CSC “Arroyo Grande: ¿Es fuente de vida o fuente de una problemática ambiental?”, se buscó fomentar el pensamiento crítico por medio del desarrollo de la argumentación a través de sus posturas frente a la problemática de contaminación de Arroyo Grande con la finalidad de contrastar sus argumentos dados en el pilotaje de las actividades que permitieron profundizar en sus creencias, valores y actitudes sobre la CSC planteada.

3. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

El rastreo bibliográfico inicial, realizado en diferentes bases bibliográficas, se basó en el uso de palabras clave como enfoque CTSA, cuestiones sociocientíficas, contaminación hídrica, unidad didáctica, pensamiento crítico. En este sentido, los trabajos encontrados y seleccionados por el aporte al presente trabajo fueron:

- Martínez y Parga (2013): en el artículo *“La emergencia de las cuestiones sociocientíficas en el enfoque CTSA visibilizan la emergencia de analizar las cuestiones sociocientíficas (CSC) en la Enseñanza de las Ciencias con un enfoque de Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente (CTSA)”*. Esta investigación aporta elementos teóricos para comprender el enfoque CTSA y su relación con las cuestiones sociocientíficas, pues, aunque este enfoque destaca una educación para la ciudadanía, es importante que se entienda a la ciencia como una actividad humana que expone controversias e incertidumbres en su naturaleza, por lo que precisa de un análisis crítico de sus alcances, así como promover “el razonamiento lógico y moral de los estudiantes para su participación crítica”. Así, las CSC contribuyen a la formación ciudadana mediante una educación abierta y crítica para identificar y trabajar cuestiones presentes en las comunidades que involucran aspectos ambientales, sociales, políticos y económicos que generan debates y argumentos dentro de la comunidad.
- Torres y Solbes (2017) en el artículo *Pensamiento crítico desde cuestiones socio-científicas*, describen una serie de competencias como comprender, informar, estudiar, valorar y construir conclusiones, requeridas para promover el pensamiento crítico desde las cuestiones sociocientíficas. Los autores plantean que, “construir planteamientos y conclusiones, adecuadamente sustentados, llevan a tomar decisiones fundamentadas, a promover acciones para el mejoramiento de la calidad de vida y a ser capaces de transformar su realidad” (p. 61). Este artículo aportó a este trabajo de grado para entender la ciencia

como una actividad humana que se relaciona con ámbitos sociales, tecnológicos y ambientales para informarse y estudiar de manera integral las controversias abordadas, involucrando aspectos científicos, éticos, culturales, filosóficos, sociales, económicos y ambientales; así como también identificar posturas alternativas y cuestionar los argumentos, rechazando los que no se fundamentan en pruebas; evaluar y efectuar juicios éticos en torno a las CSC (Torres & Solbes, 2017)

- Paul y Elder (2005) establecen *una guía para los educadores en los estándares de competencia para el pensamiento crítico*. Este pensamiento integra una serie de habilidades intelectuales como actitudinales, en los que el estudiante aprende a defender posiciones, explorar y evaluar causas y consecuencias, llegar a conclusiones y soluciones para situaciones problema que se le planteen. El pensamiento crítico debe ser una guía en el proceso de aprendizaje, para que este último no se convierta en un simple proceso de memorización, en el cual los estudiantes rara vez interiorizan los contenidos, sino que sea un elemento clave para que se apropien de los conceptos, puedan describirlos con sus propias palabras y dar ejemplos de este en situaciones de la vida real; por lo tanto, este trabajo aportó herramientas que permiten reconstruir en nuestras mentes los conceptos, interiorizarlos y emplearlos para el razonamiento de controversias y asuntos que se presentan en determinado contexto de la vida cotidiana (Paul & Elder, 2005).
- Pedretti (2003) en su artículo *Teaching Science, Technology, Society and Environment (STSE) education preservice teachers' philosophical and pedagogical landscapes*, asume que el enfoque CTSA pone a la ciencia en un contexto social, cultural y político, que incluye la comprensión de aspectos ambientales, económicos e industriales de la tecnología, también el entendimiento de la naturaleza de la ciencia, la discusión de valores y opiniones personales; aunque se plantea que para lograr los objetivos del CTSA, es necesario el uso de cuestiones sociocientíficas en la enseñanza de las ciencias que refleja la naturaleza multidisciplinar de la ciencia. También menciona que la

ciencia no puede separarse de la responsabilidad social, por lo que se debe ver como una actividad humana, siendo necesario que se fomente en los ciudadanos el pensamiento crítico, para que cuestionen los pros y contras del desarrollo científico (Aikenhead, 1990, p. 127, citado por Pedretti, 2003). El enfoque CTSA implica que se hable de responsabilidad moral y social, ya que su desarrollo involucra formas de ser, de actuar y preocuparse por otros individuos y cosas.

- Martínez et al. (2012) plantean en el artículo *Cuestiones sociocientíficas en la formación de profesores de ciencias* que en los últimos años se han realizado estudios sobre el diseño de unidades didácticas, ofreciendo un campo amplio e interesante para la formación del docente y el estudiante. En este sentido, fue un artículo fundamental para comprender e identificar los elementos teóricos y metodológicos que implican el diseño y desarrollo de unidades didácticas sobre cuestiones sociocientíficas. Además, conviene invertir mayores esfuerzos para explorar las posibilidades que ofrece este tipo de trabajo para la innovación de la enseñanza y la transformación de las prácticas docentes en términos de las interacciones discursivas que ofrecen una nueva forma de entender el pensamiento del profesor, más allá de sus concepciones, en la medida que interesa la construcción de significados intersubjetivos que puede construir en escenarios escolares, de acuerdo con los diferentes usos del lenguaje (Martínez et al., 2012).
- Martínez y Villamizar (2014) plantean *unidades didácticas sobre cuestiones socio científicas: construcciones entre la escuela y la universidad*. Los autores mencionan la inclusión de la perspectiva CTSA en la enseñanza de las ciencias, fortalecida a través del diseño de este tipo de unidades centradas en CSC, lo que constituye una alternativa para dejar de lado la visión científicista de la ciencia. Además, permitió en el diseño y pilotaje de la unidad didáctica realizar un proceso de enseñanza y aprendizaje integrado por las implicaciones sociales, culturales, políticas, éticas y ambientales, y es una herramienta de fortalecimiento para la práctica, autonomía y formación docente. Las unidades

didácticas con enfoque en CSC abordan controversias sociales o ambientales, las cuales incentivan la participación de los estudiantes y enriquecen el pensamiento crítico. En este trabajo se presentan cuatro unidades didácticas que abordan situaciones como: el riego de hortalizas con agua de vallado, modificación genética, experimentación con animales y producción de carnes.

- *El plan de gestión ambiental regional del departamento del Atlántico (PGAR) 2012-2022*, presenta varios estudios realizados en las fuentes hídricas del departamento del Atlántico; estos han sido orientados por la corporación regional del Atlántico, según el Decreto 1640 de 2012 es función de las corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo sostenible planes de ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas de su jurisdicción (CRA, s.f). Debido al incremento de la contaminación del agua en los diferentes vertimientos de los cauces se han visto afectados diversos ecosistemas estratégicos, humedales, fauna y desecamiento de algunos cuerpos del agua en el departamento del Atlántico. En este sentido, este plan de gestión ambiental regional describe los resultados fisicoquímicos y microbiológicos obtenidos en el análisis del agua de los diferentes arroyos, ciénagas y lagos, que fueron determinantes para la caracterización de estos cuerpos hídricos en este trabajo de grado, y para continuar con la planificación de proyectos y programas que den solución a esta problemática.
- Oyaga (2013) en su artículo *Realidades Ambientales de los Cuerpos de Agua del departamento del Atlántico, Colombia*, realiza un análisis para establecer la calidad ambiental que poseen los cuerpos hídricos del departamento Atlántico a partir de indicadores biológicos. Los resultados ayudaron a identificar el pronunciado deterioro de la calidad de las aguas y destacar que las políticas de desarrollo carecen del componente histórico tradicional de la zona, no se tiene en cuenta las condiciones de uso del suelo y su adaptabilidad a fenómenos como por ejemplo inundaciones. En esta investigación se propone que se debe intensificar el apoyo a los procesos de gestión alternativos por parte de las autoridades y gobernación del Atlántico, que promuevan la tradición, la cultura

frente a la importancia de las zonas hídricas para comprender el desarrollo, estructura social y el contexto de las comunidades.

4. FORMULACIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

La formación de profesores de Química desde el enfoque CTSA implica el abordaje de cuestiones sociocientíficas que medien en la apropiación del saber específico y disciplinar al integrar las implicaciones sociales, culturales, políticas, éticas y ambientales de una situación controversial en un contexto en particular para la toma de decisiones fundamentadas y el desarrollo del pensamiento crítico. Esto posibilita que la experiencia del aula como lo mencionan Tishman et al. (1997) constituya un proceso dinámico que permite el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico y resolución de problemas, estableciendo relaciones entre la vida cotidiana, la ciencia, y aspectos sociales que den respuesta a sus necesidades ambientales, sociales y tecnológicas (Copello y Paredes, 2015).

En este sentido, es necesario la implementación y elaboración de estrategias pedagógicas y didácticas que mejoren los procesos y prácticas docentes, analizando el qué, cómo y para qué se enseña (Parga, 2015), reflexionando como lo menciona Beltrán (2010, p. 146) en “como lograr que los estudiantes no solo comprendan la ciencia, sino que desarrollen habilidades que les permitan participar en las discusiones públicas sobre cuestiones de Ciencia y Tecnología”. Se debe comenzar a generar un interés en las comunidades e instituciones educativas, que posibilite identificar el papel que la ciencia ha tenido en la sociedad, reconociendo el contexto cultural y social.

En los últimos años ha surgido un reclamo por parte de los docentes hacia un cambio en la educación científica que contenga más características humanísticas para desarrollar una comprensión científica por lo que emerge la educación CTSA (ciencia, tecnología, sociedad y ambiente) como una innovación al currículo escolar en ciencias naturales fortaleciendo actitudes, valores y argumentos con respecto a la influencia que ha tenido la ciencia y la tecnología en el desarrollo de la humanidad (Acevedo, 1997). Desde este punto de vista, el enfoque curricular “es una opción educativa transversal, que da prioridad, sobre todo, a los contenidos actitudinales

(cognitivos, afectivos y valorativos) y axiológicos (valores y normas)” (Acevedo et al., 2002).

Este tipo de educación se constituye en un campo de carácter interdisciplinar, que se va a centrar en condiciones sociales y tecnológicas que conlleva consecuencias de tipo social, político, económico, ético y ambiental (Parga, 2021). Cabe afirmar que algunas de las iniciativas asociadas con el movimiento ciencia, tecnología y sociedad (CTS) presenta un intento por situar la ciencia en el ámbito de la acción práctica o de la participación en las decisiones frente a problemáticas sociales y ambientales (Mora y Parga, 2020). Lo que concierne en la enseñanza de la química en la educación media ha venido caracterizándose como lo menciona Parga y Piñeros (2018, p. 756) “por estar lleno de contenidos: como producto de un aprendizaje sin sentido, ni una aplicabilidad en contextos reales”.

La organización de mallas curriculares de cada institución debería estar orientada por dicho documento de tal forma que lograrán implementar en el estudiante el desarrollo de un pensamiento científico y crítico, de unas habilidades y actitudes científicas que le permitan dar explicación a fenómenos enmarcados en la ciencia (MEN, 2004, p. 109). De esta manera se llega a cuestionar el tecnicismo de los currículos tradicionales en ciencias y se empiezan a proponer currículos contextualizados que contribuyan a los estudiantes a tomar una postura crítica y argumentada sobre los contenidos aprendidos.

Dentro de este modelo se ven transformados los roles del docente y del estudiante, donde este último se considera un “ser crítico en formación” que podrá participar en la sociedad, construyendo conocimiento a nivel teórico, metodológico y actitudinal, analizando las implicaciones sociales y ambientales del desarrollo de la ciencia y la tecnología (Martínez et al., 2007). Entonces se debe comenzar a potenciar una química contextualizada desarrollando conceptos con relación a la vida cotidiana, generando más interés y motivación en el estudiante por el aprendizaje de la química (Parga y Piñeros, 2018).

En este sentido, el enfoque de cuestiones sociocientíficas (CSC) permite estos objetivos y la formación ciudadana de los estudiantes y de la comunidad en general, para que haya una comprensión y análisis crítico de las controversias, incertidumbres, avances e impactos de la ciencia y la tecnología en la actividad humana. Es por esto, por lo que la enseñanza de las ciencias tiene como compromiso contribuir en la construcción humana y cultural que está expuesta a controversias, valores e intereses influenciados por contextos sociales, de allí la importancia de que en el aula se aborden aspectos multi e interdisciplinarios que potencien la educación abierta y crítica donde se involucre además de aspectos científicos, los aspectos humanísticos (Martínez y Parga, 2013).

Las características mencionadas permiten que las CSC fomenten el fortalecimiento del pensamiento crítico ya que se problematizan diversos asuntos sociales relacionados con sus contextos en los cuales pueden asumir posturas críticas individuales y colectivas, entendiendo y discutiendo ideas mediante posiciones, diálogos y acciones para la resolución de problemas sociales y ambientales.

Por otro lado, se evidencia la importancia de desarrollar unidades didácticas que apoyen y fomenten espacios de intervención dialógica frente a las diferentes problemáticas ambientales presentes en un contexto real, debido a que materializa los objetivos en actividades y pasos de forma progresiva y concreta que permite la pertinencia y contextualización de las temáticas (Arias & Torres, s.f.). Las UD deben estar orientadas a una investigación e innovación educativa, interacciones sociales y toma de decisiones, desarrollando estrategias que organicen la enseñanza y el aprendizaje de una manera eficiente de los diferentes contenidos, actividades y pautas de evaluación.

Las unidades didácticas enfocadas desde CSC pueden promover la participación de los estudiantes y la comunidad en general; favorecen la construcción de su propio conocimiento, para dotarlos de un marco teórico elemental relacionado con las ciencias, la tecnología y su impacto ambiental. En este sentido en las instituciones educativas, como se plantea en la Ley 1549 de 2012, en el artículo 8

sobre los Proyectos Ambientales Escolares (PRAE) estos “están concebidos en la política, se incorporarán a las dinámicas curriculares de los establecimientos educativos, de manera transversal, involucrando problemas ambientales relacionados con los diagnósticos de sus contextos particulares, tales como, cambio climático, biodiversidad, agua, manejo de suelo, gestión del riesgo y gestión integral de residuos sólidos”.

En el municipio de Puerto Colombia Atlántico, se evidenció que por parte de las instituciones educativas que no se aborda la problemática de la contaminación de las aguas de los vertimientos de los causes presentes en la comunidad; como lo menciona un participante de la quinta entrevista:

“depende del colegio, aquí hay tres enfoques uno que es turístico, otro que es de salud, el otro que se basa en la formación en finanzas; en el de salud sí abordan el tema ambiental, pero enseñan más que todo en el cuidado de los árboles, las semillas, a sembrar, pero, así como tal de la contaminación del agua, no”.

Además, según estudios anteriores que se han realizado a los cuerpos hídricos del municipio de Puerto Colombia – Atlántico, hay un bajo nivel en la calidad de agua caracterizado por el alto contenido en la carga orgánica e índice de eutrofización. Como lo menciona Oyaga (2013) un factor desestabilizante puede ser las descargas diarias de aguas residuales y el marcado impacto que las actividades antropogénicas están generando en la calidad de los cuerpos de agua del departamento, porque no hay políticas claras de sostenibilidad en torno al recurso dentro de las autoridades ambientales y los entes territoriales.

De acuerdo con lo descrito, la pregunta de investigación que orientó este trabajo fue: ¿Que caracteriza al diseño de unidad didáctica fundamentada en una cuestión sociocientífica relacionada con la contaminación hídrica para fortalecer la argumentación en ciencias de un grupo de estudiantes de grado once de la

institución educativa San Nicolas de Tolentino y de algunos integrantes de la comunidad de Puerto Colombia-Atlántico?

Esta pregunta se operacionaliza de la siguiente forma:

- ¿Qué caracteriza al territorio de Puerto Colombia Atlántico y los parámetros fisicoquímicos que determinan el grado de contaminación del agua en los vertimientos de los cauces Arroyo Grande y Lago del Cisne?
- ¿Qué aspectos del diseño y de la implementación de una unidad didáctica desde una CSC mejoran el nivel de argumentación en los estudiantes de grado once de la Institución Educativa San Nicolás Tolentino y de algunos integrantes de la comunidad de Puerto Colombia?
- ¿Qué nivel de argumentación tienen los estudiantes de grado once de la Institución Educativa San Nicolás Tolentino y de algunos integrantes de la comunidad de Puerto Colombia-Atlántico frente a la CSC?

5. OBJETIVOS

5.1. Objetivo general

Analizar los elementos teóricos y metodológicos que se deben incorporar en una unidad didáctica fundamentada en una cuestión sociocientífica relacionada con la contaminación hídrica para fortalecer la argumentación en ciencias en los estudiantes de grado once de la Institución Educativa San Nicolás Tolentino y de algunos integrantes de la comunidad de Puerto Colombia-Atlántico.

5.2. Objetivo específico

- Caracterizar la comunidad de Puerto Colombia Atlántico y los parámetros fisicoquímicos que determinan el grado de contaminación del agua en los vertimientos de los cauces Arroyo Grande y Lago del Cisne.
- Identificar los elementos teóricos y metodológicos que se deben incorporar en una unidad didáctica fundamentada en una cuestión sociocientífica, relacionada con la contaminación hídrica que fomente la argumentación en ciencias de un grupo de estudiantes de grado once de la Institución Educativa San Nicolás Tolentino y de algunos integrantes de la comunidad de Puerto Colombia-Atlántico.
- Diagnosticar el nivel de argumentación de los estudiantes de grado once de la Institución Educativa San Nicolás Tolentino y de algunos integrantes de la comunidad de Puerto Colombia-Atlántico a partir del pilotaje de la unidad didáctica diseñada.

6. REFERENTES TEÓRICOS

6.1. Calidad del agua

El Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT) es el encargado de regular y fijar las condiciones y pautas para el ordenamiento y manejo de cuencas hidrográficas, con el apoyo de instituciones como el IDEAM Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Min ambiente, 2010). Dentro de las principales acciones de este ministerio se destaca el Programa Nacional de Gobernanza del agua PNGA, que busca fortalecer procesos y contribuir con alternativas que den solución a problemáticas asociadas con la crisis del agua en el país (Min ambiente, 2021).

Por otra parte, en el Decreto 2811 de 1979, artículo 134 se establece “Controlar la calidad del agua, mediante análisis periódicos, para que se mantenga apta para los fines a que está destinada, de acuerdo con su clasificación”, así como “Someter a control las aguas que se conviertan en focos de contaminación y determinar las actividades que quedan prohibidas, con especificación de área y de tiempo, así como de las medidas para la recuperación de la fuente”. Mientras que en la Ley 9 de 1979, se dispone que se deben “Ejecutar obras o proyectos de descontaminación de corrientes o depósitos de agua afectados por vertimiento del municipio”.

En este sentido, para evaluar el índice de calidad de las distintas cuencas hidrográficas (arroyos) se toma como referencia la Resolución 258 de 2011, que tiene en cuenta la zonificación ambiental de las cuencas y subcuencas que son jurisdicción de la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico (CRA) para el caso de la Ciénaga Mallorquín y Ciénaga el Rincón, se usa como indicador el Índice de Calidad de Agua Marina (ICAM), la cual se basa en una secuencia matemática que reúne variables como OD (Oxígeno Disuelto), (sólidos suspendidos totales) SST, pH, DBO (Demanda Biológica de Oxígeno) y coliformes

fecales, necesarias para definir la calidad del agua marina como se presenta en la Cuadro 1.

Cuadro 1.

Criterios de calidad del agua Resolución 258 de 2011.

Parámetros Fisicoquímicos/Microbiológicos	Límites de Control	Observaciones
DBO ($mg * L^{-1}$)	<25	1. Los valores de control deben establecerse en el 60% de las muestras de monitoreo adelantadas en periodo de clima seco. 2. Los valores y límites indicados quedan supeditados a la reglamentación de límites permisibles que se hagan del decreto 3930 de 2010.
OD ($mg * L^{-1}$)	>2	
Grasas y aceites ($mg * L^{-1}$)	<15	
Coliformes totales (NMP/100mL)	<15000	
Coliformes fecales (NMP/100mL)	<5000	
Sólidos flotantes	Ausentes	
Sólidos suspendidos totales ($mg * L^{-1}$)	<250	
Nitratos ($mg * L^{-1}$)	<1	
Nitritos ($mg * L^{-1}$)	<10	
Nitrógeno amoniacal ($mg * L^{-1}$)	<0,5	
pH	7-9	
Temperatura del agua (°C)	<40	

Fuente: Tomado de Benavides (2019, p. 26).

Toda esta problemática que atraviesa el territorio de Puerto Colombia - Atlántico se debe articular de forma transversal e interdisciplinar al PRAE de las instituciones educativas, para lograr un trabajo en conjunto con la comunidad, instituciones y organizaciones y se incorpore la problemática ambiental local al quehacer de las Instituciones Educativas, teniendo en cuenta la dinámica natural y socio - cultural del contexto (MAVDT, 2012, p. 27). Además, se debe cambiar la visión reducida del concepto *ambiente* contribuida a la conservación de la naturaleza, la contaminación de residuos sólidos en los cuerpos hídricos o en la deforestación, convirtiéndose en

un concepto que abarca más profundamente la complejidad e impacto natural y social de los problemas y potencialidades ambientales (MAVDT, 2012). Los PRAE contribuyen en el desarrollo de competencias de pensamiento científico y ciudadanas, orientadas al fortalecimiento de los procesos de gestión ambiental, en particular del recurso hídrico, y, por ende, al mejoramiento de la calidad de la educación y de la vida. (Torres, 1996).

A partir de esto, se puede generar la construcción de conocimientos significativos que identifiquen los elementos teóricos, metodológicos y estratégicos de su realidad ambiental, que contribuyan al desarrollo del pensamiento crítico e incida en la transformación de la calidad de vida de la comunidad. Desde esta perspectiva la articulación interinstitucional e intersectorial es la estrategia básica para compartir el conocimiento construido en otras instancias y espacios que faciliten su replicación, de ahí la importancia de la participación de las Secretarías de Educación y Cultura, de las autoridades ambientales y de la empresa privada, entre otros, en el proyecto de transformación de la Cultura del Agua (MAVDT, 2012, p. 36). Según lo anterior, la educación CTSA, que surge en la década de 1970, se enmarca en estos objetivos planteados, debido a que este tipo de educación se originó con el propósito de comprender la ciencia y la tecnología desde su contexto social, así como fomentar los valores que permitan una mayor participación ciudadana responsable en las implicaciones que tenga la ciencia y la tecnología en la sociedad y en cuestiones ambientales (Acevedo, 1997).

6.2. Enfoque CTSA y cuestiones sociocientíficas

El enfoque educativo CTSA posiciona la ciencia desde un contexto cultural, social y político, permitiendo a los estudiantes participar en actividades que desarrollen la reflexión crítica y la toma de decisiones frente a las problemáticas que se les presentan en su contexto (Acevedo, 1997). Es decir, que los estudios CTSA en la enseñanza de las ciencias han permitido la construcción de currículos innovadores, el desarrollo de materiales didácticos y el mejoramiento de las prácticas docentes

(Martínez y Rojas, 2006; Parga & Mora 2020) y también se han propuesto estrategias didácticas para favorecer el aprendizaje de conceptos científicos desde la perspectiva interdisciplinar CTSA (Guerrero & Cabrera, 2004; Parga, 2019). En este enfoque educativo el estudiante y el docente desempeñan roles diferentes desarrollando un ambiente adecuado en el aula para la comprensión, participación y autonomía del proceso de enseñanza- aprendizaje de las ciencias. Como lo mencionan Antolinez et al. (2015) se hace imprescindible repensar qué contenidos pueden impartirse en la educación formal en torno al agua y para qué, y al diseñar e implementar actividades con un enfoque CTSA, se da una idea multidimensional de los diversos factores que intervienen en la solución de problemas científicos y tecnológicos, además de dar una visión histórica y una contextualización de los contenidos enseñados (Ríos y Solbes; 2007; Parga y Piñeros, 2018)

Desde este campo se pueden abordar las CSC, ya que como menciona Martínez (2014) “sus objetivos hacen alusión principalmente a la formación ciudadana, la comprensión de la naturaleza de la C&T, la alfabetización científica y el análisis de dilemas éticos y morales; estos aspectos ya habían sido objeto de investigaciones rotuladas como CTSA.” En este contexto, las CSC son situaciones contextualizadas en la vida real, que se caracterizan por ser divulgadas en medios de comunicación masiva, donde destacan aspectos relacionados con sus intereses; también se evidencian problemas locales y globales que llevan a generar opiniones y acciones a nivel personal y social (Martínez, 2014). Desde las CSC se busca que los estudiantes comprendan la ciencia como una actividad que presenta varias controversias pues trae consigo problemáticas de tipo social que permiten el diálogo de saberes (Martínez et al. 2013).

Las controversias que están presentes en las CSC están relacionadas con conceptos y procedimientos de la ciencia que demandan del estudiante el análisis de causas, consecuencias, desventajas y ventajas de la posición que asuma ante las cuestiones (Martínez, 2014). Por tanto, la enseñanza de la ciencia implica que se dé una comprensión conceptual, procedimental, reconocimiento de valores

sociales, personales y el razonamiento ético y moral (Ratcliffe & Grace, 2003, citado en Martínez, 2014). Es por esto por lo que las cuestiones sociocientíficas permiten que los estudiantes asuman roles en la sociedad, proponiendo diversas explicaciones a cuestionamientos que les ayuden a prepararse para afrontar problemáticas propias de la enseñanza de las ciencias (Sadler & Zeidler, 2014 citado por Martínez & Parga, 2013). En este sentido, se requiere que los estudiantes planteen diferentes argumentos y tomen decisiones basándose en la racionalidad de diferentes posturas controvertidas de un tema científico (Solbes, 2013).

6.3. Pensamiento crítico

El pensamiento crítico integra una serie de actividades intelectuales como actitudinales, donde el estudiante aprende a defender posiciones, explorar y evaluar causas y consecuencias, llegar a conclusiones y soluciones para situaciones problema que se le planteen, es decir, es un conjunto de competencias que permiten tener una manera propia de pensar frente a situaciones sociales (Torres y Solbes, 2017).

Una contribución al pensamiento crítico, desde la enseñanza de las ciencias es la inclusión de debates que promuevan la argumentación, la cual es una operación cognitiva necesaria para proponer conclusiones o llegar a enunciados que se apoyen en pruebas, este tipo de operaciones hacen parte del proceso de pensamiento (Torres y Solbes, 2017). Asimismo, se considera a la argumentación como una actividad social, ya que mediante el uso de argumentos se logra la interacción entre los estudiantes, pues entre ellos mismos valoran y cuestionan los puntos de vista de los demás, siendo de este modo, importante para el desarrollo del pensamiento crítico (Torres y Solbes, 2017).

Además, para que se desarrolle el pensamiento crítico desde el uso de cuestiones sociocientíficas, se plantea una serie de competencias que le dan al estudiante herramientas para que, por medio de confrontaciones de diferentes puntos de vista

y espacios de diálogo y argumentación puedan emitir juicios propios frente a situaciones problema de interés social (Torres y Solbes, 2017). En este sentido, los estudiantes desarrollan competencias de pensamiento crítico al abordar cuestiones socio científicas, pues empiezan a entender la ciencia como una actividad humana con relaciones sociales, ambientales, económicas, culturales y éticas, que presentan cuestiones o controversias, lo cual requiere que los estudiantes se informen sobre los temas, formulen argumentos y conclusiones basados en pruebas, así como el cuestionamiento de estos; también implica que tomen decisiones que promuevan acciones para el mejoramiento y transformación de la realidad (Torres y Solbes, 2017).

6.4. Unidades didácticas

En este sentido, el diseño de unidades didácticas (UD) a partir de estos enfoques educativos motiva el aprendizaje de los estudiantes y planteamientos de soluciones frente a las problemáticas ambientales que enfrentan en sus contextos. Debido a que la UD es un conjunto de elementos educativos interrelacionados que permiten el desarrollo de habilidades como el pensamiento crítico, enmarcadas en un contexto de reorientación y diseñada a partir de unos objetivos que se dan en las experiencias de enseñanza-aprendizaje (Antolinez et al. 2015, p. 22), además es una hipótesis de trabajo por parte del profesor (Parga, 2015) respecto al diseño microcurricular. La planificación y secuenciación de una unidad didáctica está determinada por los contenidos, metodologías, actividades y pautas de evaluación que ayuden a cumplir los objetivos planteados para cada área, siendo uno de los mayores retos para los docentes. Los conceptos, procedimientos y actitudes implicados en el desarrollo de la UD serán las referencias comunes a los sujetos implicados en el proceso de comunicación inherente a la acción educativa (Sánchez & Pérez, 1993).

Las unidades didácticas con enfoques CTSA facilitan los procesos de interrelación de los contenidos a nivel social, ambiental, científico y tecnológico de los

estudiantes, que posibilita a su vez, asumir una postura crítica ante la controversia tal como la relacionada con la contaminación de los vertimientos de los cauces de Puerto Colombia - Atlántico. Esta unidad didáctica desarrolla, como lo menciona Shulman, “las formas más útiles de representación de estas ideas; las analogías, ilustraciones, ejemplos, explicaciones y demostraciones más poderosas; en pocas palabras, las formas de representación y formulación del tema que lo hace comprensible a otros” (Shulman, 1987, p. 9). De esta manera, el diseño y la aplicación de estas propuestas educativas influirá en la práctica docente, partiendo de lo que se enseña, como se enseña y evaluando el contexto del estudiante para fomentar espacios de intervención dialógica y desarrollar el pensamiento crítico de los estudiantes y de algunos integrantes de la comunidad.

Debido a que el componente interdisciplinar propio del enfoque favorece la contextualización de la enseñanza de las ciencias, como las discusiones y reflexiones en torno a las problemáticas y desafíos que impone la sociedad actual para los profesionales en formación, cuyas competencias requieren de actitudes propositivas, del desarrollo de una reconstrucción social crítica y, por ende, una participación activa en las distintas realidades donde se encuentren inmersos (Chinome et al. 2021), es decir, la educación en ciencias y la educación química debe favorecer la resolución de problemas actuales del mundo (Parga, 2021).

7. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

7.1. Enfoque Metodológico

Este proyecto de investigación se estructuró dentro una metodología cualitativa y un paradigma participación-acción cuyo propósito fue analizar los elementos teóricos y metodológicos que se deben incorporar en una unidad didáctica con un enfoque CTSA fundamentada en una CSC relacionada con la contaminación hídrica y que fomente la argumentación en ciencias en los estudiantes de grado once de la Institución Educativa San Nicolás Tolentino y de algunos integrantes de la comunidad de Puerto Colombia-Atlántico.

Como lo menciona Sampieri et al. (2010) el paradigma de participación-acción se debe entender como el estudio de un contexto social que tiene la finalidad de mejorar la acción dentro de él, en este sentido, pretende resolver problemas cotidianos e inmediatos (p. 510). En este paradigma investigativo se integran de manera útil y eficiente tres pilares: los participantes que están en el contexto de la problemática son los más capacitados para abordarlo, su conducta está influenciada por su entorno y la metodología cualitativa que es la mejor para abordar el estudio en entornos naturalistas.

Plantear la investigación desde una metodología cualitativa permite una percepción con un carácter más abierta y flexible. Así pues, los diseños cualitativos brindan herramientas que posibilitan comprender a las personas y sus contextos, proporciona profundidad a los datos, riqueza interpretativa, contextualización del entorno y está dirigida a las experiencias de los participantes. Por otra parte, para el análisis de datos se basa en el análisis de textos y material audiovisual, dando un significado más profundo a los resultados (Sampieri et al. 2010, p. 16).

Este tipo de investigación analizó los elementos teóricos y metodológicos que se deben incorporar en una unidad didáctica fundamentada en cuestiones sociocientíficas, para que los estudiantes y algunos integrantes de la comunidad

mejoren su nivel de argumentación secuencialmente; esto respecto al problema, permite explicarlo, comprenderlo partiendo de un punto de referencia que indica qué se va a explorar, es decir, los objetivos, cómo se procederá (estrategia) y qué técnicas se van a usar para la recolección de datos para su posterior análisis (Monje, 2011).

En tal sentido se partió de un interés por conocer, estudiar y analizar la perspectiva de los estudiantes y algunos integrantes de la comunidad frente a las causas, efectos y consecuencias que ha generado esta problemática local, así como también se determinaron los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos que determinan la calidad del agua en estos cuerpos hídricos.

7.2. Participantes y contexto regional de la investigación

Para el estudio de los resultados obtenidos en el pilotaje de las actividades correspondientes a la unidad didáctica se tomó como muestra 2 de 26 estudiantes del curso 1101 debido a que se observó en sus construcciones textuales una estructura argumentativa más completa, comprendidos en un rango de edad de 16 a 18 años, se llevaron a cabo las sesiones de manera presencial en las instalaciones de la institución educativa. Además, se escogieron cinco integrantes de la comunidad ambiental de Puerto Colombia, con un rango de edad de 33 a 56 años (ver anexo 2), compuesto de tres mujeres y dos hombres. Las sesiones se desarrollaron a los alrededores del cuerpo hídrico de Arroyo Grande. Cabe resaltar que este proyecto de investigación se realizó en conjunto con la fundación semilla criolla, fundada y dirigida por Irene Criollo desde el año 2004 con el objetivo de promover el bienestar y la calidad de vida de los individuos, el cuidado de la naturaleza y la convivencia pacífica, en este sentido su visión es crear un refugio natural para preservar la biodiversidad de los ecosistemas.

Por otra parte, el contexto territorial donde se desarrolló el trabajo es en el Departamento del Atlántico. Este se reconoce por contar con una extensión de aproximadamente 64.5 km de zona costera, incluyendo los municipios de Puerto

Colombia, Tubará, Juan de Acosta, Luruaco, entre otros y representa el 4% del Caribe Colombiano. Puerto Colombia es un municipio localizado al noroccidente del departamento de Atlántico, perteneciente al área metropolitana del distrito de Barranquilla y es reconocido por ser la sede del primer puerto marítimo para embarque y desembarque de mercancías. Hasta el año 2018, según estadísticas oficiales del DANE, Puerto Colombia presentaba una población de 47.899 habitantes; además de contar con 93 km² de territorio y 18 kilómetros de playa situados sobre el Mar Caribe y extendidos a lo largo de Sabanilla, Salgar, Pradomar y Miramar (Velásquez, Londoño y Patiño, 2020, p. 14). Dispone de varias ciénagas entre las que destacan Mallorquín, Manatíes, Aguadulce, el Rincón o Lago del Cisne, el Salado y Balboa, así como algunos afluentes pluviales como el Arroyo Grande que desemboca en Balboa y el Mar Caribe (Alcandía Municipal de Puerto Colombia, 2022).

El Arroyo Grande es considerado el más grande de la cuenca y la corriente más larga, posee su nacimiento al oeste del municipio en Baranoa, presentando una buena cobertura vegetal y es un área estratégica para la recarga de acuíferos. Algunos de sus vertimientos son provenientes de Lagunas Anaeróbicas y de tratamientos de aguas vertidas que son un factor determinante para la contaminación de este cuerpo hídrico.

Por otra parte, el ecosistema del Lago del Cisne se caracteriza por ser un bosque seco tropical que sirve de refugio para la biodiversidad, posee una alta cantidad de sedimentos aportados por las lluvias y en la extracción del agua para la práctica de riego se disminuye sustancialmente este cuerpo hídrico; debido a que su principal afluente es el Arroyo León enfrenta una problemática de contaminación bastante grave. A continuación, en la Tabla 1, se presentan los resultados recopilados de estudios fisicoquímicos y microbiológicos realizados anteriormente en los años 2012-2014 por la CRA y 2019 por otras entidades (universidades, líderes y organizaciones ambientales) en estos cuerpos hídricos. Cabe resaltar que no se han encontrado gran cantidad y estudios recientes de los vertimientos de los cauces

Arroyo Grande, Arrollo León y Ciénega de Mallorcaín, y en cuanto al cuerpo hídrico del Lago del Cisne no se encontraron resultados.

Tabla 1.

Recopilación de datos de estudio realizados anteriormente en estos cuerpos hídricos.

Parámetro fisicoquímico/ microbiológico	Ciénega de Mallorcaín		Arroyo grande	Arroyo León
	2012-2013	2019	2013	2019
Año	2012-2013	2019	2013	2019
Temperatura (°C)	N.R	<33	33	<33
pH	7,98-7,88	8,4-9,2	N.R	7,17-7,94
Oxígeno disuelto ($mg * L^{-1}$)	5,89	3,0-4,0	8,2	0,33-2,79
Demanda Biológica de Oxígeno ($mg * L^{-1}$)	6,22-6,06	15.00	N.R	5,05-92
Demanda química de Oxígeno ($mg * L^{-1}$)	18,30-19,00	N.R	N.R	18,9
Grasas y aceites ($mg * L^{-1}$)	N.R	N.R	N.R	N.R
Sólidos flotantes	Presencia	Presencia	Presencia	Presencia
Sólidos suspendidos totales ($mg * L^{-1}$)	356,00	715,00	N.R	7-100
Coliformes Totales NMP/100mL	1339	N.R	N.R	
Coliformes Fecales NMP/100mL	549	706.800	N.R	800
Olores ofensivos	Ausencia	N.R	Presencia	Presencia

Fuente: Elaboración propia

Respecto a los participantes de la investigación, este trabajo se orientó hacia los estudiantes de grado once de la Institución Educativa San Nicolás Tolentino y algunos integrantes de la comunidad de Puerto Colombia - Atlántico. Debido a que la institución y la comunidad se encuentran inmersas en una problemática ambiental relacionada con la contaminación, por lo que es fundamental que posean la capacidad de generar soluciones y reflexionar frente al cuidado, uso e importancia de estos los cuerpos hídricos. En este sentido según los Derechos Básicos de Aprendizaje (DBA) y los Estándares básicos de competencias (EBC) se escogió grado once para desarrollar la unidad didáctica, debido a que como se menciona en los DBA el estudiante “analiza cuestiones ambientales actuales, como el calentamiento global, contaminación, tala de bosques y minería, desde una visión sistemática (económico, social, ambiental y cultural)” (MEN, 2016, p.39) y según los EBC “identifica cambios químicos en la vida cotidiana y en el ambiente” (MEN,

2004, p.22). Por otra parte, el docente como lo mencionan Antolinez et al. (2015) es un observador participante de esta investigación, quien orienta el desarrollo de las actividades de la unidad didáctica, según sus necesidades y metas propuestas (p. 27).

7.3. Fases de la investigación e instrumentos de recolección de datos

De acuerdo con los objetivos específicos formulados, el trabajo se estructuró en 3 fases.

- Fase 1 Caracterización: caracterización de la comunidad de Puerto Colombia Atlántico y de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos que determinan el grado de contaminación del agua en los vertimientos de los cauces Arroyo Grande y Lago del Cisne. Para ello se tomaron algunas muestras y se hizo el análisis fisicoquímico y microbiológico que determina el grado de contaminación de estos cuerpos de agua. Además, se realizaron cuestionarios y entrevistas a miembros de la comunidad para analizar su perspectiva de la problemática ambiental de contaminación hídrica en la zona. El cuestionario se estructuró en cinco partes (ver anexo 1), la primera parte fue una introducción que constó de una presentación del propósito de estudio y la explicación de la confidencialidad de las respuestas; en la segunda parte se recopilaron los datos básicos como edad y nivel educativo de la muestra y brindan contextos en las respuestas.

Con la tercera parte de este cuestionario se identificaron las experiencias y vivencias en relación con la contaminación hídrica de Arroyo Grande, proporcionando una perspectiva más profunda sobre la relación del entrevistado con la problemática. La cuarta parte fue la participación comunitaria y educativa, con el fin de investigar sobre la intervención de las diferentes entidades gubernamentales, instituciones educativas u organizaciones ambientales en estos temas, estas preguntas proporcionan

información valiosa sobre la dinámica social y la participación ciudadana en el territorio. Y por último la quinta parte se constituyó de la indagación de las perspectivas y opiniones en relación con temas relevantes para el estudio como políticas públicas, causas y consecuencias en la salud, aspectos antrópicos, políticos, culturales, económicos que influyen en esta problemática, así como también los parámetros fisicoquímicos que determinan la calidad de las aguas. Por otra parte la entrevista constó de cuatro fases: la primera fase preparatoria, el cual es el momento donde se plantean los aspectos organizativos como son objetivos, redacción de las preguntas orientadoras y la selección de la población; la segunda fase fue la apertura, la cual fue el momento de la presentación de la investigación y de la solicitud para firmar el consentimiento informado para grabar la entrevista realizada. Por último, la tercera fase constituyó el intercambio de información siguiendo las once preguntas diseñadas es cuando el entrevistador hace uso de sus recursos para obtener la información que se requiere (Bravo et al, 2013, p.164).

- Fase 2 Diseño de la propuesta: Diseño de una Unidad Didáctica desde una CSC centrada en la contaminación del agua del cuerpo hídrico de Arroyo Grande de Puerto Colombia-Atlántico y que fomente la argumentación en los estudiantes de grado once de la Institución Educativa San Nicolás Tolentino y en algunos integrantes de la comunidad de Puerto Colombia. Para este diseño en un primer momento se identificaron los elementos teóricos y metodológicos que se deben incorporar en la UD mediada desde la CSC para fortalecer la argumentación en ciencias, se realizó un rastreo bibliográfico de artículos científicos, tesis de grado, libros, noticias, unidades didácticas, entre otros.

Para ello se establecieron cuatro criterios buscando investigaciones de temas relacionados con el diseño de UD mediadas desde cuestiones

sociocientíficas, enfoque CTSA, estudios realizados anteriormente para determinar la calidad del agua de estos cuerpos hídricos, y por último la argumentación en ciencias. De igual manera en la identificación de los elementos teóricos y metodológicos se presentaron tres momentos: previos al diseño, durante el diseño y durante el pilotaje. En el segundo momento se diseñó la UD con un enfoque CTSA mediada desde la cuestión sociocientífica: Arroyo Grande: es fuente de vida o fuente de una problemática ambiental, con el objetivo de promover la argumentación en ciencias de los estudiantes y algunos integrantes de la comunidad. La UD se configuró con cinco actividades que se desarrollaron presencialmente, los datos recolectados fueron de manera audiovisual y escrita. Los diferentes instrumentos aplicados en su gran mayoría fueron diseñados a partir de preguntas abiertas con el fin de que los participantes argumentarán sus respuestas, además contó con prácticas de laboratorio insitu para determinar la calidad del agua de este arroyo y por último se buscaron posibles soluciones para disminuir esta contaminación hídrica y afectación en el ecosistema.

- Fase 3. Diagnóstico del nivel de argumentación y del pensamiento crítico de los estudiantes de la Institución Educativa San Nicolás Tolentino y de algunos integrantes de la comunidad de Puerto Colombia-Atlántico a partir del pilotaje de cuatro de las cinco actividades diseñadas en la UD: memoria química del agua, ¡Cambios físicos y químicos en Arroyo Grande!, ¡Calcula tú mismo estos parámetros fisicoquímicos!, Divulgación científica: La contaminación hídrica de Arroyo Grande y ¡El manglar, una posible solución a esta problemática! Este diagnóstico se realizó por medio de los niveles de argumentación planteados por Sarda y Sanmartí (2000), fundamentados en tres elementos base de la estructura del texto argumentativo que son el hecho, la justificación y la conclusión. Los niveles de argumentación mencionados se organizan en la tabla 2. Además, para el proceso evaluativo

de las respuestas a las actividades diseñadas, se tomaron cuatro criterios de evaluación: necesita mejorar, básico, satisfactorio y sobresaliente, los cuales le permiten al estudiante conocer previamente los criterios que debe tener en cuenta cuando desarrolle cada actividad y los conceptos o conocimientos que debe ir aprendiendo. Se escogió una rúbrica de tipo analítica ya que “esta incluye aspectos a evaluar globalizados en dimensiones y criterios que describen clara y explícitamente cada uno de los niveles de desempeño para cada dimensión, permitiendo emitir juicios de calidad respecto del trabajo de los estudiantes a través de una escala progresiva de niveles de desempeño que corresponden a rangos de ejecución de una tarea” (Allen y Tanner, 2006 citado en Vasquez, 2022).

Tabla 2

Niveles de argumentación según Sarda y Sanmartí

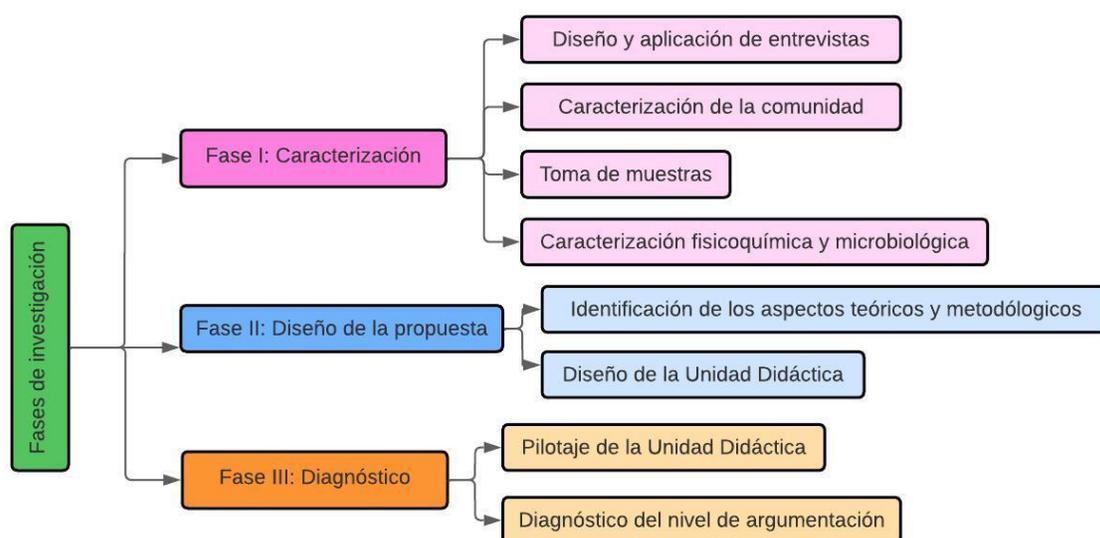
Nivel de Argumentación				
Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5
Textos que sólo presentan dos componentes entre los que no existe ningún tipo de relación argumentativa o sólo uno de los componentes de la estructura.	Textos que presentan sólo dos de los tres componentes fundamentales entre los cuales existe algún tipo de relación para dar sentido a los mismos dentro del texto.	Textos que presentan los tres componentes fundamentales, pero no existe una conexión explícita o implícita entre algunos de ellos, que permita un significado global a la estructura del texto	Textos que poseen los tres componentes al menos de manera implícita, pero no existen argumentos para reforzar la justificación principal. Sin embargo, se observa una conexión entre las partes que da significado a la estructura global del texto.	Textos que presentan una estructura argumentativa completa al poseer los hechos o afirmación, la justificación (y para reforzar la justificación, al menos un tipo de argumento (proargumento, contraargumento o fundamentación) y la conclusión explícita y que además existe una conexión entre estas partes para dar un significado global a la estructura del texto.

Fuente: Tomado de Vásquez (2022, p.58)

Estas fases permitieron dar cuenta del objetivo general relacionado con analizar los elementos teóricos y metodológicos que se deben incorporar en una unidad didáctica fundamentada una cuestión sociocientífica, sobre la contaminación hídrica que fomente la argumentación de los estudiantes de la Institución Educativa San

Nicolás Tolentino y algunos integrantes de la comunidad de Puerto Colombia-Atlántico (Figura 1).

Figura 1. Fases de investigación.



Fuente: Elaboración propia

7.4. INSTRUMENTOS

7.4.1. Instrumento para la caracterización de la comunidad

El primer instrumento diseñado para la primera fase de caracterización constó de un cuestionario aplicado a 26 participantes (P) de la comunidad de Puerto Colombia Atlántico (ver anexo 2), debido a que el cuestionario permitió obtener información necesaria relacionada con el fenómeno social estudiado, saber cómo o por qué ocurre, y especialmente en el caso de que sea necesario conocer la opinión de una gran cantidad de personas (Martínez, 2002).

El segundo instrumento fue una entrevista realizada a 6 entrevistados miembros de la comunidad del municipio (ver anexo 3), la cual posibilitó conseguir los significados

que los entrevistados les dan a determinados temas en cuestión, contribuye al investigador a comprender de manera profunda el discurso, puntos de vista, opiniones, valoraciones y emociones; es por esto por lo que proporciona información más detallada, ya que se adapta al contexto del entrevistado (Díaz et al., 2013). El análisis de los datos a nivel cualitativo se realizó a partir de los resultados obtenidos de manera audiovisual y escrita en la primera fase de esta investigación, donde se realizó la categorización de los datos cualitativos recopilados en las entrevistas y cuestionarios desarrollados por los participantes mencionados anteriormente, frente a la cuestión sociocientífica “Arroyo Grande: ¿Es fuente de vida o fuente de una problemática ambiental?”.

7.4.2. Instrumento para la caracterización fisicoquímica y microbiológica

Por otra parte, en la primera fase se realizó el análisis cuantitativo, en la que se tuvieron en cuenta datos cuantitativos provenientes del análisis de algunos parámetros fisicoquímicos como OD, DBQ, sólidos totales, sólidos suspendidos totales, nitratos (NO_3^-), lípidos, fosfatos (PO_4^{3-}), hierro (Fe^{2+}), cloruros (Cl^-), pH, color y temperatura y microbiológicos (coliformes totales y fecales), que determinan la calidad de agua para estos cuerpos hídricos, cotejando los resultados obtenidos con la Resolución 258 de 2011 de la Corporación Autónoma Regional del Atlántico (CRA). Los datos del análisis cuantitativo se emplearon como un criterio para la justificación del diseño y pilotaje de la unidad didáctica; además que cuando se observa que la unidad es coherente con el tipo de investigación que se está realizando, se debe tener en cuenta que las características que posea el elemento no sean ambiguas, sean entendibles y que permitan mediciones y comparaciones (Posada, 2016).

7.4.3. Parámetros Fisicoquímicos

Para la determinación de algunos de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en el laboratorio y en el sitio del arroyo se realizó la toma de

muestras de cada cuerpo hídrico teniendo las siguientes especificaciones: el punto de muestreo de Arroyo Grande y Lago del Cisne se escogió teniendo en cuenta tres factores: fácil acceso, presencia de carga contaminante y una influencia ambiental sobre el ecosistema. Para la toma de muestras de agua de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos en el laboratorio, se utilizó un beaker de plástico esterilizado de 200 mL para la recolección de la muestra, y posteriormente se pasó a un recipiente transparente de plástico estéril; en el transporte y preservación de estas se tuvieron en cuenta las medidas de tiempo, refrigeración, valores de pH <2 y acidificación con ácidos fuertes como se puede observar en la tabla 3. Por otro lado, para los análisis In Situ, se tomaron las muestras en el beaker plástico de 200 mL y se desarrollaron las pruebas con los kits correspondientes a cada parámetro. Cabe aclarar que debido a que la universidad no cuenta con los equipos para determinar los parámetros microbiológicos de coliformes totales y fecales, el resultado obtenido fue por parte de los laboratoristas de la Universidad del Norte en Barranquilla.

Tabla 3.

Protocolos para toma de muestras.

Parámetro	Tipo de medición	Preservación	Refrigeración
Cloruros (Cl ⁻)	Medición In Situ		
Nitratos (NO ₃) ⁻	Medición In Situ / Laboratorio		Si a 4°C
Fosfatos (PO ₄) ³⁻	Medición In Situ / Laboratorio	H ₂ SO ₄ pH<2	Si
Dureza	Medición In Situ / Laboratorio	HNO ₃ pH<2	No
Oxígeno Disuelto	Medición In Situ		
pH	Medición In Situ		
Temperatura	Medición In Situ		
Color	Medición In Situ		
Alcalinidad	Medición In Situ / Laboratorio		Si a 4°C
Demanda química de oxígeno	Laboratorio	H ₂ SO ₄ pH<2	Si a 4°C
Ensayo de Jarras	Laboratorio		Si a 4°C
Lípidos	Laboratorio		Si a 4°C
Sólidos Totales	Laboratorio		Si a 4°C
Sólidos Suspendidos Totales	Laboratorio		Si a 4°C
Hierro	Laboratorio	HNO ₃ pH<2	No
Coliformes totales	Laboratorio		Si a 4°C

Fuente: Elaboración propia

7.4.4. Unidad Didáctica

La Unidad Didáctica diseñada promovió la argumentación en algunos integrantes de la comunidad de Puerto Colombia y en los estudiantes de la Institución Educativa San Nicolás Tolentino, desde la incorporación de elementos teóricos y metodológicos que involucren a los estudiantes y a la comunidad en estrategias que les permita asumir una postura crítica por medio de la construcción de argumentos que aborden la CSC de la problemática ambiental de contaminación hídrica de Arroyo Grande. Cabe aclarar que para el diseño de la UD se tuvieron en cuenta las dimensiones conceptuales, procedimentales y actitudinales ya que son fundamentales para lograr el desarrollo personal y social a través de habilidades argumentativas. En la dimensión conceptual se analizan los argumentos por medio de controversias generadas de la CSC y están basados en datos, hechos, fenómenos, acontecimientos o investigaciones científicas. Por otra parte, en la dimensión procedimental el estudiante asume un rol activo, donde realiza, propone y desarrolla actividades con el fin de aumentar progresivamente el nivel de argumentación. Finalmente, la dimensión actitudinal desde una CSC involucra aspectos axiológicos, éticos, morales, religiosos y culturales de los participantes (Martínez & Villamizar, 2014).

En este sentido, por medio de la argumentación se pretendió que se comprendieran problemas reales, analizados desde contenidos científicos con problemáticas presentes en el contexto, se fortaleciera la capacidad de comunicación, el pensamiento crítico y la capacidad de decisión (Vásquez, 2022). Por ende, para promover la argumentación se pretende problematizar la enseñanza de la ciencia en busca de contextos ricos en elementos discursivos que fomenten la discusión, la comparación, el análisis, el desarrollo de argumentos y conclusiones, de manera que, el conocimiento científico facilite al estudiante y a la comunidad un tipo de participación en la sociedad que no se limite a reproducir o consolidar relaciones ya establecidas, sino que se plantee nuevas preguntas y se tomen decisiones (Vásquez, 2022).

De acuerdo con esto la UD se conformó por cinco actividades, las cuales se desarrollaron de manera presencial y por separado con cada una de las poblaciones que participaron. Esta se diseñó a partir de la CSC: “Arroyo grande: es fuente de vida o fuente de una problemática ambiental”. Esta tuvo el objetivo de promover el pensamiento crítico y la argumentación en ciencias. Cada actividad integra una serie de elementos conceptuales, procedimentales y actitudinales necesarios para abordar la CSC, permitiendo mejorar secuencialmente el nivel de argumentación de cada participante. La UD se enfoca en los ejes centrales de esta investigación: calidad del agua de Arroyo Grande, aspectos sociales, culturales, económicos y políticos que influyen en esta contaminación hídrica, y las posibles soluciones que se pueden implementar o desarrollar con la comunidad para reducir esta problemática ambiental. Cabe resaltar que se pilotearon las actividades 1,2,3 y 5 en 8 sesiones con la comunidad alrededor del arroyo, y en dos sesiones las actividades 1,2 y 3 con los estudiantes de grado once en el espacio académico de química en las instalaciones de la institución educativa, la actividad 4 no se piloteo por cuestiones de tiempo ya que implicaba un desarrollo en conjunto con las dos poblaciones. Cada actividad presenta unos indicadores de evaluación los cuales permiten identificar las habilidades argumentativas que deben desarrollar los estudiantes o integrantes de la comunidad al final de cada actividad (ver anexo 6). Las actividades diseñadas son:

- **Memoria química del agua:** Esta actividad se divide en dos momentos, en el primero se desarrolla una rutina de pensamiento, donde los participantes observan unas imágenes del arroyo y responden tres preguntas: ¿Qué observas?, ¿Qué piensas de eso? y ¿Qué preguntas te surgen? En el segundo momento se realiza una lectura grupal del texto escrito por las docentes titulado ¡la memoria química del agua!, en la cual se aborda el origen, la composición, propiedades y características del agua; por último, los participantes responden una serie de preguntas para identificar sus conocimientos previos frente a este tema.

- **Cambios físicos y químicos en Arroyo Grande:** en esta segunda actividad los estudiantes y algunos integrantes de la comunidad relacionan los lugares contaminantes con los aspectos y/o compuestos que producen la contaminación hídrica de Arroyo Grande. Primero se realiza la lectura de la noticia “Coloración roja del arroyo Grande se debe a un alga” publicada por diario local el Heraldo para identificar los aspectos éticos y morales de los participantes frente a esta controversia, de igual manera responden al finalizar la lectura unas preguntas orientadoras. Segundo, a partir de un mapa entregado por las docentes que muestra el recorrido del arroyo por todo el municipio, los participantes identifican los puntos donde se genera mayor contaminación por residuos sólidos y clasifican en un cuadro los residuos o contaminantes que se encuentran presentes, así como también las consecuencias que estos generan.
- **¡Calcula tú mismo estos parámetros fisicoquímicos!**: La tercera actividad se fundamenta en el desarrollo de una práctica de laboratorio in situ para determinar algunos parámetros fisicoquímicos que determinan la calidad del agua de Arroyo Grande. Para ello se realizan siete grupos de trabajo donde están distribuidos los 8 participantes objeto de estudio y se entregan los kits suministrados por la universidad, realizando la explicación previamente del procedimiento para cada uno de ellos. Cada grupo determina la concentración de un parámetro fisicoquímico, los datos se registran en una infografía diseñada por las docentes para posteriormente analizar en conjunto los resultados obtenidos a partir de unas preguntas orientadoras y los límites de control establecidos que determinan la calidad del agua.
- **Divulgación científica, la contaminación hídrica de Arroyo Grande:** en esta actividad se desarrolla un podcast con los estudiantes y algunos integrantes de la comunidad, para analizar la relación entre los parámetros fisicoquímicos y los aspectos sociales que han aumentado la contaminación hídrica de Arroyo Grande desde la argumentación en ciencias. En un primer momento los estudiantes encargados de dar inicio al podcast realizaron a

partir de una consulta, un libreto que describiera el parámetro fisicoquímico determinado en la actividad anterior con ayuda de unas preguntas orientadoras planteadas. Luego de las intervenciones de los estudiantes, algunos integrantes de la comunidad intervinieron para dar respuesta a unas preguntas que abordan los aspectos sociales, económicos, ambientales, culturales y políticos que han aumentado la contaminación, igualmente según la percepción algunos integrantes de la comunidad, las consecuencias que han provocado en la salud de los habitantes esta problemática ambiental.

- **¡El manglar, una posible solución a esta problemática!**: La última actividad consistió en un primer momento, en realizar una lluvia de ideas entre todos los participantes de las posibles soluciones que se podrían implementar con la comunidad en el cuerpo hídrico para disminuir la carga contaminante. En un segundo momento se escogió una de las posibles soluciones la cual fue el manglar y posteriormente se observó un video explicativo de las características, propiedades e importancia de los manglares para los ecosistemas realizado en conjunto con la fundación semilla criolla y demás organizaciones ambientales del municipio. Para tener un fundamento teórico más sólido, de igual manera se observó una charla con expertos abordando dichos temas. Por último, gracias a donaciones de los mismos participantes se realizó la siembra de manglares alrededor del cuerpo hídrico contribuyendo a disminuir la carga contaminante de estas aguas y a la recuperación del ecosistema.

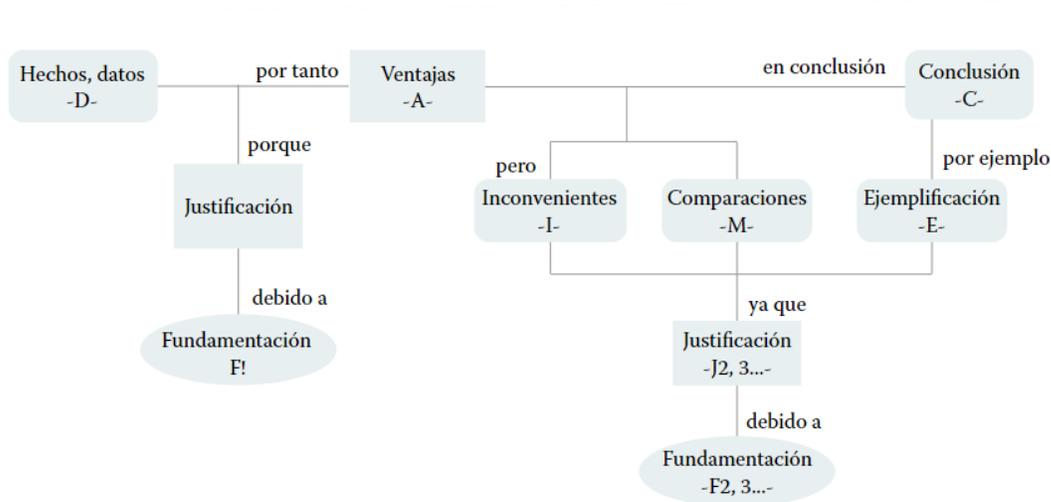
7.4.5. Instrumento para identificar la promoción de la habilidad argumentativa

Así, con lo descrito, para la evaluación de los argumentos construidos fue necesario tener en cuenta como lo menciona Cuenca (1995) algunos elementos fundamentales para la argumentación como lo son objeto, locutor. En este orden, el primer elemento se basa en cualquier tema que cause controversia y el segundo es

quien plantea un punto de vista sobre el objeto y toma una postura. Por otra parte, se manifiestan tres elementos importantes en la construcción de un argumento: la tesis que es la idea central de la cual se reflexiona, el cuerpo argumentativo construido por el proceso reflexivo que desarrolla la idea principal y por último la conclusión que puede ser tanto inductiva (tesis hallada tras el razonamiento) y deductiva, donde se recoge las ideas planteadas en la argumentación (Cuenca, 1995). Cabe resaltar que para la organización y el análisis de las construcciones de los argumentos escritos y orales elaborados por los estudiantes y algunos integrantes de la comunidad de Puerto Colombia durante el desarrollo de la tercera fase, se utilizaron matrices de vaciado las cuales facilitan el análisis de la información obtenida pues permiten establecer relaciones entre las diversas respuestas y cruzar variables con relación a criterios ya establecidos (FAO, 2004).

Partiendo de esta distribución argumentativa, las construcciones de los argumentos desarrollados en las actividades por los estudiantes y algunos integrantes de la comunidad se evaluaron a partir del esquema del texto argumentativo propuesto por Sardá y Sanmartí, el cual permite destacar la importancia de las relaciones lógicas que debe incluir un texto argumentativo teniendo en cuenta la secuencia textual, conectores, la correspondencia entre los hechos y la conclusión como se muestra en la figura 2 (Álvarez & García, 2023).

Figura 2 Estructura del texto argumentativo



Fuente: tomado de Álvarez y García, (2023).

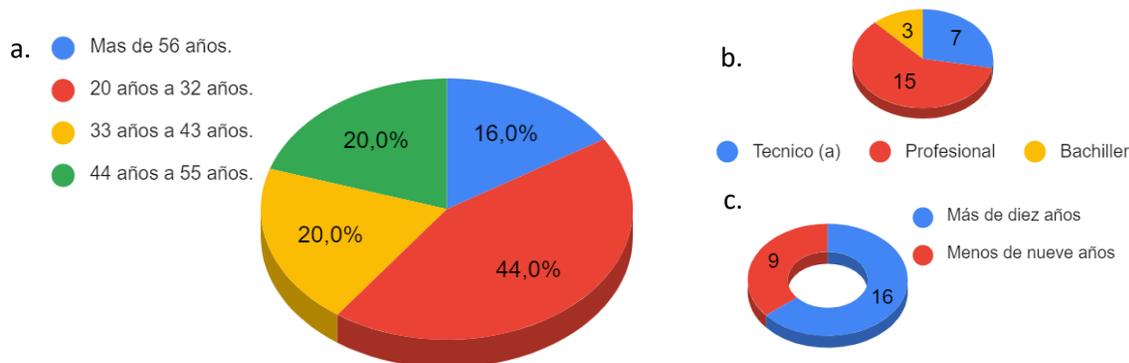
8. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

8.1. Caracterización de la comunidad y parámetros fisicoquímicos

Cumpliendo con el primer objetivo específico y primera fase de investigación se realizó la caracterización de algunos integrantes de la comunidad a través de un cuestionario diseñado y aplicado a 25 personas de la comunidad de Puerto Colombia (Ver anexo 2), este cuestionario fue resuelto por personas de diferentes rangos de edad, el 60% con un nivel de escolaridad profesional, el 28% grado técnico y el 12% bachiller, habitando 16 participantes en el territorio hace más de 10 años y nueve hace menos de 9 años (ver figura 3). Se identificó que 23 de los 25 integrantes de la comunidad que respondieron el cuestionario conocían la ubicación del Arroyo Grande y 16 vivían cerca del cuerpo hídrico, además, todos reconocieron la presencia de la contaminación de las aguas y la importancia de abordar esta problemática ambiental desde las instituciones educativas (ver tabla 4). Por último, el cuestionario permitió identificar que según la percepción de algunos integrantes de la comunidad ninguna entidad gubernamental interviene

para determinar la calidad del agua y que solo el 40% de los participantes conoce cuáles son algunos de los parámetros fisicoquímicos que determinan la calidad del agua (ver tabla 5), como mencionan el P20 “DQO, DBO, coliformes, mercurio, plomo” y el P12 “Oxígeno, dureza, fosfatos y nitratos.

Figura 3 a) Rangos de edades, b) Nivel educativo, c) Tiempo habitando en el territorio.



Fuente: Elaboración propia

Tabla 4 Importancia de abordar desde la enseñanza de la química la problemática de la contaminación hídrica, especialmente Arroyo Grande.

Descripción	Participantes				
<p>¿Considera necesario que se aborde esta problemática ambiental en las instituciones educativas?</p> <table border="1"> <tr> <td>Totalmente de acuerdo</td> <td>24,0%</td> </tr> <tr> <td>De acuerdo</td> <td>76,0%</td> </tr> </table>	Totalmente de acuerdo	24,0%	De acuerdo	76,0%	<p>P11. Es supremamente importante porque si el joven y niño conoce la realidad de la problemática, inicia un proceso crítico.</p> <p>P19. Es importante para sensibilizar a los jóvenes de las problemáticas ambientales locales.</p> <p>P6. Debido a que muchas veces uno cae en el error de botar los residuos orgánicos al arroyo por la desinformación, es necesario que estos temas se traten en los espacios educativos</p>
Totalmente de acuerdo	24,0%				
De acuerdo	76,0%				

Fuente: Elaboración propia

Tabla No 5 Parámetros fisicoquímicos que determinan la calidad del agua según los participantes.

Descripción	Participantes
<p>¿Conoces algún parámetro fisicoquímico que determine la calidad del agua?</p>	<p>P12. Oxígeno, dureza, fosfatos y nitratos.</p> <p>P20. DQO, DBO, coliformes, mercurio, plomo</p> <p>P7. pH y alcalinidad.</p>



Fuente: Elaboración propia

Por otra parte, se realizaron entrevistas a 6 de las 25 personas que respondieron el cuestionario para la caracterización de la comunidad, las cuales posibilitaron identificar las representaciones sociales, culturales, políticas y ambientales predominantes en torno a la contaminación de las fuentes hídricas, especialmente de Arroyo Grande. Por otra parte, las tres categorías emergentes del proceso iterativo del análisis de las preguntas abiertas de la entrevista (ver anexo 4) fueron: primero, la importancia de abordar esta problemática ambiental desde la enseñanza de la química en las instituciones educativas como lo menciona el entrevistado (Ent) 4 *“Específicamente no se aborda esa problemática, todavía es como un muy summer el tema de cuidemos el agua simplemente es como una campaña publicitaria que hacen”* y Ent 3 *“No se aborda las problemáticas ambientales, debería ser como una materia reglamentaria”*. Segundo los aspectos sociales, políticos y culturales que han influenciado o contribuido en la contaminación hídrica, como se puede apreciar en lo político el Ent 2 afirma:

“una de las causas sería la falta de separación en la fuente de residuos sólidos como tal no hay no ha existido una política de educación ambiental para realizar segregación, separación en la fuente de residuos y eso se evidencia en todos los residuos que terminan en los arroyos y terminan en el mar”.

Además, para evidenciar el factor social, el Ent 1 resalta:

“las causas, lo principal es la falta de cultura ciudadana y de apropiación que tienen los habitantes de puerto Colombia, muchos no tienen la conciencia, ni el interés en cuidar su entorno con el tema de las basuras, botan a los arroyos la basura y a la calle, pero eso viene

también porque la educación no se los ha permitido digamos ver. Yo estuve haciendo una encuesta con 150 madres del municipio y tristemente la realidad que arrojó es que no tienen la educación suficiente como para entender esos temas o que al menos les interese porque tampoco han estudiado.”

Por otra parte, para reconocer el factor cultural y económico, el Ent 4 comenta

“En el ambiente y en la salud, sobre todo en lo económico porque si tenemos unos sitios atractivos, tan hermosos pues la falta de cuidado, la falta de amor, la falta de atención y en la forma como lo intervenimos no hace que el territorio sea sostenible y eso pues hoy en día es una de las actividades económicas de línea de punta es turismo y sobre todo que el Atlántico está priorizado a que sea una ciudad portuaria y turística pues lógicamente que si no estamos siendo coherentes con nuestro comportamiento y con el territorio.”

La última categoría emergente predominante para algunos miembros de la comunidad fue las consecuencias o efectos en la salud y en el ecosistema que produce la contaminación del agua de Arroyo Grande, como lo afirma el Ent 5 se ha visto afectado el ecosistema marino:

“Claro que sí hay una afectación al ecosistema, porque mira que acá la pesca es escasa, debido a la sedimentación que se encuentra en el mar, a los excrementos y la basura, la gente tiene que ir a agarrar un pescado a no sé cuántas millas hasta allá o la gente ir a comprar pescado hasta Barranquilla, Aquí no se pesca, es rara la vez que haya abundancia de pesces, entonces a que se debe eso, se debe al grado de sedimento que hay ahí en la playa, hay personas que se han metido a bañarse en partes de aquí que les sale en la piel infección porque no hay baños entonces lega la materia fecal al agua. Entonces hay muchos arroyos que desembocan en el mar, si nuestro Puerto

Colombia se ha crecido, esta bonito y todo, pero estamos a penas como se dice colocándonos el pañal, aún falta mucho”

También, se identificó para el factor de la salud que en algunas ocasiones debido a la desembocadura en el mar y teniendo contacto indirectamente la comunidad con estas aguas contaminadas se han presentado afectaciones a la salud (Ver tabla 6), como lo afirma el Ent 6:

“le pasó aquí a mi esposo, él sufre azúcar y a veces le salen úlceras, entonces ya estaba en su tratamiento y ya se le estaban secando, pero un día dijo voy a bañarme en el mar, mi esposo cogió la bacteria e-coli. Le tocó eso casi un año, le hicieron ocho lavados quirúrgicos, casi duramos 3 meses en la clínica”.

Cabe resaltar que la categorización nos permite resumir el contenido de las entrevistas (ver anexo 3), siendo más fácil de manejar y relacionar con los objetivos principales, permitiendo el análisis sistemático y minucioso de cada respuesta de los participantes. De acuerdo con las respuestas obtenidas en las entrevistas se pudo identificar la importancia de abordar desde la enseñanza de la química las propiedades, composición, causas, consecuencias y efectos que produce la contaminación hídrica de Arroyo Grande en el ecosistema con los estudiantes de grado once de la Institución Educativa San Nicolas de Tolentino y algunos integrantes de la comunidad de Puerto Colombia.

8.2. Resultados de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos

En el anexo 5 “Reporte de resultados del diseño experimental para la determinación de algunos parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en los cuerpos de agua de arroyo grande y lago del cisne”, se presentan las prácticas desarrolladas en el laboratorio e insitu y los cálculos realizados para obtener los siguientes resultados (ver tabla 7 y 8) de algunos parámetros fisicoquímicos y microbiológicos que determinan la calidad del agua de Arroyo Grande y Lago del Cisne.

Tabla 7

Resultados de los parámetros fisicoquímicos determinados insitu.

Parámetros Fisicoquímicos	Arroyo Grande	Lago el Cisne	Unidades	Límites de control	Método
Cloruros (Cl ⁻)	286	352	mg * L ⁻¹	<170	Titulación
OD	2,6	5,9	mg * L ⁻¹	>2	Winkler
Nitratos (NO ₃ ⁻)	10	10	mg * L ⁻¹	<1	Colorimetría
Fosfatos (PO ₄ ³⁻).	5	1	mg * L ⁻¹	≤0.1	Colorimetría
pH	6	7		6-8,5	Electrométrico
-Alcalinidad	1260	2160	mg * L ⁻¹ CaCO ₃		Titulación
Dureza	26,1	25,2	mmol * L ⁻¹	>3,8	Titulación
Temperatura	29	30	°C	<40	Electrométrico
Color	20 30	20 30	UPC		Colorimetría

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8

Resultados de los parámetros fisicoquímicos determinados en el laboratorio.

Parámetros Fisicoquímicos	Arroyo Grande	Lago el Cisne	Unidades	Límites de control	Método
DQO	390	331	mg * L ⁻¹	≤10	Espectrofotométrico
Nitratos (NO ₃ ⁻)	12,9	15,6	mg * L ⁻¹	<1	Espectrofotométrico
Lípidos	2500	2620	mg * L ⁻¹	<10	Gravimetría
Fosforo	1,2	0,1	mg * L ⁻¹	≤0.1	Espectrofotométrico
Hierro	2,7	1,0	mg * L ⁻¹	<0,5	Espectrofotométrico
Alcalinidad	324	350	mg * L ⁻¹		Titulación
Dureza	167785,92	34651,44	mg * L ⁻¹		Titulación
Sólidos Suspendidos Totales	1400	1500		<250	Gravimetría
Sólidos Totales	2400	3000		Ausentes	Gravimetría
Turbidez	33,3	24,8	NTU		Turbidimetría

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar los resultados en las prácticas realizadas in situ y en el laboratorio por espectrofotometría UV para los parámetros fisicoquímicos de nitratos y fosfatos exceden los límites de control establecidos por la CRA, ICAM, IDEAM e ICA, teniendo una alta concentración de estos compuestos en ambos cuerpos hídricos lo que es un gran peligro porque causa la disminución del oxígeno disuelto disponible para las especies que habitan estos ecosistemas. La alta concentración

obtenida de fosfatos y nitratos se presenta debido a que la mayoría de estos compuestos están presentes en los detergentes o productos de limpieza y al no tener Puerto Colombia una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) no se realiza ninguna intervención previa a estas aguas residuales domésticas del municipio siendo vertidas directamente a los arroyos; otro factor que aumenta dicha concentración son las excreciones humanas o de animales que están presentes a las orillas de estos arroyos. Es de resaltar que un exceso en la concentración de fósforo y nitrógeno va a producir un proceso de eutrofización, el cual prolifera el crecimiento de plantas acuáticas por la pérdida de la capacidad de autodepuración y puede causar la mortandad de varias especies o un desequilibrio en los ciclos de estos ecosistemas acuáticos.

En este sentido, el oxígeno disuelto siendo uno de los indicadores más importantes para determinar la calidad del agua se ve afectado en Arroyo Grande presenta estos vertimientos de aguas residuales, por lo que su valor está en riesgo de quedar por debajo del límite del control lo que afectaría considerablemente la vida de algunos organismos, especialmente la de peces debido a la alta sensibilidad que presentan por la carencia de oxígeno y dejando a las bacterias aerobias sin un medio para vivir.

Otros factores que afectan la cantidad de oxígeno disuelto presente en el agua es la salinidad y temperatura, a una menor salinidad y temperatura hay más cantidad de oxígeno disponible, por ende, al situarse el arroyo dentro de un ecosistema marino estas dos variables son mayores; igualmente la presencia de grandes cantidades de materia orgánica afecta gravemente este parámetro fisicoquímico por los procesos de degradación que se llevan a cabo, ya que se obtienen subproductos que reducen la demanda de oxígeno disuelto presente en el agua y se puede observar a simple vista la acumulación de esta materia orgánica derivada de actividades antrópicas en diferentes puntos del trayecto de Arroyo Grande que atraviesa todo el municipio de Puerto Colombia Atlántico. Esta acumulación va a aumentar del mismo modo los valores de la demanda química de oxígeno (DQO)

obtenidos en el laboratorio por espectrofotometría UV ya que están correlacionados, la DQO permite cuantificar la cantidad de oxígeno necesario para que la materia orgánica lleve a cabo procesos de oxidación y el grado de contaminación de las aguas ya que es directamente proporcional a la concentración de $\text{mg L}^{-1} \text{O}_2$ (Peña, 2007); las concentraciones obtenidas se pueden observar en la Tabla 8.

Se determinó que el Arroyo Grande y Lago del Cisne presentan un agua muy dura, esta clasificación se realiza según las indicaciones adjuntadas en el kit. Cabe resaltar que en la práctica de laboratorio insitu se gastaron $26,1 \text{ mmol L}^{-1}$ y $25,23 \text{ mmol L}^{-1}$, equivalente a casi tres descargas de la pipeta de valoración con la solución valorante quedando insuficiente para determinaciones (ver tablas 9 y 10), es decir que las concentraciones de dureza de este tipo de aguas son tan altas que se dificulta obtener un valor exacto de la titulación con la solución valorante suministrada en el kit. De la misma manera los resultados obtenidos en el laboratorio por titulación con EDTA arrojan concentraciones bastante altas de $\text{mg} * \text{L}^{-1}$ de CaCO_3 . Un agua muy dura indica alta presencia de minerales especialmente calcio y magnesio, la concentración de estas sales es directamente proporcional a la dureza y también se pueden ver intervenidas otras sales como sulfatos, cloruros o nitratos. El calcio se presenta en las aguas ya que proviene de la disolución de casi todas las rocas especialmente de la piedra caliza y el magnesio es uno de los principales componentes de la dolomita, magnesita y algunas variedades de arcilla, es decir que estas principales fuentes de minerales que determinan la dureza son provenientes del suelo (Soto, 2009). Este tipo de agua muy dura que presentan ambos cuerpos hídricos se debe principalmente a la presencia de yacimientos cercanos de diferentes minerales como piedra caliza, arena, arcilla entre otras; para el 2019 estaban planteados para el departamento del Atlántico 48 proyectos legales de explotación minera ubicados en diferentes municipios, once de ellos en Puerto Colombia Atlántico, los cuales afectan a los recursos naturales y aumentan directamente los valores de dureza en estas aguas.

Tabla 9.

Clasificación de la dureza por método de titulación.

Dureza	En °f	En mmol/L de (Ca+Mg)	En mg * L⁻¹ de
Blanda	<12,5	<1,3	<50
Dureza mediana	12,5-25	1,3-2,5	50-100
Dura	25-37	2,5-3,8	100-150
Muy dura	>37	>3,8	>150

Fuente: Tomado y adaptado de kit de cloruros de Aquamerck. Elaboración propia

Cabe aclarar que las unidades de las concentraciones establecidas en el kit para cuantificar la dureza insitu presentadas en la tabla 10, corresponden a un grado francés (°f) y a milimoles por litro (mmol/L).

Tabla 10.

Parámetros de la dureza por método de titulación.

Dureza °f	Número de determinaciones	Solución indicadora	Solución valorante
0,36-<17,8	300	Es consumida	Queda un resto
>17,8	<300	Queda un resto	Insuficiente para 300 determinaciones

Fuente: Tomado y adaptado de kit de cloruros de Aquamerck Elaboración propia

Los otros dos parámetros que se determinaron para analizar la calidad de las aguas de estos dos cuerpos hídricos fue pH y alcalinidad, en el pH se obtuvo un valor de 6 para Arroyo Grande lo que indica que estas aguas están en un rango ligeramente ácido mientras que en el Lago del Cisne se encuentran en un rango neutro debido a que el valor obtenido fue de 7. Las aguas con pH ácidos indican una mayor presencia de iones de hidrógeno, el aumento de esta acidez se debe a la sedimentación atmosférica y el vertimiento tanto de las aguas residuales como de los residuos por parte de las empresas mineras; cuando el valor de acidez oscila entre 4 y 6 se pueden ver afectados procesos de reproducción y crecimiento de las especies acuáticas presentes en el ecosistema. Se analiza que el pH de arroyo grande se encontró en un rango ligeramente ácido debido a la presencia de aguas residuales y la extracción minera que se lleva a cabo cerca de este cuerpo hídrico, sin embargo, al ser un agua muy dura es decir que presenta una alta concentración

de carbonatos de calcio permite amortiguar esa acidez y mantener el valor en el límite de control.

En el procedimiento insitu para la determinación de la alcalinidad de estos cuerpos hídricos, se observó que al momento de agregar el primer indicador (fenolftaleína) a ambas muestras de agua no se presentó ningún viraje de color, esto indicó que no había presencia de bases fuertes y se procedió a repetir el ensayo con el segundo indicador (mixto) dando como resultado positivo un viraje de color azul. Se continuó con la titulación para determinar las bases débiles presentes y se obtuvieron concentraciones elevadas de $mg * L^{-1}$ de $CaCO_3$ (ver tabla 9). El valor obtenido de la alcalinidad está relacionado con los parámetros de dureza y pH que poseen estas aguas, debido a que la alcalinidad es la capacidad que posee el agua para neutralizar ácidos, independientemente de la variedad de aniones a determinados pH que se encuentren presentes (bicarbonatos (HCO_3^-), carbonatos (CO_3^{2-} e hidróxidos (OH^-)), por lo tanto, determinar el nivel correcto de alcalinidad total permite mantener el pH estabilizado y conocer cuáles especies coexisten. Con respecto a la práctica desarrollada en el laboratorio también por titulación, se identificó que las especies iónicas que predominan en estos cuerpos hídricos son carbonatos y bicarbonatos, debido a que los volúmenes gastados en la primera titulación con la fenolftaleína (F) y la segunda titulación con el indicador mixto (M) responden al caso de $F < M/2$ (ver tabla 11). Los resultados de las concentraciones para cada especie química implicada fueron igualmente mayores pero se realizaron los cálculos con una mayor exactitud (ver anexo 5).

Tabla 11

Valores de alcalinidad para las especies químicas implicadas

Caso	Relación	Condición	Valores de alcalinidad			
			OH^-	$(CO_3)^{2-}$	HCO_3^-	Total
1	$F=M$	OH^-	$F=M$	0	0	M
2	$F > M/2$	OH^- y CO_3^{2-}	$2F-M$	$2(M-F)$	0	M
3	$F=M/2$	CO_3^{2-}	0	$2F=M$	0	M
4	$F < M/2$	CO_3^{2-} y HCO_3^-	0	$2F$	$M-2F$	M
5	$F=0$	HCO_3^-	0	0	M	M

Fuente: Elaboración propia.

Los valores de concentración de cloruros de igual forma fueron altos (ver tabla 7), teniendo en cuenta que el origen de estos compuestos en tales cuerpos hídricos se debe a que se localizan en una zona costera donde se presentan filtraciones de agua marina con una fuente de cloruros inagotable y por el vertimiento de aguas residuales. Cabe resaltar que las altas concentraciones de cloruros en el agua podrían impedir el crecimiento de algunas plantas, afectar los suelos y producir por la ingesta a largo plazo enfermedades crónicas en los humanos. De la misma manera en la práctica insitu se determinó el color aparente y efectivo de las muestras de agua, es importante determinar este parámetro para cuantificar el nivel de materia orgánica natural y algunos metales como cobre, manganeso y hierro que se encuentran en suspensión o disueltos. Se determinó por el método de comparación visual, donde el color aparente está determinado por la presencia de las partículas en suspensión y las sustancias disueltas mientras que en el color efectivo solo está determinado por la presencia de las sustancias disueltas debido a que se realiza un proceso de filtración previo a la lectura; los resultados obtenidos del color aparente y efectivo de las dos muestras de aguas fue de 30 y 20 Unidades Platino Cobalto (UPC).

Por otra parte, los resultados obtenidos en el laboratorio de los sólidos suspendidos totales y los sólidos totales exceden el límite de control establecido, pudiendo causar un sistema anóxico para los ecosistemas en estos cuerpos hídricos (es decir perjudicando los ciclos, flora y fauna acuática) y una sedimentación que cubre algunos organismos acuáticos o huevos de macroinvertebrados. Su origen se debe principalmente a procesos de erosión, reducción en los niveles del agua o por el transporte desde el origen de contaminación de algunos compuestos de tipo orgánico e inorgánico que son absorbidos por el suelo aumentando la concentración de este parámetro; cabe resaltar que en las zonas con un clima seco se observan valores muchos más altos. De la misma forma la turbidez excedió el límite del control establecido con valores de 33,3 NTU y 24,8 NTU, era de esperarse estos resultados

ya que es un estimador simple para los sólidos totales y está relacionado con el color efectivo; esta se genera a partir del tipo de suelo y la presencia de materia orgánica.

Como se observa en la tabla 8 la concentración de lípidos fue bastante alta en ambas fuentes hídricas sobrepasando notoriamente el límite de control, la presencia de un alto contenido de estos compuestos interfiere en el intercambio de gases (O_2 y CO_2) del agua con la atmósfera como en la incidencia de la luz solar, afecta la concentración de oxígeno disuelto y en casos extremos causa la acidificación de las aguas. Su alto contenido en estas aguas se atribuye a los vertimientos de aguas residuales debido a que las principales fuentes aportadoras de este compuesto son los productos domésticos y en una menor proporción productos para automóviles, barcos o lanchas; se logró observar en los dos cuerpos hídricos natas y espumas lo cual indica la presencia de estas sustancias.

Las concentraciones de hierro fueron ligeramente altas teniendo una mayor cantidad Arroyo Grande, esto se debe principalmente a las actividades antrópicas y a la presencia de este metal pesado en algunos minerales. Aunque sus valores son bajos se puede producir el crecimiento bacterias ferruginosas, la bioacumulación, toxicidad y colores u olores indeseables; cuando se encuentra en un medio anaerobio se oxida rápidamente dando como resultado una coloración rojiza. Es de resaltar que este fenómeno se ha observado varias veces en esta fuente hídrica, y en rangos de pH 4,5 a 9 su en estado ferroso (Amaya, 2019). Un factor determinante a nivel mundial en la contaminación de las aguas son los metales pesados, ya que alteran toda la cadena trófica y producen graves desequilibrios a los ecosistemas; de acuerdo con lo mencionado anteriormente es importante tener monitoreado y en el límite de control este parámetro fisicoquímico (Pabón, et al., 2021).

Por último, se realizó el ensayo de jarras en el laboratorio para determinar el floc pesado y liviano, y el % de remoción óptimo en ambas muestras de agua (ver tabla 12). Este ensayo se realiza principalmente para conocer la cantidad de coagulante

que es necesario para la intervención de las aguas residuales, ya que la adición de este permite reducir los coloides en suspensión sedimentándolos a través del proceso de floculación; este parámetro es importante para el tratamiento de las aguas. La temperatura tomada en Arroyo Grande fue de 29°C y en el Lago del Cisne de 30°C.

Tabla 12.

Resultados en el laboratorio para ensayo de jarras

[ppm]	% de remoción		Tipo de floculación	
	(A.G)	(L.C)	(A.G)	(L.C)
20	4,03	21,62	Liviano	Liviano
30	9,27	56,75	Liviano	Liviano
50	116,12	8,70	Liviano	Liviano
100	13,70	36,33	Liviano	Liviano
200	29,03	54,05	Pesado	Pesado
300	3,22	56,75	Pesado	Pesado

Fuente: Elaboración propia

Los resultados de los parámetros microbiológicos como se mencionó en la metodología fueron determinados por los laboratoristas de la Universidad del Norte, los valores obtenidos también exceden los límites de control establecidos, lo que indica la presencia de bacterias intestinales provenientes de aguas negras y desechos en descomposición. Los coliformes totales son bacterias que se pueden encontrar en el medio ambiente, plantas, suelos animales y humanos, se encuentran mayormente en la capa superficial o incluso en los sedimentos profundos y su tiempo de permanencia en las aguas es mayor que las bacterias patógenas. Es preocupante que los valores obtenidos para coliformes fecales exceda el límite de control ya que son indicadores de contaminación fecal y señalan la presencia de bacterias como Escherichia Coli; es necesario resaltar que esta bacteria es altamente perjudicial para la salud humana. Además, este tipo de coliformes soportan temperaturas más elevadas que los totales y son un parámetro fundamental para determinar la calidad del agua.

Tabla 13

Resultados de los parámetros microbiológicos

Parámetro microbiológico	Arroyo grande	Lago del cisne	Unidades	Límite de control
Coliformes totales	20000	16000	NMP/100mL	<15000
Coliformes fecales	8000	6000	NMP/100mL	<5000

Fuente: Elaboración propia

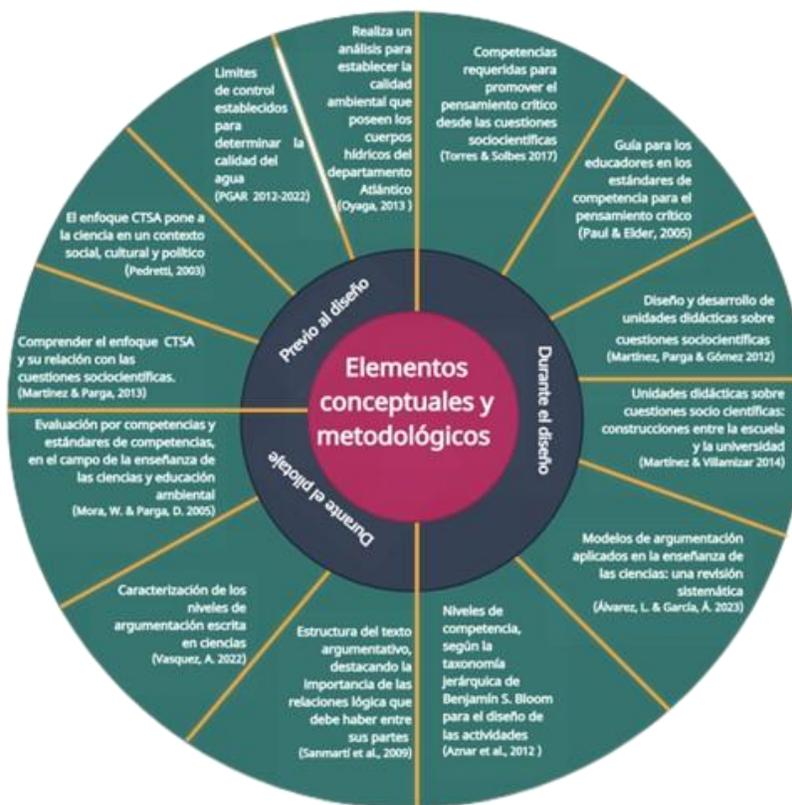
En este sentido, analizando los datos recopilados en esta primera fase se observa la necesidad de diseñar una unidad didáctica que aborde la problemática de contaminación de Arroyo Grande, es preciso señalar que se seleccionó este cuerpo hídrico debido a que los valores de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos obtenidos en las prácticas desarrolladas son mucho mayores y muchos de ellos exceden los límites de control establecidos. Además, su contaminación principalmente es proveniente de actividades antrópicas y vertimientos de aguas residuales, lo cual indica que se deben desarrollar actividades pedagógicas y didácticas que promuevan un pensamiento crítico aumentando secuencialmente el nivel de argumentación en la comunidad e instituciones educativas de Puerto Colombia, Atlántico.

8.3. Identificación de los elementos teóricos y metodológicos

En la segunda fase de esta investigación, y considerando el segundo objetivo específico, se identificaron los elementos teóricos y metodológicos que se deben incorporar en el diseño de una UD que aborde la problemática de la contaminación hídrica de Arroyo Grande. Para ello se realizó un rastreo bibliográfico el cual se dividió en tres momentos: previos al diseño, durante el diseño y durante el pilotaje, a partir de cinco criterios establecidos: ciencia, tecnología sociedad y ambiente (CTSA), cuestiones sociocientíficas (CSC), diseño de unidades didácticas, pensamiento crítico y argumentación en ciencias (ver Figura 4).

Figura No 4

Elementos teóricos y metodológicos previos y durante el diseño, y durante el pilotaje.



Fuente: Elaboración propia

Las investigaciones seleccionadas previo al diseño aportaron los componentes fundamentales para comprender, estructurar y abordar la enseñanza de la química desde cuestiones sociocientíficas con un enfoque CTSA. Las CSC permiten dar un aprendizaje significativo a los contenidos disciplinares, ya que involucra las problemáticas que se presentan en la vida cotidiana, genera espacios en el aula de debate, discusión y reflexión donde se realiza una construcción colectiva con todos actores del territorio entre los distintos saberes. De igual manera, el enfoque CTSA al enfatizar en la formación ciudadana, implica que la ciencia se comprenda como una actividad humana que presenta en su constitución controversias e incertidumbres y va a requerir un análisis crítico de sus alcances e impactos (Martínez y Parga, 2013). Además, se tuvieron en cuenta los trabajos que anteriormente realizaron la caracterización de la calidad del agua de estos cuerpos hídricos y de las actividades antrópicas, industriales o políticas que dan respuesta a la contaminación ambiental de estos ecosistemas.

Durante el diseño se tomaron referentes teóricos y metodológicos que aportaron a la estructuración de la UD, de la CSC y al diseño de las actividades, con el fin de aumentar secuencialmente el nivel de argumentación y fomentar el pensamiento crítico frente a la problemática ambiental que se presenta en el municipio. Como afirma Torres y Solbes (2014) es importante que desde la enseñanza en ciencias se diseñen estrategias didácticas hacia el desarrollo del pensamiento crítico, dado que en los medios de comunicación se transmiten muchas noticias que tienen que ver con temas de ciencias, por lo que si no se tiene un conocimiento acerca de ello se queda simplemente en especulaciones y opiniones engañosas (Torres y Solbes, 2014). Por otra parte, las CSC permiten la planeación e implementación de propuestas curriculares interdisciplinarias que conecten el conocimiento al contexto real y comprendan un conjunto de aspectos sociales, éticos, ambientales, políticos, entre otros, para la evolución en los procesos argumentativos desde una postura crítica. Cabe resaltar que las actividades de la UD se diseñaron a partir de unos niveles de competencias (taxonomía de Bloom) con una secuencialidad de complejidad creciente y tomando un carácter acumulativo, esto se debe a que el dominio de un nivel es un fundamental para dominar otros más complejos. De igual manera según los Derechos básicos de Aprendizaje o DBA y los estándares básicos de competencias de ciencias naturales o EBC se seleccionó a los estudiantes de grado once de la institución educativa San Nicolas de Tolentino.

Por último, durante el pilotaje fueron fundamentales los referentes orientados al diagnóstico y evaluación del nivel de argumentación, considerando la estructura como los niveles argumentativos planteados por Sardá y Sanmartí (2000) en las respuestas producidas por los estudiantes y algunos integrantes de la comunidad para posteriormente realizar el respectivo análisis. Esta estructura propicia la reflexión de las características que son necesarias para una argumentación racional, estableciendo relaciones entre las coordinaciones y subordinaciones, haciendo uso de diferentes conectores y suprimiendo la linealidad de los razonamientos (Sanmartí et al., 2009). Es decir que se debe producir un cambio en

los discursos de los docentes y en la enseñanza tradicional, para que la argumentación tome un carácter transversal frente a las actividades escolares desarrolladas y se favorezca al aprendizaje de los contenidos en las dimensiones conceptuales, procedimentales y actitudinales.

En este sentido la UD se integra del diseño de cinco actividades, las cuales se desarrollan de manera presencial con algunos integrantes de la comunidad y los estudiantes de la institución educativa. Cabe aclarar que en las actividades 1, 3 y 5 se recolectó información para su posterior análisis, mientras que las actividades 2 y 4 establecieron momentos de intervención y apoyo para las demás actividades; adicionalmente los instrumentos audiovisuales y escritos utilizados son de elaboración propia (ver Anexo 6).

8.4. Resultados del pilotaje de las actividades de la unidad didáctica

En este apartado se analizan los datos recolectados en el pilotaje de las actividades que conforman la Unidad Didáctica (ver anexo 6) en correlación con los objetivos propuestos; la secuencialidad de las actividades permite a los estudiantes y la comunidad ir mejorando su nivel de argumentación frente a la CSC: Arroyo Grande: es fuente de vida o fuente de una problemática ambiental. El análisis se realiza a partir de las respuestas a las preguntas orientadoras y conclusiones textuales u orales elaboradas por los participantes, que involucran procesos argumentativos evaluados desde la estructuración y niveles de argumentación planteados por Sardá y Sanmartí (2000).

Es necesario aclarar que se realizó el pilotaje de las actividades de manera presencial, y por separado con algunos integrantes de la comunidad y los estudiantes de grado once de la Institución Educativa San Nicolas de Tolentino. Como se mencionó anteriormente algunas de ellas fueron intervenciones con el fin de mejorar la comprensión de la CSC, la estructura argumentativa y la temática correspondiente, por lo que no se tuvieron en cuenta como objeto de análisis.

8.4.1. Pilotaje de la actividad 1 con la comunidad y los estudiantes: memoria química del agua.

Se realizó el pilotaje de 4 de las 5 actividades diseñadas con algunos integrantes de la comunidad de Puerto Colombia, estas actividades se desarrollaron cerca a la desembocadura de Arroyo Grande, variando el número de participantes que asistían a cada una de ellas; de acuerdo con esto, se escogieron 5 participantes que asistieron a todas las actividades, para el respectivo análisis del progreso en el nivel de argumentación (ver anexo 7).

Los resultados obtenidos se organizaron por medio de matrices de vaciado, en las cuales se especifican los objetivos, los contenidos o conceptos claves abordados, las preguntas orientadoras, los criterios de evaluación establecidos en la UD (ver anexo 8), de la misma manera algunos ejemplos de las respuestas recolectadas. Cabe resaltar que la recopilación de estas respuestas se realizó principalmente de manera audiovisual (fragmentos de grabaciones de las sesiones) y escritas, diligenciando previamente el consentimiento informado por cada uno de los participantes donde se especifica que será para uso netamente investigativo (ver anexo 13 y 14); sin embargo, se decidió conjuntamente referirse a ellos como participante 1 P1, P2, P3, P4, P5 y estudiante 1 E1, E2, E3... para la protección de la identidad y sistematización de la información.

En el primer momento de la actividad #1, se desarrolló una rutina de pensamiento que permitió a los participantes y estudiantes reconocer el cuerpo hídrico de Arroyo Grande, lo que en él se observa y lo que lo rodea (ver anexos 6 y 7). Esto con el fin de generar actitudes o habilidades de pensamiento, ya que las percepciones predominantes de algunos integrantes de la comunidad indican que las instituciones educativas se encuentran pasivas frente a situaciones que provocan la indagación, son insensibles frente a problemáticas que invitan a reflexionar y no tienen algún interés por cultivar actitudes hacia un pensamiento crítico. La primera pregunta planteada en esta estrategia: ¿Qué observas?, alentó a los participantes de la

comunidad y los estudiantes a realizar observaciones frente a la contaminación que se presenta en el arroyo, como lo menciona el P10:

“pese a la contaminación indudable del agua veo alrededor un ecosistema entero buscando mantenerse, adaptarse pese al olvido de quienes habitamos alrededor”

Por otra parte, el P12 afirma:

“observo un lugar desaprovechado, sucio, con basuras, contaminado”, así como también lo menciona el E6: “Observo que en el arroyo hay mucha basura y aguas residuales”

Y finalmente el E11:

“Observo bastante vegetación con mucho residuo, contaminación en el agua y en el ambiente”.

Además, identificaron algunos de los tipos de residuos que contaminan dicha agua, como lo enuncia el P11:

“observo un arroyo contaminado por plástico y basura” y el P15 “veo basura y agua residuales”; era de esperarse que pese a la contaminación que presenta el cuerpo hídrico reconocen que se encuentra dentro de un ecosistema que alberga especies de flora y fauna, las cuales sobreviven y se adaptan a la calidad de estas aguas”,

Por ejemplo, el E26 afirma:

“Observo un ecosistema contaminado de manera enorme, concluyendo que afecta el entorno en el que viven muchas especies en la que desemboca este arroyo”

Por último, el P1 comenta:

“Veo un cuerpo vital de vida, veo iguanas, veo cangrejos y ranas. Pero también veo bolsas flotando, cajas de icopor, desechos de comida”.

En la segunda pregunta ¿Qué piensas sobre eso? la mayoría de las respuestas de los participantes dan cuenta de las posibles soluciones que, desde sus propias acciones pueden llegar a contribuir a la disminución la contaminación hídrica, como la P13 que propone *“hacer talleres de consciencia ambiental desde nuestros saberes”* y por parte del casi 80% de ambas poblaciones se enfatiza cambiar el comportamiento de botar las basuras a las calles, ríos, arroyos y demás recursos naturales. Se evidencia por parte de los estudiantes y la comunidad, la necesidad de generar soluciones que contribuyan a la disminución de la contaminación hídrica de Arroyo Grande como lo afirma el E5:

“Pienso que se tendría que hacer algo al respecto para disminuir la contaminación ya que afecta a los animales que puedan estar en el arroyo como en los alrededores”

Y el E17:

“Pienso que deberíamos de alguna u otra forma ir arreglando poco a poco esta problemática debido a que esta situación es muy lamentables para todos los ciudadanos de Puerto Colombia”.

De igual manera se obtuvieron algunas respuestas relacionadas con expresiones emocionales (feliz, triste, preocupado, entre otros), que no van a lugar para analizar los niveles de argumentación. Finalmente, la última pregunta despertó la curiosidad de los participantes, formulando preguntas orientadas a las posibles soluciones ya sean pedagógicas, sociales o gubernamentales que se pueden desarrollar para reducir esta contaminación, al origen de todos los residuos presentes en el agua y al impacto que tiene en todos los seres vivos que habitan este ecosistema, algunas de las preguntas formuladas fueron:

P1: *“¿Cómo se puede hacer una campaña educativa que logre con cultura ciudadana hacer a todos responsables y ejecutores de la acción de salvar el municipio en sus fuentes de aguas y ríos?”*, P12: *“¿Cómo puede sobrevivir y subsistir la fauna y la flora con tantos*

contaminantes?”, E9: “¿De qué manera pueden las autoridades contribuir a producir un cambio drástico de mejoría en este ecosistema?” y E26: “¿Los olores y toxinas que produce estas aguas afectan a la salud de los habitantes junto a este arroyo?”.

El objetivo del segundo momento de la actividad #1 fue identificar el nivel de argumentación inicial de los participantes frente a la CSC: Arroyo Grande: es fuente de vida o fuente de una problemática ambiental; con la intención de tener un punto de partida para evaluar los niveles de argumentación de los 3 participantes de la comunidad y 2 estudiantes de grado once la Institución Educativa San Nicolas de Tolentino a partir de los criterios establecidos previamente en la UD. Por lo que, se procedió a caracterizar las producciones textuales, es decir las respuestas obtenidas a partir de las preguntas orientadoras diseñadas alrededor de la lectura previa de “la memoria química del agua” (ver anexos 6 y 7). Además, estas preguntas permitieron reconocer los conocimientos previos de algunos integrantes de la comunidad y los estudiantes respecto a conceptos o contenidos fundamentales, como lo son las características, propiedades, composición del agua y los aspectos que influyen en la contaminación hídrica de Arroyo Grande desde un ámbito social, ambiental y cultural. En las tablas 14 y 15 se observan las respuestas obtenidas de las dos poblaciones (ver anexo 8), se analiza que dos participantes y un considerable número de estudiantes (nueve) se encuentra en un nivel que necesita mejorar ya que reconocen únicamente la composición del agua; como por ejemplo uno de los participantes respondió: *“Tiene dos moléculas de hidrógeno y una molécula de oxígeno”*, lo cual indica que solo conoce los dos elementos químicos que definen la estructura del agua y presenta dificultades en diferenciar los conceptos de átomo y molécula. Además, las respuestas dadas en las otras preguntas orientadoras no se realiza explicación alguna ni análisis frente a los conceptos abordados. Por otro lado, las respuestas obtenidas por parte de los estudiantes en este criterio fueron básicas, es decir que no brindan ninguna

explicación, enunciando solamente los dos elementos que conforman el agua: “Se compone de hidrógeno y oxígeno” (E2).

En el nivel básico se clasificaron cinco de los participantes y la mayoría (doce) de los estudiantes presentes en el desarrollo de la actividad, lo que indica que un gran número de participantes reconoce la composición y algunas características, o propiedades del agua, considerando que en algunos casos representan su fórmula química y solo mencionan algunas características sin dar una explicación de estas. Por ejemplo, el P13 afirma que *“está conformada por dos elementos químicos y permite el funcionamiento de tejidos y órganos”* y el P11 *“Su fórmula es H₂O y tiene buena conductividad eléctrica”*, lo que muestra que no se presenta una fundamentación debido a que esta corresponde al conocimiento teórico que da sustentación a la justificación planteada (Sardá y Sanmartí, 2000). Con los estudiantes se pudo evidenciar el poco conocimiento que presentan frente a esta temática, por lo cual se les dificulta realizar una explicación detallada y solo mencionan: E15 *“El agua es inodora, incolora e insípida”* o enumeran como el E8 *“Acción disolvente. Conducción eléctrica. Capilaridad”*, algunas de las propiedades o características del agua.

Por otra parte, tres participantes y dos estudiantes se ubicaron en el nivel sobresaliente, reconociendo las principales características, propiedades y composición del agua; uno de los integrantes de la comunidad reconoce la importancia del recurso natural hídrico para el funcionamiento de los seres vivos y los ciclos que se llevan a cabo en el planeta tierra:

P10 “Primero hay que resaltar que el agua es vital para la vida y los ciclos que presentan en todo el planeta tierra, por lo tanto, tiene diversas propiedades como un alto índice específico de calor y tiene una baja viscosidad esto lleva a que su tensión superficial sea alta. Además, que no tiene color, olor ni sabor, y por último su fórmula es H₂O”.

Consecuentemente los participantes en este criterio indican las principales propiedades del agua dando una explicación a algunas de ellas, pero presentan dificultad para clasificarlas en químicas o físicas como lo menciona el P7:

“Una propiedad del agua que recuerdo es la de la tensión. No sé si corresponde a una propiedad química o física, pero recuerdo que existen estos dos tipos de propiedades y corresponde a la capacidad del agua para hacer flotar a los objetos, es decir a la fuerza para empujar los objetos a la superficie. Su composición consta de dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno”.

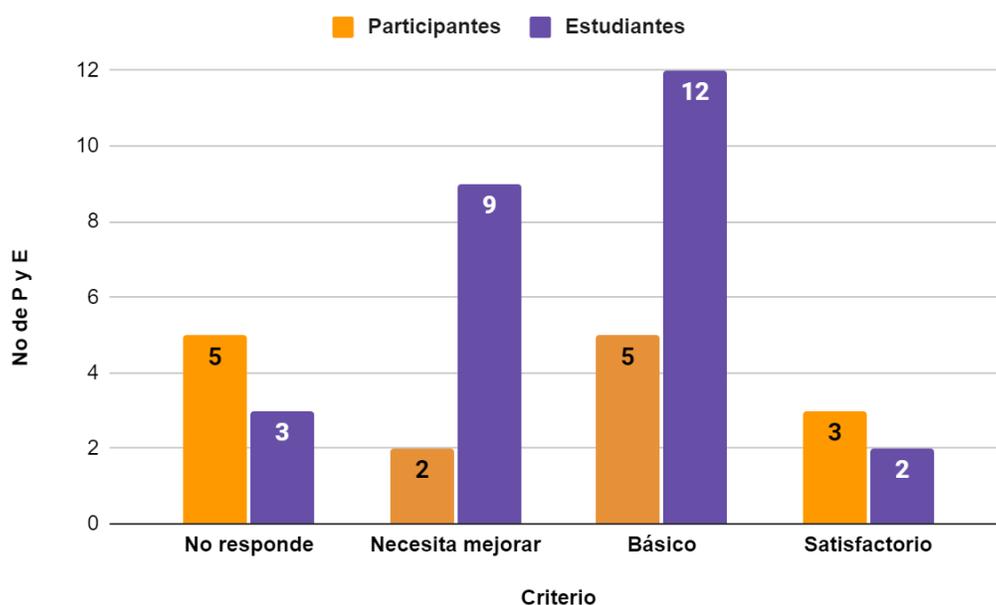
Por el contrario, el E16 logra identificar los tipos de propiedades del agua, aunque presenta dificultad al clasificarlas ya que el punto de ebullición no es una propiedad química sino una propiedad física, y no da una explicación de la diferencia de estas propiedades, afirma:

“Pues sé que está constituida por hidrógeno y oxígeno, debido a que se generan puentes de hidrógeno en esta molécula y por lo tanto tienen algunas propiedades químicas y físicas, químicas como su punto de ebullición y físicas que no tiene color ni sabor ni tampoco olor. Una característica extremadamente importante del agua es que sin ella no se podría vivir porque somos casi el 80% de agua, pero en las condiciones que están las aguas en algún momento se van a acabar”
(E16).

A continuación, se puede observar el número de participantes y estudiantes de grado once que desarrollaron los instrumentos correspondientes a la actividad 1 según los cinco criterios de evaluación planteados en la UD.

Grafica 1

Niveles de los estudiantes según los criterios de evaluación de la UD.

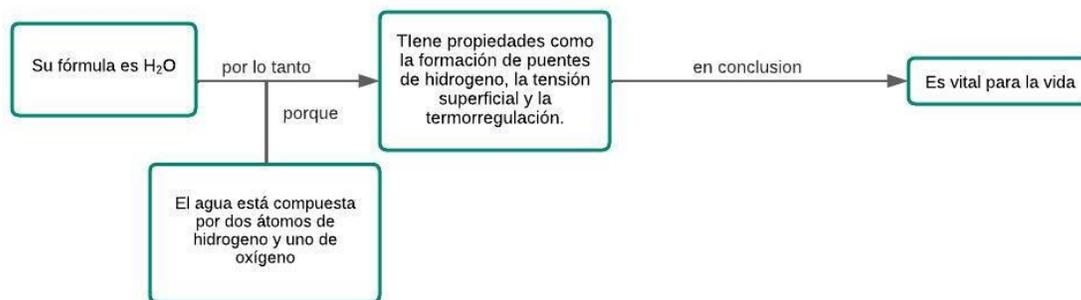


Fuente: Elaboración propia

Finalmente, para determinar el progreso de argumentación a partir de los componentes estructurales planteados en el esquema del texto argumentativo de Sardá y Sanmartí (2000) descrito en la metodología, se tomaron en cuenta las respuestas de tres participantes (P1, P10 y P7) y dos estudiantes (E16 y E6) recopiladas durante el pilotaje de las tres actividades. Se organizaron los resultados a través de diagramas de análisis de texto (ver Figuras 5, 6, 7, 8 y 9), los cuales permitieron la exploración y análisis de los textos argumentativos orales o escritos desde criterios de validez textual en la enseñanza de las ciencias, y sus estructuras se integran de hechos o datos (D), ventajas (A), justificación (J), fundamentación (F), inconvenientes (I), comparaciones (M), ejemplificación (E) y conclusión (C). En los componentes estructurales de las respuestas para analizar la progresión en la argumentación algunos integrantes de la comunidad, se identificó que todos los participantes y estudiantes plantean hechos o datos (D). El P1 y ambos estudiantes proponen una justificación que no responde a la estructura propuesta en los modelos teóricos por la ciencia; y la mayoría de las respuestas escritas recolectadas carecen de la fundamentación, exceptuando el E15 que afirma “*está constituida por*

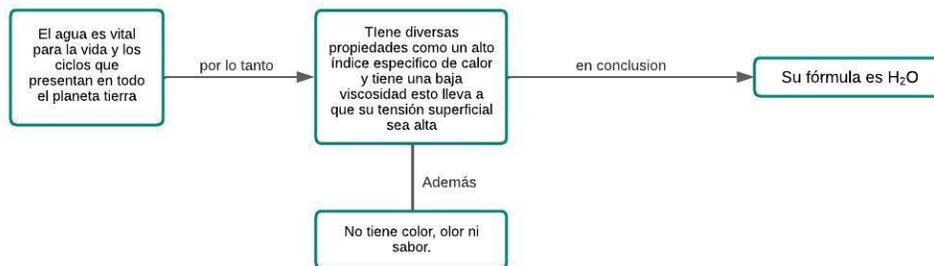
hidrógeno y oxígeno, debido a que se generan puentes de hidrógeno en esta molécula”; hay que resaltar que el E15 no genera un apoyo o refuerzo frente al fundamento por lo cual no habrá una refutación. En este sentido la fundamentación es importante ya que corresponde al conocimiento teórico y conceptual que sustenta la justificación planteada, desde una relación de la vida cotidiana con la enseñanza de las ciencias (Sardá y Sanmartí, 2000). Igualmente, todos los participantes mencionan las ventajas según los datos o hechos descritos pero ningún participante enuncia inconvenientes, comparaciones o ejemplificaciones, es decir que no se presenta una relevancia de los argumentos y no se refuerza la afirmación. Por el contrario, los dos estudiantes plantean inconvenientes con respecto a las condiciones de las aguas: “está muy contaminada por los desechos de las personas” (E26) y “en las condiciones que están las aguas en algún momento se van a acabar”.

Figura 5. Diagrama de análisis para el nivel de argumentación de P1 en la actividad 1.



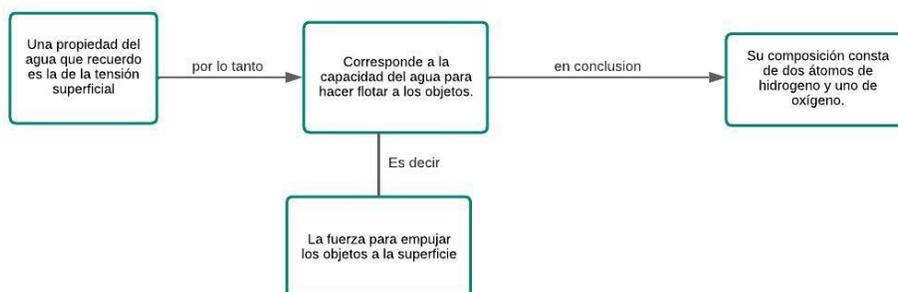
Fuente: Elaboración propia

Figura 6. Diagrama de análisis para el nivel de argumentación de P10 en la actividad 1.



Fuente: Elaboración propia

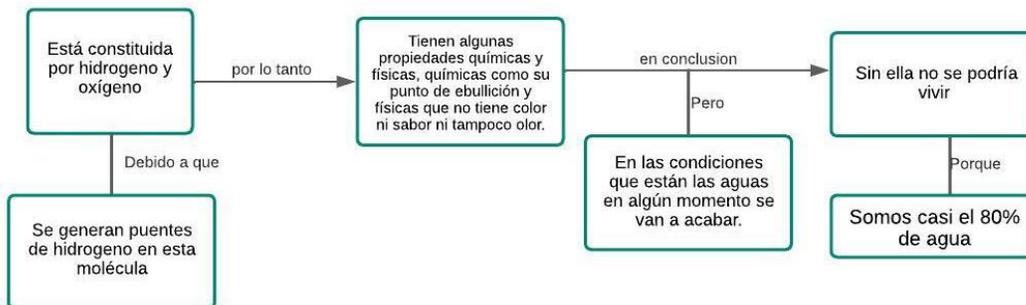
Figura 7. Diagrama de análisis para el nivel de argumentación de P7 en la actividad 1.



Fuente: Elaboración propia

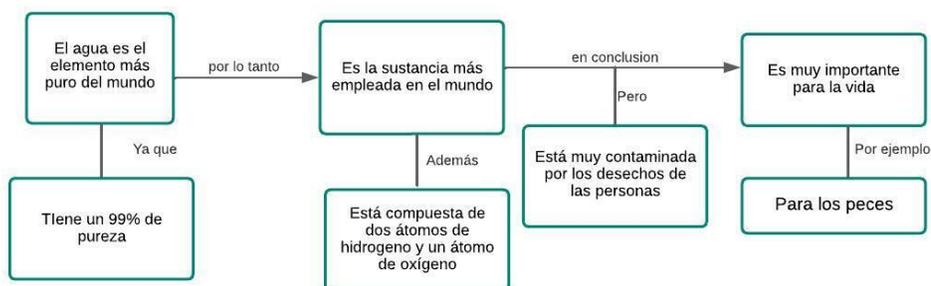
Con respecto a la conclusión, las respuestas de los P1 y P10 la presentan explícitamente usando los conectores como “en conclusión” o “podemos concluir que”, como por ejemplo el P1 enuncia que “*en conclusión es vital para la vida*”; y los estudiantes 16 y 26 las enuncian implícitamente es decir que no hacen uso de los conectores. Cabe resaltar que se presentó el uso de conectores que son de tipo argumentativo, los cuales permiten relacionar las ideas anteriores con las siguientes, sea, que estos no solo tienen un carácter semántico, sino que le dan sentido y coherencia con lo que respecta a apoyar, refutar, justificar, ejemplificar y concluir (Vasquez, 2022). De acuerdo con esto el P10 y el E26 utilizaron conectores de tipo aditivo (además) y el P7 reformulativo o explicativo (es decir) según Quintero 2015.

Figura 8. Diagrama de análisis para el nivel de argumentación de E16 en la actividad 1.



Fuente: Elaboración propia

Figura 9. Diagrama de análisis para el nivel de argumentación de E26 en la actividad 1.



Fuente: Elaboración propia

En este sentido, el análisis realizado de los criterios de evaluación en los que se ubican los participantes y estudiantes expuestos en las Tablas 14 y 15, se logra determinar cuál es el nivel de argumentación inicial a partir de las producciones orales y escritas de los 3 participantes y 2 estudiantes escogidos, según Quintero, 2015 citado en Vasquez (2022, p. 87); los resultados obtenidos se muestran en la tabla 16.

Tabla 16.

Resultados de los niveles de argumentación de la comunidad y de los estudiantes.

Descripción	Nivel	Participantes	Estudiantes	Total
Textos que sólo presentan dos componentes entre los que no existe ningún tipo de relación argumentativa o sólo uno de los componentes de la estructura.	1			
Textos que presentan sólo dos de los tres componentes fundamentales entre los cuales existe algún tipo de relación para dar sentido a los mismos dentro del texto.	2	P7, P10	E26	3
Textos que presentan los tres componentes fundamentales, pero no existe una conexión explícita o implícita entre algunos de ellos, que permita un significado global a la estructura del texto	3	P1	E16	2
Textos que poseen los tres componentes al menos de manera implícita, pero no existen argumentos para reforzar la justificación principal. Sin embargo, se observa una conexión entre las partes que da significado a la estructura global del texto.	4			
Textos que presentan una estructura argumentativa completa al poseer los hechos o afirmación, la justificación (y para reforzar la justificación, al menos un tipo de argumento (proargumento, contraargumento o fundamentación) y la conclusión explícita y que además existe una conexión entre estas partes para dar un significado global a la estructura del texto.	5			

Fuente: Tomado y adaptado de Vasquez (2022 p.58)

8.4.2. Resultados pilotaje actividad 3 con la comunidad y los estudiantes: ¡Calcula tú mismo estos parámetros fisicoquímicos!

Se realizó el pilotaje de esta actividad con siete participantes de la comunidad de Puerto Colombia cercana a la desembocadura de Arroyo Grande y con 26 estudiantes (organizados en siete grupos) de grado once de la Institución Educativa San Nicolás Tolentino en las instalaciones de la institución. De acuerdo con esto, para el análisis del progreso en el nivel de argumentación en la actividad se escogieron tres participantes de la comunidad (P1, P2 y P3) y dos estudiantes pertenecientes a los grupos 2 y 4 (ver anexo 9). Además, cabe resaltar que en la actividad con la comunidad asistieron niños de entre 6 años a 12 años, pero para el análisis de resultados sólo se tuvo en cuenta a los participantes adultos.

Los resultados se organizaron por matrices de vaciado (ver anexo 10), en las cuales se especifican los objetivos, los contenidos o conceptos claves abordados, las preguntas orientadoras, los niveles según los criterios de evaluación establecidos, de la misma manera algunos ejemplos de las respuestas recolectadas. Cabe resaltar que la recopilación de estas respuestas se realizó principalmente de manera audiovisual (fragmentos de grabaciones de las sesiones) y escritas, diligenciando previamente el consentimiento informado por cada uno de los participantes donde se especifica que será para uso netamente investigativo.

El objetivo de esta actividad tres fue que los estudiantes y algunos integrantes de la comunidad reconocieran y determinaran algunos parámetros fisicoquímicos que determinan la calidad del agua, para esto, primero se hizo una intervención donde se explicó el origen, la composición, las causas y consecuencias, así como también el procedimiento para la determinación de cada parámetro. Por otra parte, se buscó que, mediante la determinación de los parámetros y la comparación con los límites de control de calidad de agua, tuvieran argumentos y una postura crítica ante la problemática de contaminación hídrica de Arroyo Grande.

En la primera pregunta que se planteó: ¿Consideras que se presenta una contaminación en el agua de Arroyo Grande? ¿Por qué?, pretendía que los estudiantes y algunos integrantes de la comunidad desde el análisis de los parámetros argumentara la existencia de contaminación en este cuerpo hídrico, como se evidencia en la respuesta del G2 de estudiantes:

“Sí, cuando comparamos el resultado que nos dio de nitratos con el que está en la infografía que nos dieron las docentes miramos que tiene un valor mucho más alto, entonces sí se presenta contaminación”.

Y en la respuesta del P1:

“Sí hay contaminación porque se puede ver que hay residuos sólidos sobre sus aguas, hay estancamiento de materia orgánica y sus aguas son de un color negruzco. Además, según los laboratorios guiados por las profesoras se evidencian valores de los parámetros sobre el límite de calidad del agua”.

En ambos casos se basan en los resultados obtenidos para argumentar su respuesta, así como en las observaciones directas que hacen al estado del agua del arroyo como muestra el P1.

Para la segunda pregunta: ¿Qué aspectos influyen en el aumento o disminución de la concentración de los parámetros fisicoquímicos determinados? se observaron respuestas dadas por el G4 de estudiantes:

“nosotros creemos que algunos aspectos que aumentan la concentración son las aguas residuales, basura y pesticidas. Algunos que la disminuyen son actividades de limpieza y conciencia sobre el cuidado del agua”.

Y el P3:

“aunque la misma comunidad realice actividades para la limpieza de los arroyos, hay otra parte que no tiene esa sensibilidad para el cuidado de nuestra agua.”

Los dos relacionan el aumento o disminución de la concentración de los parámetros con aspectos sociales y culturales, pues mencionan la formación y la conciencia que se debería tener dentro de la comunidad para el cuidado de las fuentes hídricas, además en otras respuestas se evidenció que tienen cuenta el factor político ya que consideran los participantes que los entes gubernamentales deben tomar decisiones y acciones sobre la problemática de contaminación.

Por último, en la tercera pregunta: ¿Consideras que el resultado de los parámetros fisicoquímicos obtenido es perjudicial para el ambiente? ¿Por qué? se identificó en algunas respuestas como las del G4 de estudiantes:

“Sí es muy perjudicial porque una concentración mayor de este parámetro disminuye la cantidad de oxígeno que hay en el agua y que es necesario para el medio ambiente y los seres vivos que están allí”.

Y la del P2:

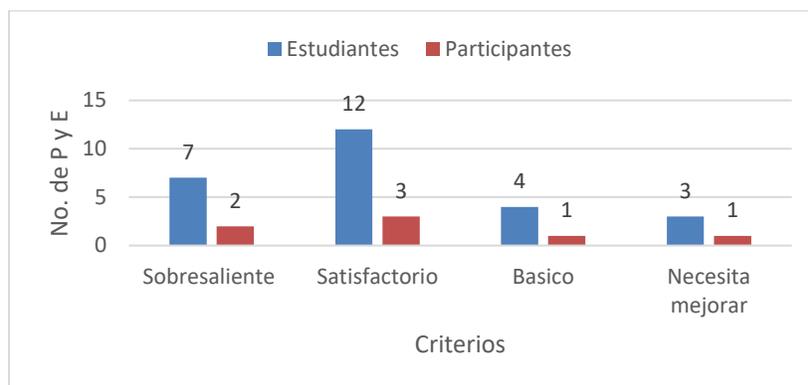
“Sí puede ser muy perjudicial para el ambiente que se presenten porque estos valores están encima del límite de control porque un ejemplo claro de esto es el aumento de algas por fosfato y nitrato que disminuyen el nivel de oxígeno en el agua para otros seres vivos”.

Estos tienen presente la importancia de que no se superen los límites de control para los parámetros determinados para mantener en equilibrio el ecosistema que al que pertenece el cuerpo de agua.

En la siguiente gráfica se puede observar el número de participantes y estudiantes de grado once que desarrollaron la actividad #3, según los cinco criterios de evaluación planteados en la UD.

Grafica 2.

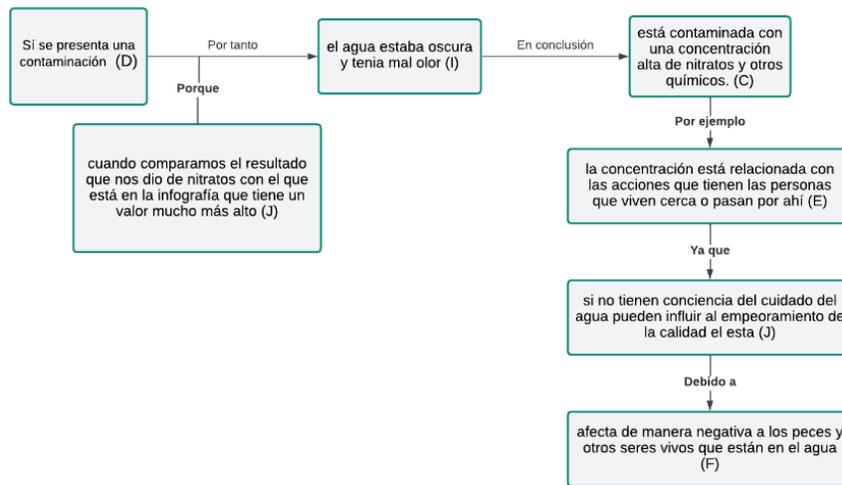
Niveles de los estudiantes según los criterios de evaluación de la UD.



Fuente: Elaboración propia

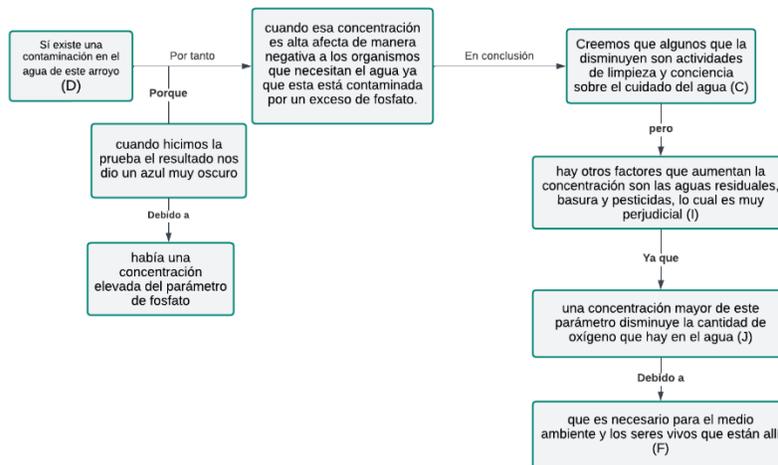
De igual manera que en la actividad #1, para el análisis del progreso de argumentación a partir de los componentes estructurales planteados en el esquema del texto argumentativo de Sardá y Sanmartí (2000) se tomaron en cuenta las respuestas de dos estudiantes pertenecientes a los grupos G2 y G4. Por otra parte, para la comunidad se analizaron las respuestas de tres participantes (P1, P2 y P3). Se organizaron los resultados a través de diagramas de análisis de texto representados a continuación, los cuales permitieron la exploración y análisis de los textos argumentativos escritos desde criterios de validez textual en la enseñanza de las ciencias, y sus estructuras se integran de hechos o datos(D), ventajas (A), justificación (J), fundamentación (F), inconvenientes (I), comparaciones (M), ejemplificación (E) y conclusión (C).

Figura 10. Diagrama *análisis de texto* G2 estudiantes



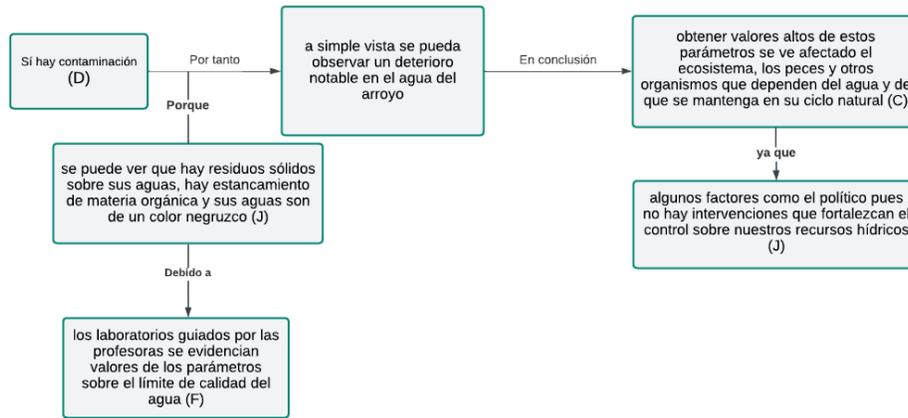
Fuente: Elaboración propia

Figura 11. Diagrama análisis de texto G4 estudiantes



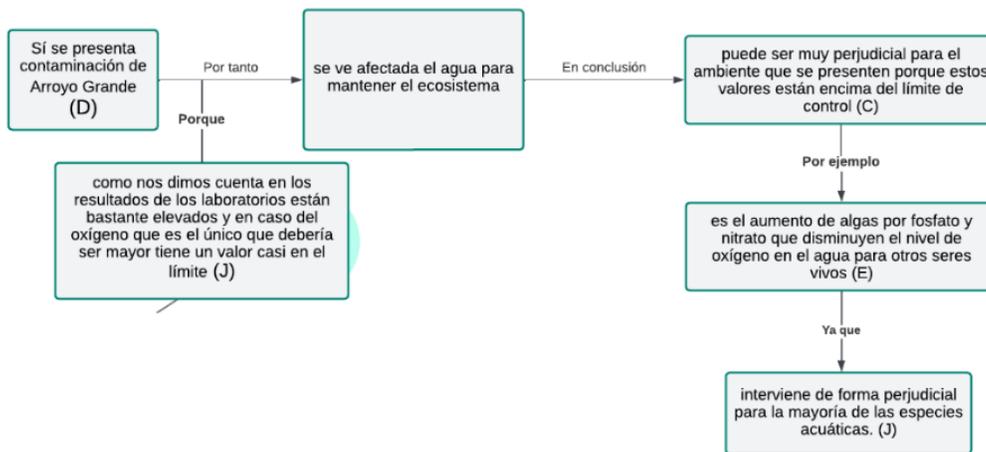
Fuente: Elaboración propia

Figura 12. Diagrama análisis de texto Participante 1 – comunidad



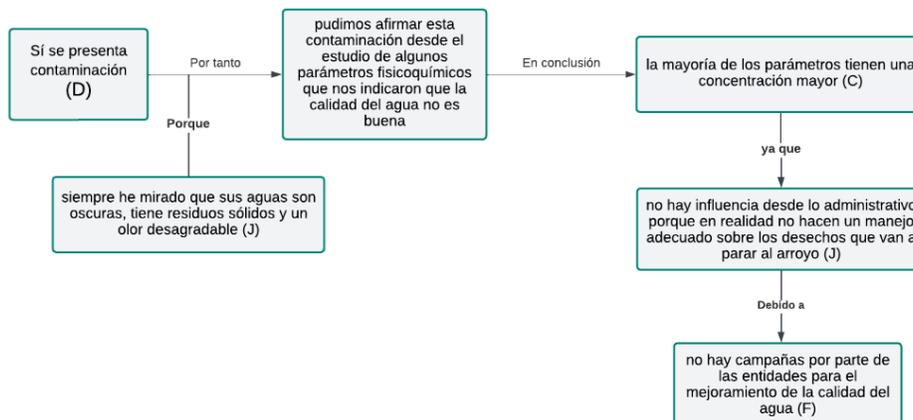
. Fuente: Elaboración propia

Figura No 13. Diagrama análisis de texto Participante 2 – *comunidad*.



Fuente: Elaboración propia

Figura No 14. Diagrama análisis de texto Participante 3 – *comunidad*.



Fuente: Elaboración propia

Basándonos en la estructura del texto argumentativo de Sardá y Sanmartí (2000) identificamos un progreso en el nivel de argumentación de los estudiantes E1 y E2 de los grupos 2 y 4, y los P1, P2 y P3 de la comunidad ya que desarrollan a lo largo de sus respuestas la estructura argumentativa completa al poseer los hechos, la justificación, refuerzan la justificación por medio de fundamentos, ejemplos y en el caso del G4 por medio de un inconveniente que observaron, también se evidencia que hacen conexiones que apoyan la conclusión, como se puede observar a continuación:

P3 *“Sí se presenta contaminación (D) porque siempre he mirado que sus aguas son oscuras, tiene residuos sólidos y un olor desagradable (J), a parte con la experiencia de hoy pudimos afirmar esta contaminación desde el estudio de algunos parámetros fisicoquímicos que nos indicaron que la calidad del agua no es buena (F) pues se mostró que la mayoría de los parámetros tienen una concentración mayor (C), ya que no hay influencia desde lo administrativo porque en realidad no hacen un manejo adecuado sobre los desechos que van a parar al arroyo (J), no hay campañas por parte de las entidades para el mejoramiento de la calidad del agua y aunque la misma comunidad realice actividades para la limpieza de los arroyos, hay otra parte que no tiene esa sensibilidad para el cuidado de nuestra agua (F).*

G4 establece que:

“Sí existe una contaminación en el agua de este arroyo (D) porque cuando hicimos la prueba el resultado nos dio un azul muy oscuro (J) lo que nos decía que había una concentración elevada del parámetro de fosfato (F) y cuando esa concentración es alta afecta de manera negativa a los organismos que necesitan el agua ya que esta está contaminada por un exceso de fosfato (A). Creemos que algunos que la disminuyen son actividades de limpieza y conciencia sobre el cuidado del agua (C), pero hay otros aspectos que aumentan la concentración son las aguas residuales, basura y pesticidas, lo cual es muy perjudicial (I) ya que una concentración mayor de este parámetro disminuye la cantidad de oxígeno que hay en el agua (J) y que es necesario para el medio ambiente y los seres vivos que están allí (F).

Por otra parte, se evidenció en sus argumentos el análisis de la problemática de contaminación hídrica de Arroyo Grande desde la comparación de los parámetros fisicoquímicos con los límites de control de calidad del agua, a su vez, identificaron algunos aspectos políticos, sociales, culturales y ambientales que influyen en la disminución o aumento de la contaminación. En este sentido, el análisis realizado de los criterios de evaluación en los que se ubican los participantes y estudiantes expuestos en las tablas 17 y 18, se logra determinar cuál es el nivel de argumentación inicial a partir de las producciones orales y escritas de los 3 participantes y 2 estudiantes escogidos, según Quintero (2015) citado en Vasquez (2022, p. 87). Los resultados obtenidos se muestran en las tablas 19 y 20.

Tabla 19.

Nivel de argumentación de los textos escritos por los estudiantes.

	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5	Grupo 6	Grupo 7
Nivel de argumentación	2	4	3	3	2	1	3

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20.

Nivel de argumentación de los textos escritos por los participantes.

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
Nivel de argumentación	4	3	4	2	2	2	3

Fuente: Elaboración propia

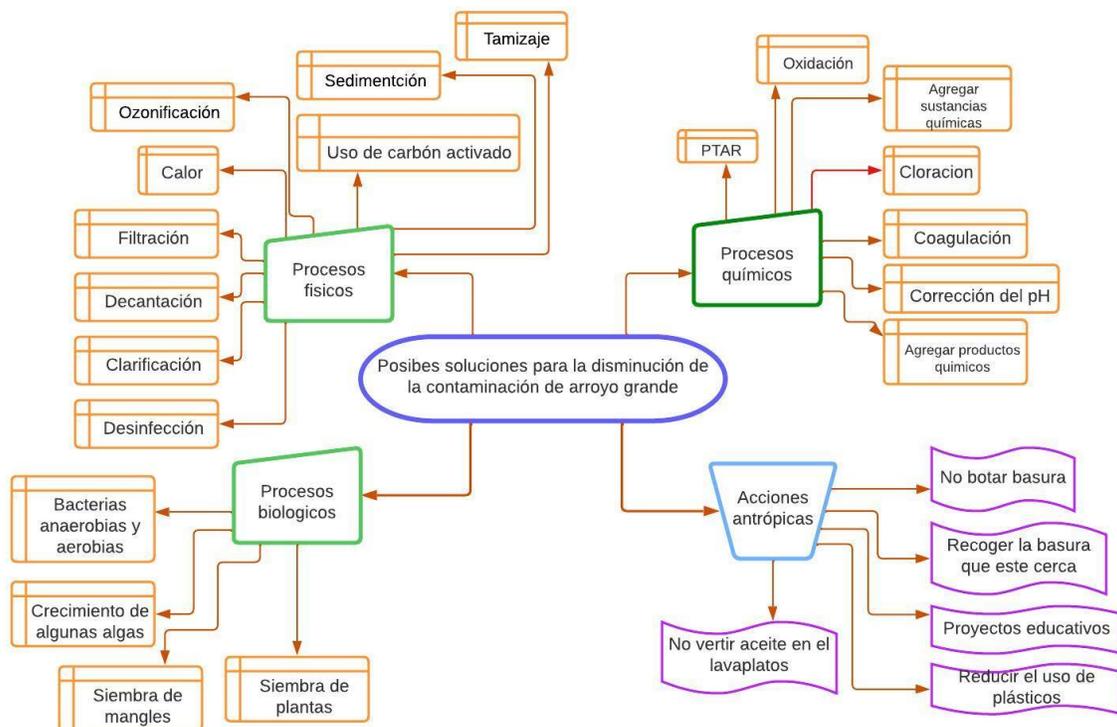
Finalmente hay que resaltar que en la actividad cuatro no se realizó ningún pilotaje, debido a que era la única actividad diseñada para desarrollarla conjuntamente entre ambas poblaciones y por cuestiones de tiempo por parte de la institución educativa y la emisora radial Vokaribe (ver anexo 6) no se pudo llevar a cabo. La actividad tenía como objetivo analizar la relación entre los parámetros fisicoquímicos y los aspectos sociales, políticos, económicos, culturales que han aumentado la contaminación hídrica de Arroyo Grande desde la argumentación desarrollando una postura crítica. Aunque era una sesión de intervención, la actividad consistía en la transmisión de un podcast por la emisora de Vokaribe, realizando los participantes una divulgación científica frente a la contaminación hídrica que presenta Arroyo Grande desde los diferentes aspectos mencionados anteriormente y los estudiantes frente a la calidad del agua partiendo de los resultados obtenidos de la actividad tres.

8.4.3. Resultados pilotaje actividad 5 con la comunidad: ¡El manglar, una posible solución a esta problemática!

La última sesión se llevó a cabo con cinco participantes de la comunidad. Inicialmente se realizó una lluvia de ideas en conjunto enunciando las posibles soluciones que se podían implementar para disminuir la contaminación hídrica que presenta Arroyo Grande. Cada participante como mínimo expresó una posible solución de manera oral, luego se realiza un proceso de reflexión y discusión, y por último se registraba la respuesta. Los participantes clasificaron las posibles soluciones a partir de procesos químicos, físicos y biológicos o de acciones antrópicas (ver figura 15).

Figura 15.

Lluvia de ideas con las posibles soluciones para disminuir la contaminación hídrica de AG.



Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar, la mayoría de los procesos que se enuncian son de carácter físicos, en una menor proporción químicos y solamente 4 biológicos, por otra parte, todos los participantes reconocen las acciones antrópicas que disminuyen, pero al mismo tiempo aumentan esta contaminación y resaltan que estas son unas posibles soluciones que puede desarrollar toda la comunidad porteña para abordar esta problemática ambiental. Por otra parte, los participantes mencionaron la importancia y necesidad de implementar procesos físicos y químicos en estos cuerpos hídricos, argumentando que la mayoría de los resultados de los parámetros fisicoquímicos obtenidos en el desarrollo de la práctica de laboratorio de la actividad tres exceden los límites establecidos por la CRA, IDEAM e ICAM; además señalan que este tipo de procesos solo los puede llevar a cabo las entidades gubernamentales debido a la magnitud de todo lo que conlleva implementar estas posibles soluciones.

Con respecto a los procesos biológicos en los que interfieren algas y bacterias, destacan que se les dificulta realizar la explicación del funcionamiento y no se puede conseguir fácilmente este tipo de organismos y microorganismo; además afirman que solamente tienen conocimiento de su existencia en los procesos de potabilización de aguas. Por el contrario, afirman que la solución más viable y efectiva es la siembra de mangles, debido a que estos permiten mejorar la calidad del agua recuperando al mismo tiempo el ecosistema que lo rodea y algunas organizaciones o biólogos del departamento del Atlántico realizan donaciones de mangles apoyando este tipo de iniciativas.

Cabe resaltar que sus raíces realizan procesos de filtrado en las aguas de los arroyos antes de que desemboquen en el mar, reteniendo gran cantidad de materia orgánica, sedimentos, metales pesados y compuestos contaminantes provenientes del vertido de aguas residuales, fertilizantes, plaguicidas, entre otros. Finalmente, varios participantes conocen algunas plantas que ayudan a reducir la carga contaminante de las aguas y como ejemplo mencionan la moringa, pero reconocen

que debido a la magnitud del cuerpo hídrico y al ecosistema en el que se encuentra, no es viable implementar esta posible solución.

En este sentido, se procede a observar un video realizado con la fundación semilla criolla acerca de la importancia que tienen los manglares y su contribución en la disminución de la carga contaminante, esto con el fin de reforzar los contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales que se involucran en esta temática. A partir del video observado 5 participantes construyeron una conclusión escrita en un documento de drive compartido previamente (ver anexo 11). Las respuestas obtenidas por los participantes indican un progreso significativo con respecto a la actividad uno, ya que todos los participantes se encuentran en los niveles satisfactorio y sobresaliente según los criterios de evaluación propuestos en la UD (ver Tabla 21 en anexo 12). Los dos participantes que se ubican en el nivel satisfactorio justifican la importancia de la toma de decisiones, acciones y posibles soluciones que aborden la problemática de contaminación hídrica de Arroyo Grande. Como lo menciona el P4:

“Los mangles han cuidado y cuidan más el territorio que los mismos porteños... Si no fuera por los mangles el daño que hemos hecho por décadas ya hubiera acabado con la vida del arroyo, por ejemplo, las iguanas no tendrían sombra para habitar alrededor del arroyo así mismo muchos animales, pero no es solo la vida animal, sin los mangles el suelo se erosiona, por lo tanto, sin ellos de poco a poco el arroyo se iría secando. Así mismo la vida en el arroyo, las babillas, los peces y de más. En general sin el mangle la vida en el arroyo y sus alrededores no es vida, solo tierra y agua contaminada, en conclusión, si no hacemos algo por un cambio de conciencia en la comunidad de Puerto Colombia nos llevamos por delante la vida de distintas especies de plantas y animales para quienes este es su hogar”.

Por otro lado, se encontró que tres participantes presentan conclusiones clasificadas en el criterio de evaluación sobresaliente, lo que significa un gran

avance, ya que en la actividad inicial las respuestas obtenidas por estos tres integrantes de la comunidad se ubicaban en un nivel básico y satisfactorio, además es evidente que argumentan sobre la importancia de la toma de decisiones, acciones y posibles soluciones que aborden la problemática de contaminación hídrica de Arroyo Grande. De acuerdo con esto, posteriormente se realiza una comparación entre la actividad inicial y final, con el fin de analizar el nivel de argumentación estos tres participantes (según los componentes estructurales explicados en los análisis de las actividades anteriores) y evaluar el pilotaje de las actividades de la UD (ver tabla 22). Se obtuvieron resultados considerables en el progreso de P1, pero especialmente en P2 y P3, ya que en las respuestas dadas al inicio de la actividad uno, no realizaban las conexiones adecuadas entre los componentes estructurales, presentaban poco uso de los tipos de conectores y conceptos científicos.

Tabla 22.

Niveles de argumentación de los participantes en la última actividad

Participante	P1	P2	P3
Nivel de argumentación	5	5	4

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se puede observar las conclusiones escritas por los tres participantes identificando en cada una de ellas su estructura argumentativa, es de resaltar que no todas las justificaciones responden a un ámbito científico ya que algunas de ellas provienen de una relación entre la vida cotidiana y el contexto donde se desarrolla la temática (Vasquez, 2022):

P2 plantea que:

“Los mangles cumplen una función importantísima para los ecosistemas del arroyo (D), debido a que es un hogar para las especies que habitan alrededor de este (F1), por tanto desde los procesos ambientalistas hemos estado defendiendo este territorio (A)

pero para la administración esto no es una prioridad (I), en cambio se hacen proyectos de expansión urbanística sin tener en cuenta el gran daño que se hace(M) ya que sin darse cuenta han sido los manglares los que de cierta forma han mitigado una parte de la mancha contaminante que causamos los habitantes (J) debido a que las raíces y las propiedades del manglar funcionan como filtros, que de una manera única recogen la contaminación que cae al arroyo (F2) por ejemplo agentes químicos, detergentes, aceites, etc. (E)... En conclusión, la conciencia que no tenemos muchos de los habitantes yace en las raíces de los manglares nuestros protectores y de nuestra madre tierra (C)”.

P1 plantea que:

“Los manglares nos ayudan a disminuir esa contaminación hídrica del arroyo (D), porque dentro de sus funciones como ecosistema esta proporcionar oxígeno (J1), por tanto, se convierten en el hogar de aves en migración, cuna de peces que se reproducen en sus raíces (A). Además, los manglares protegen la vida de los habitantes del pueblo, por ejemplo, del impacto de las olas que producen los huracanes y las mareas altas (E). Debido al sedimento que llega del río Magdalena a la costa sirven para procesar gran parte de este (F). En conclusión, los manglares reducen el calentamiento, captan cantidades de dióxido de carbono (C), esto lleva a que mejoren la calidad de agua (J2) y muchas otras cosas que no te imaginas, pero aun así se encuentran amenazados y en riesgo por diferentes acciones del hombre(I), que los talan, queman, y taponan el flujo hídrico y las aguas dulces que deberían llegar de los arroyos y por el contrario las aguas que llegan están contaminadas (M).

En tanto que P3:

*“A través de los estudios fisicoquímicos que hemos venido realizando hemos podido determinar la importancia del ecosistema de los mangles para la disminución de contaminación en el arroyo **(D)** porque estos estudios y experiencias nos han permitido observar los manglares con otra perspectiva **(J1)** y entender sus funciones de una forma más pedagógica. Hemos aprendido que los mangles son capaces de disminuir la carga contaminante debido a que las raíces primero que todo pueden nutrirse con el agua salada lo que los hace bien especiales, pero también sus raíces tienen la capacidad de formar un manto en el suelo con las hojas y los sedimentos en el ecosistema que funcionan como un filtro en los cuerpos de agua que se rodean del manglar **(F1)** por lo tanto la deforestación de este ecosistema tiene un impacto negativo que los habitantes percibimos pero no entendemos **(A)**, por ejemplo, los habitantes creemos por lo general que la única razón de que el arroyo tenga malos olores **(E)** es debido a la contaminación de las basuras en el agua **(F2)**, pero al estudiar los parámetros fisicoquímicos que determinan la calidad de agua nos damos cuenta que además de eso el vertimiento de las aguas residuales de donde provienen los fosfatos es una razón muy importante del aumento de malos olores y de la contaminación del arroyo, es importante señalar que la comunidad ve la necesidad de intervenir este arroyo y seguir creando concientización frente a esta problemática ambiental ya que por el contrario las autoridades gubernamental ignoran y no implementan ninguna solución este cuerpo hídrico **(M)**. En conclusión, la tarea de cuidar el arroyo no es tan simple como no lo quieren hacer ver con el tema de las basuras, por ahí se empieza **(C)**, pero la protección de nuestros manglares es vital **(I)** y debemos darle esa importancia porque una vez el daño hecho podría ser irreparable **(J2)**”.*

Con respecto a estas conclusiones presentadas anteriormente, se analiza que los tres participantes emplean todos los compuestos estructurales propios de la estructura argumentativa planteada por Sardá y Sanmartí (2000), el P3 aún presenta una leve dificultad en la habilidad de redacción ya que no hace un buen uso de los signos de puntuación y pierde el hilo conductor de la idea planteada. En este sentido el profesor de ciencias también asume un rol participativo en la enseñanza de aprender a leer, escribir y hablar. Como lo afirma Vasquez (2022) “la enseñanza de la puntuación como de la ortografía hace parte de lo que los profesores debemos incluir a la hora de promover el desarrollo de las distintas habilidades cognitivo-lingüísticas, en especial la argumentación” (p.127).

Por otra parte, el P1 evidenció una relación frente al uso del lenguaje científico con el cotidiano, es decir, utilizó conceptos propios de la química y la biología para describir las experiencias, los resultados obtenidos y las posibles soluciones que se pueden llevar a cabo frente a la CSC abordada durante el desarrollo de las actividades de esta UD.

Por último, con los cinco participantes que asistieron en un primer momento se proyectó una charla previamente grabada con tres biólogos expertos de diferentes organizaciones del Atlántico (Apéndice A) que dan una clara explicación de la definición, propiedades, características y ventajas que tienen los manglares para los ecosistemas costeros. En un segundo momento cada participante sembró un manglar cerca del arroyo siguiendo las indicaciones dadas por los expertos como localización, profundidad del hoyo, entre otras, para empezar a disminuir la carga contaminante que se presenta y recuperar el ecosistema que lo rodea, se resalta que los manglares sembrados fueron donados por una bióloga miembro de la comunidad de Puerto Colombia Atlántico.

En este sentido, desde la CSC abordada se favoreció el desarrollo de los niveles de argumentación ya que como mencionan Martínez y Parga (2013), al discutir una cuestión sociocientífica se promueven posturas críticas y argumentos en la comunidad y en los estudiantes, generando opiniones y acciones a nivel personal y

social, también, los lleva a formular conclusiones y tomar decisiones fundamentadas que atiendan la problemática planteada como se evidenció en el pilotaje de las actividades de la UD (Solbes & Torres, 2017). Así, se precisa que por medio de diferentes posturas frente a un tema de interés para la comunidad se planteen diferentes argumentos y tomen decisiones basándose en sus experiencias y en la ciencia (Solbes, 2013).

Los resultados obtenidos en la investigación permitieron establecer que los estudiantes y algunos integrantes de la comunidad aumentaron progresivamente su nivel de argumentación frente la CSC: Arroyo grande: es fuente de vida o fuente de una problemática ambiental, a partir del pilotaje de las cinco actividades que conforman la UD diseñada. Las actividades planteadas eran sencillas, pero no por su sencillez dejaron de ser fundamentales para abordar la CSC y aumentar significativamente el nivel de argumentación de los participantes. De la misma manera se reconoció que lo más valioso e importante fue generar espacios de reflexión, discusión y análisis para una mejor comprensión, justificación y explicación de la problemática ambiental, relacionando paralelamente los aspectos sociales, políticos, culturales o económicos que intervienen en esta.

9. CONCLUSIONES

A partir del objetivo general que se planteó para este trabajo de grado, el cual consistió en analizar los elementos teóricos y metodológicos que se deben incorporar en una unidad didáctica fundamentada en cuestiones sociocientíficas, relacionadas con la contaminación hídrica y que fomente la argumentación de los estudiantes de grado once de la Institución Educativa San Nicolás Tolentino y algunos integrantes de la comunidad de Puerto Colombia-Atlántico, se puede concluir que:

Según el objetivo específico 1, en la caracterización fisicoquímica y microbiológica realizada, los cuerpos hídricos presentaron altos niveles de contaminación excediendo algunos parámetros como: fosfatos, nitratos, cloruros lípidos, DQO, hierro y sólidos suspendidos totales los valores de los límites de control establecidos, lo cual indicó una necesidad de diseñar estrategias pedagógicas y didácticas que aborden esta problemática ambiental. De igual forma en la caracterización algunos integrantes de la comunidad se logró identificar la importancia de abordar este tipo de temas desde las instituciones educativas para modificar comportamientos antrópicos que aumentan dicha contaminación y generar posibles soluciones que ayuden a mitigar esta problemática.

Respecto al objetivo 2, el diseño de la unidad didáctica basada en La cuestión sociocientífica (CSC) “Arroyo Grande: ¿Es fuente de vida o fuente de una problemática ambiental?” se identificaron referentes teóricos y metodológicos previos al diseño, durante el diseño y en el pilotaje de la unidad didáctica que permitieron establecer actividades que contribuyeron a los estudiantes y a algunos integrantes de la comunidad de Puerto Colombia a aumentar secuencialmente el nivel de argumentación y fomentar el pensamiento crítico frente a la problemática de contaminación hídrica de Arroyo Grande.

El pilotaje de la UD didáctica permitió diagnosticar el nivel de argumentación de los participantes (objetivo específico 3). En este sentido, de acuerdo con el análisis de

los textos argumentativos realizados por los estudiantes y algunos integrantes de la comunidad se pudo identificar un aumento progresivo en el nivel de argumentación y en su estructura, ya que fundamentaban sus respuestas desde resultados obtenidos en los laboratorios, sus experiencias, ideas y datos teóricos presentados en las intervenciones. Además, se evidenció que la estructura argumentativa de los textos y de las respuestas recopiladas de manera audiovisual estaba completa o parcialmente completa en las actividades 3 y 5, ya que a partir de unos hechos planteados daban la justificación y a su vez, reforzaban la justificación por medio de fundamentos. Además, el trabajo colaborativo entre todos los integrantes de la comunidad desarrollado en la actividad tres, contribuyó a mejorar la habilidad argumentativa y a realizar construcciones escritas a partir de la discusión, reflexión o debate de sus diferentes puntos de vista.

Cabe resaltar que fue muy enriquecedor para algunos miembros de la comunidad desarrollar actividades pedagógicas y didácticas en el municipio, desde un enfoque CTSA, que permitieron aumentar progresivamente el nivel de argumentación desde la enseñanza de la química y aprender diferentes contenidos teóricos, procedimentales y actitudinales necesarios para abordar la CSC planteada. Finalmente, el enfoque CTSA permitió generar espacios de diálogo, análisis, reflexión y discusión en el diseño de la UD, por lo tanto, se logró que los participantes plantearan una posible solución que responda a una situación, problemática o necesidad que se presenta en su contexto enriqueciendo paralelamente su conocimiento cotidiano y promoviendo los discursos argumentativos.

10. RECOMENDACIONES

Se recomienda implementar la unidad didáctica diseñada en este trabajo de grado para promover en los estudiantes y en algunos integrantes de la comunidad una postura crítica desde el desarrollo de habilidades argumentativas basadas en cuestiones sociocientíficas que se presenten en sus contextos, para que se vuelvan agentes activos que toman decisiones y plantean soluciones que mejoran su entorno. Además, se recomienda enseñar los compuestos estructurales del texto argumentativo y otros componentes propios de la argumentación que les permita realizar construcciones textuales y comprender, relacionar y aplicar conceptos científicos en su vida cotidiana.

Por otra parte, se sugiere que se continúe abordando la problemática de la contaminación hídrica de Arroyo Grande en las instituciones educativas y con las diferentes organizaciones ambientales del Atlántico especialmente de Puerto Colombia, con el objetivo de conocer y realizar los procesos requeridos por las entidades gubernamentales correspondientes para que en un futuro se intervenga este cuerpo hídrico, mejorando la calidad de sus aguas y recuperando el ecosistema que lo rodea. De la misma manera se recomienda seguir con el diseño y desarrollo de proyectos de investigación que fomenten habilidades de argumentación con respecto a esta problemática, para que toda la comunidad pueda tomar una postura crítica fundamentada y contenidos científicos en los fenómenos cotidianos.

Y finalmente se recomienda a todos los docentes en los distintos saberes, diseñar nuevas estrategias pedagógicas y didácticas que permitan tener opciones de transformación mediante el diálogo, el debate, la toma de conciencia y la reflexión. Debido a que la institución educativa la componen todos aquellos espacios en los que se desenvuelve el sujeto, sin reducirlo exclusivamente a sí mismo ni a sus intereses particulares, sino en relación con la comunidad; es así como cada sujeto de la comunidad educativa adquiere el compromiso y la responsabilidad de hacer parte de la transformación de su entorno.

11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo, J (1997). Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS). Un enfoque innovador para la enseñanza de las ciencias. *Revista de Educación de la Universidad de Granada*. (10), 269-275.
- Acevedo, J.A., Vásquez, A., & Manassero, M.A. (2002). El movimiento ciencia-tecnología-sociedad y la enseñanza de las ciencias. En Sala de Lecturas CTS+I de la OEI. Version en castellano del capítulo 1 del libro de Manasser, M. A., Vasquez, A. & Acevedo, J.A. (2001). *Avaluació dels temes de ciència, tecnologia i societat*. Palma de Mallorca: Conselleria d'Educació i Cultura del Govern de les Illes Balears.
- Agredo, J. & Burbano, T. (2012). El pensamiento crítico, un compromiso con la educación. Macroproyecto Sujetos y Diversidad: Una mirada desde el desarrollo Humano. Universidad de Manizales, Colombia.
- Álvarez, L. & García, Á. (2023). Modelos de argumentación aplicados en la enseñanza de las ciencias: una revisión sistemática. *Papeles*, 15(29), e1424. <https://doi.org/10.54104/papeles.v15n29.e1424>
- Amaya, G. (2019). "Coloración roja del arroyo Grande se debe a una alga": Triple A. El Heraldo, Barranquilla. Recuperado de: <https://www.elheraldo.co/barranquilla/coloracion-roja-del-arroyo-grande-se-debe-una-alga-triple-625324>
- Antolinez, D., Santoyo, J. & Rico, J. (2015). Unidad didáctica para el fomento del pensamiento crítico hacia el manejo de aguas del Río Pesca (Boyacá), desde un enfoque (CTSA). Universidad Pedagógica Nacional, Colombia.
- Arias, D. & Torres, E. (s.f.). Unidades didácticas. Herramientas de la enseñanza. *Revista Noria, investigación educativa*. (1), 42-47.
- Arias, X. y Dallagnol, M. (2016). Abordaje de Cuestiones Sociocientíficas: una alternativa para trabajar la interdisciplinariedad y vivenciar interacciones CTSA. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*. (Número Extraordinario), 1319-1330
- Beltrán, M. (2010). Una cuestión socio-científica motivante para trabajar pensamiento crítico. *Zona Próxima*, núm. 12, 144-157

- Benavides, L. (2019). Análisis de la influencia de la calidad del agua del arroyo León en la calidad del agua de la ciénaga de Mallorquín. Universidad del Norte, Colombia.
- Bogotá, C. & Silva, J. (2014). Unidades didácticas para el desarrollo de los aspectos propuestos en el componente “tecnología y sociedad”: un estudio desde el enfoque CTS. Universidad Pedagógica Nacional, Colombia.
- Cabarcas, L. & Medina, J. (2019). Evaluación del índice de calidad del agua para consumo humano en el departamento del Atlántico, Colombia. Universidad de la Costa, Colombia.
- Chinome, J. Correa, D. & Sandoval, F. (2021). Enfoque CTSA en la enseñanza de las ciencias: el café como elemento articulador. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*. (Número Extraordinario), 304-312.
- Copello, M. & Paredes, J. (2015). Enseñar química en contexto. Una dimensión de la innovación didáctica en educación secundaria. *Educación química*. 26 (4), 275-280.
- Corporación Autónoma Regional del Atlántico CRA. (2012). Diagnóstico Ambiental. PGAR 2012-2022. CRA, Colombia.
- Decreto 2811 de 1974. Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente. Colombia.
- Díaz, L., Torruco, U., Martínez, M., & Varela, M. (2013). La entrevista, recurso flexible y dinámico. *Investigación educ. médica*, 2 (7), 162-167.
- Duarte, G., Cubillos, D. & Zapata, P. (2014). Desarrollo de la habilidad argumentativa a través de cuestiones socio científicas (CSC). *Revista Tecné, Episteme y Didaxis: TED*.
- El Tiempo. (1993). Atlántico... sitiado por la contaminación. El Tiempo, Colombia.
- Fernández, J., Elortegui, N., Moreno, T. & Rodríguez, J. (s.f.). ¿Cómo hacer unidades didácticas innovadoras? Sevilla: Díada, Madrid.
- FAO, 2004. Guía metodológica de sistematización. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Recuperado de: <https://www.fao.org/3/at773s/at773s.pdf>
- García, L. & Llanos, A. (2016). Evaluación de la calidad de la arena de las playas de Sabanilla, Miramar, Country, Salgar, y Pradomar; pertenecientes al municipio de Puerto Colombia, Atlántico. Universidad de la Costa, Colombia.

- Guerrero, J. y Cabrera, L. (2004). "Estrategia didáctica para la enseñanza de la Química en el contexto de relaciones ciencia, tecnología, sociedad y ambiente". *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 16, 132-145.
- Invemar. (2015). Diagnóstico y evaluación de la calidad de aguas marinas y costeras del Caribe y pacífico colombiano. Invemar, Colombia.
- Ley 1549 de 2012. Por medio de la cual se fortalece la institucionalización de la política nacional de educación ambiental y su incorporación efectiva en el desarrollo territorial. Colombia.
- Ley 99 de 1993. Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones. Colombia.
- Martínez, F. (2002) El cuestionario. Un instrumento para la investigación en las ciencias sociales. Barcelona: Laertes Psicopedagogía.
- Martínez, L. (2014). Cuestiones sociocientíficas en la formación de profesores de ciencias: aportes y desafíos. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (36), 77 – 94
- Martínez, L. & Parga, D. (2013). La emergencia de las cuestiones sociocientíficas en el enfoque CTSA. *Revista Góndola*. 8 (1), 23- 35.
- Martínez, L. F. & Villamizar, D. P. (2014). Unidades didácticas sobre cuestiones socio científicas: construcciones entre la escuela y la universidad. Bogotá: Colciencias y Universidad Pedagógica Nacional.
- Martínez, L. Rojas, Á. (2006). Estrategia didáctica con enfoque en ciencia, tecnología, sociedad y ambiente, para la enseñanza de aspectos de bioquímica. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (19), 44-62.
- Martínez, L., Parga, D. & Gómez, D., (2012). Cuestiones sociocientíficas en la Formación de Profesores de Ciencias. *Revista EDUCyT*. (Número Extraordinario), 139-151.
- Martínez, L., Peña, D., & Villamil, Y. (2007) Actitudes favorables hacia la química a partir del enfoque ciencia, tecnología, sociedad y ambiente (CTSA). I Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación. Celebrado en México, 1-16.

- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial MAVDT. (2010). Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Colombia.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial MAVDT. (2012). Brota, fluye, crea, recrea... Cambia. Elemento vital para transformar la cultura ambiental. Colombia. Adhouse S.A.S.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial MAVDT. (2021). Programa Nacional de Gobernanza de Agua - Documento técnico de trabajo y avances. MAVDT, Colombia.
- Ministerio de Educación MEN. (2004). Estándares básicos de competencias. Ministerio de Educación, Colombia.
- Monje, C. (2011). Metodología de la investigación cuantitativa y cualitativa. Universidad Surcolombiana, Facultad de Ciencias Sociales y Humanas.
- Mora, W. & Parga, D. (2005). Evaluación por competencias y estándares de competencias, en el campo de la enseñanza de las ciencias y educación ambiental. *Revista. Enunciación*, 10, 73-84.
- Naranjo, M., Villeda, L. & Rojas, J. (2010). Educar desde un enfoque cts-v (Ciencia tecnología sociedad y valores). V Foro de Investigación Educativa, CFIE-IPN 2010: 290-294.
- Núñez, J. (2017). Los métodos mixtos en la investigación en educación: hacia un uso reflexivo. doi.org/10.1590/198053143763
- Oyaga, R., (2013) Realidades Ambientales de los Cuerpos de Agua del departamento del Atlántico, Colomba. doi.org/10.18041/19092458/ingeniare.14.611
- Pabón, S., Benítez, R., Sarrita, R. & Gallo, J. Contaminación del agua por metales pesados, métodos de análisis y tecnologías de remoción.
- Parga, D. (2019). Conhecimento didático do conteúdo ambientalizado na formação inicial do professor de química na Colômbia. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência). Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência, Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista –UNESP–, “Júlio de Mesquita Filho”, Bauru/SP. <http://hdl.handle.net/11449/190931>

- Parga, D. (2021). Desafios atuais da educaçao química e da formação de professores: pesquisas sobre ambientalização do conteúdo. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- Parga, D. (ed.). (2015). *Conocimiento didáctico del contenido (CDC) en química*. Bogotá: Editorial Universidad Pedagógica Nacional,
- Parga, D. & Mora, W. (2020). Educación CTSA en Colombia: un balance de 20 años. *Boletín AIA-CTS*, 12, 120-126.
- Parga, D. L. Piñeros, G.Y. (2018). Enseñanza de la química desde contenidos contextualizados. *Educación Química*, 29(1), 55-64. Doi 10.22201/fq.18708404e.2018.1.63683.
- Patiño, L., Londoño, M. & Velásquez, V. (2020). Documental: lo que el río se llevó. Universidad Católica de Pereira, Colombia.
- Paul, R. & Elder, L. (2005). Una guía para los educadores en los estándares de competencia para el pensamiento crítico. Fundación para el pensamiento crítico.
- Pedretti, E. (2003). Teaching Science, Technology, Society and Environment (STSE) Education. The Role of Moral Reasoning on Socioscientific Issues and Science Education, 219-239.
- Peña, E. (2007). Calidad del agua, trabajo de investigación oxígeno disuelto (OD). Escuela Superior Politecnica de Litoral.
- Pereira, Z. (2011). Los diseños de método mixto en la investigación en educación: Una experiencia concreta. *Revista Electrónica Educare*, XV, (1), 15-29.
- Pino R, J. C. (20 de septiembre de 2018). Ciénaga de Mallorquín, situación actual y derroteros. StudyLib. Recuperado de: <https://studylib.es/doc/6650609/ci%C3%A9naga-de-mallorqu%C3%ADn...-----situaci%C3%B3n-actual-y>
- Posada H, J.G (2016). ELEMENTOS BÁSICOS DE ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA para el análisis de datos, - Medellín : Funlam, 2016, 158, 14. Recuperado de: https://www.funlam.edu.co/uploads/fondoeditorial/120_Ebook-elementos_basicos.pdf
- Quintero, S. (2015). Identificación de los conectores discursivos de más alta frecuencia en notas periodísticas deportivas. *Revista de lingüística teórica y aplicada*. N 2, vol 53. Recuperado de:

https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-48832015000200003

- Ruíz Muñoz, D. (2005). Manual de Estadística. Universidad Pablo de Olavide. Recuperado de: <http://www.eumed.net/cursecon/libreria/drm/index.htm>
- Rodríguez, C. & Moreno, L. (s.f.). Informe sobre el estado de los recursos naturales y del medio ambiente vertimientos de aguas servidas a fuentes hídricas en los municipios del departamento del Atlántico. Contraloría general del departamento de Atlántico.
- Saiz, C. (2002). Enseñar o aprender a pensar. *Escritos de Psicología*, 6, 53-72.
- Sampieri, R., Fernández, C. & Baptista, P. (2010). Metodología de la investigación. McGraw-Hill, Quinta edición.
- Sánchez, G. & Pérez, M., (1993). Diseño de unidades didácticas en el área de ciencias experimentales. Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Escuela Universitaria de Magisterio. 11 (I), 33-44.
- Sanmartí, N.; Pipitone, C. y Sardá, A. (2009). Argumentación en clases de ciencias. Enseñanza de las Ciencias, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, pp. 1709-1714 <http://ensciencias.uab.es/congreso09/numeroextra/art-1709-1714.pdf> VIII Congreso Internacional Sobre Investigación En La Didáctica De Las Ciencias (ISSN 0212-4521) <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/294086/382616>
- Sardá, A., y Sanmartí, N. (2000) Enseñar a argumentar científicamente: un reto de las clases de ciencias. *Enseñanza de las ciencias* 18 (3), p. 405-422
- Shulman, S. (1987). Conocimiento del contenido pedagógico en estudios sociales. *Revista escandinava de investigación educativa*, 31 (2), 59-70.
- Solbes, J. (2013). Contribución de las cuestiones sociocientíficas al desarrollo del pensamiento crítico. Universidad de Valencia. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 10 (1), 1-10.
- Solbes, J. & Ríos, E. (2007). Las relaciones CTSA en la enseñanza de la tecnología y las ciencias: una propuesta con resultados. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 6, (1), 32-55
- Soto, J. (2009). La Dureza del agua como indicador básico de la presencia de incrustaciones en instalaciones domésticas sanitarias. Ingeniería

- Tishman, S., Perkins, D., & Jay, E. (1997). Un aula para pensar (Aprender y enseñar en una cultura de pensamiento). Madrid. Aique.
- Torres, F., Cantero, R., Mendoza, J. & López, Y. (2014). Análisis socioambiental de las playas Puerto Velero y Caño Dulce en Tubará, Atlántico.
- Torres, J. (1996). La dimensión ambiental: un reto para la educación. Ministerio de Educación Nacional, Colombia.
- Torres, N. & Solbes, J. (2017). Pensamiento crítico desde cuestiones socio-científicas. Salvador: EDUFBA, 2018, pp. 59-76.
- UNIAUTONOMA. (2016). Caracterización de la calidad del agua y arena, para el sector turístico de Puerto Colombia, Atlántico, Colombia. Universidad Autónoma del Caribe. Universidad de Quintana Roo, México.
- Vasquez, A. (2022). Caracterización de los niveles de argumentación escrita en ciencias en la escritura de informes de trabajos prácticos de laboratorio en estudiantes de grado once de la Institución Educativa Instituto Técnico Industrial, Florencia-Caquetá. Universidad de la Amazonia, Colombia.

12.ANEXOS

Anexo 1. Cuestionario caracterización de la comunidad y parámetros fisicoquímicos.

Caracterización de la comunidad de Puerto Colombia

Objetivo

Este cuestionario se realiza para el trabajo de grado "**CARACTERIZACIÓN DE LA ARGUMENTACIÓN EN CIENCIAS MEDIADA DESDE UNA CUESTIÓN SOCIOCIENTÍFICA SOBRE LA CONTAMINACIÓN HÍDRICA DE ARROYO GRANDE**" y tiene como finalidad hacer una caracterización de la comunidad de Puerto Colombia y conocer su percepción frente a la problemática de contaminación hídrica.

Confidencialidad

Las respuestas obtenidas serán confidenciales y sólo se hará uso de estas como parte de la investigación para el Trabajo de Grado de la Licenciatura en Química. Este cuestionario es realizado por Nidian Julieth América Sonza njamericas@upn.edu.co y Laura Camila Parrado Jiménez lparradoj@upn.edu.co, estudiantes de la Licenciatura en Química de la Universidad Pedagógica Nacional, cualquier información o inquietud remitirse a los correos mencionados anteriormente.

Agradecemos su participación.

1. Nombre y Apellido

2. Por favor indique su rango de edad

- 20 años a 32 años
- 33 años a 43 años
- 44 años a 55 años
- Más de 56 años

3. Indique su nivel profesional

- Bachiller
- Tecnico (a)
- Profesional

4. ¿Cuánto tiempo ha vivido en el municipio de Puerto Colombia?

5. ¿Conoce el cuerpo hídrico de Arroyo Grande?

Sí

No

6. ¿Vive cerca de Arroyo Grande?

Sí

No

7. ¿Considera que existe una problemática de contaminación del agua de Arroyo Grande?

Sí

No

8. Justifique su respuesta

9. ¿Ha observado que se aborde la problemática de contaminación hídrica en las instituciones educativas?

Sí

No

10. ¿Considera pertinente que se aborde ésta problemática en las instituciones educativas?

Sí

No

11. ¿Por qué?

12. ¿Ha presenciado que alguna entidad gubernamental intervenga este cuerpo hídrico para el monitoreo de la calidad del agua?

Sí

No

13. En caso de que su respuesta anterior sea afirmativa ¿Cuáles han sido estas entidades?

14. ¿Considera que los factores sociales, políticos, culturales, económicos o ambientales han contribuido o afectado esta problemática?

Sí

No

15. ¿Cuáles factores?

16. ¿Usted o algún conocido ha presentado afectaciones a la salud a causa de la problemática de contaminación hídrica?

Sí

No

17. En caso de que su respuesta anterior sea afirmativa, ¿Cuáles afectaciones a la salud ha tenido?

18. ¿Conoces algún parámetro fisicoquímico que determine la calidad del agua?

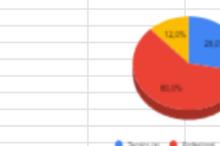
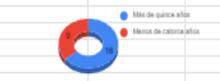
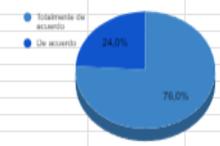
Sí

No

19. En caso de que su respuesta anterior sea afirmativa, ¿Cuál o cuáles parámetros conoce?

Anexo 2. Respuestas al cuestionario caracterización de la comunidad y parámetros fisicoquímicos.

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	
1	4. Por favor indique su nivel profesional, ¿Cuánto tiempo ha vivido?, ¿Conoce el cuerpo hídrico?, ¿Vive cerca de arroyos?, ¿Considera que existe contaminación?, ¿Ha observado que se contaminan los arroyos?, ¿Considera necesario que se realicen estudios de agua?, ¿Justifique su respuesta., ¿Ha presenciado que se arrojan residuos?, ¿Usted o algún conocido?, ¿Conoce algún parámetro físico-químico? En caso de que su respuesta sea afirmativa ¿Cuál o cuáles?																		
2	Más de 56 años.	Técnico (a)	Más de quince años	Si	Si	No	No	Totalmente de acuerdo	Es importante conocer el agua	No	No	No							
3	20 años a 32 años.	Profesional	Menos de catorce años	Si	No	Si	No	De acuerdo	Es muy evidente la contaminación	No	No	No							
4	20 años a 32 años.	Técnico (a)	Más de quince años	Si	Si	No	No	Totalmente de acuerdo	Permitiría abordar la contaminación	No	Si		pH						
5	33 años a 43 años.	Profesional	Más de quince años	Si	Si	No	No	Totalmente de acuerdo	Los jóvenes deben estar informados	No	No	No							
6	33 años a 43 años.	Técnico (a)	Menos de catorce años	Si	No	Si	No	De acuerdo	Por que podemos tener información	No	No	No							
7	44 años a 55 años.	Profesional	Menos de catorce años	Si	Si	No	No	Totalmente de acuerdo	Debido a que muchas veces no se sabe	No	Si		pH y alcalinidad						
8	Más de 56 años.	Profesional	Más de quince años	Si	No	Si	No	Totalmente de acuerdo	Muchas veces en los colegios	Si	Si								
9	20 años a 32 años.	Profesional	Menos de catorce años	Si	No	Si	No	Totalmente de acuerdo	Si, porque los estudiantes necesitan saber	No	No	No							
10	20 años a 32 años.	Profesional	Más de quince años	Si	Si	No	No	De acuerdo	Los arroyos están muy contaminados	No	No	No							
11	20 años a 32 años.	Bachiller	Menos de catorce años	No	No	Si	No	Totalmente de acuerdo	Se debería profundizar más en la información	No	No	Si	Mercurio						
12	44 años a 55 años.	Profesional	Menos de catorce años	Si	Si	No	No	Totalmente de acuerdo	Es supremamente importante	No	Si		Oxígeno, dureza, fosfatos y nitratos						
13	20 años a 32 años.	Técnico (a)	Más de quince años	No	No	Si	No	Totalmente de acuerdo	Considero importante la información	No	Si		Grasas						
14	20 años a 32 años.	Técnico (a)	Más de quince años	Si	Si	No	No	Totalmente de acuerdo	La contaminación de las aguas	No	No	No							
15	33 años a 43 años.	Profesional	Menos de catorce años	Si	Si	No	No	Totalmente de acuerdo	Es importante que desde la infancia se enseñe	No	Si		Oxígeno						
16	33 años a 43 años.	Bachiller	Más de quince años	Si	Si	No	No	Totalmente de acuerdo	Como se pretende evitar	No	No	No							
17	20 años a 32 años.	Profesional	Más de quince años	Si	No	Si	No	Totalmente de acuerdo	Muchas veces la gente no sabe	No	Si		Materiales pesados						
18	20 años a 32 años.	Bachiller	Menos de catorce años	Si	Si	Si	No	De acuerdo	Desde una edad temprana	No	No	No							
19	44 años a 55 años.	Profesional	Más de quince años	Si	Si	Si	No	De acuerdo	Considerando que las personas no saben	No	No	No							
20	Más de 56 años.	Profesional	Más de quince años	Si	Si	Si	No	Totalmente de acuerdo	Es importante para sensibilizar	No	Si		DOO, DBO, coliformes, mercurio, plomo						
21	33 años a 43 años.	Profesional	Más de quince años	Si	Si	Si	No	Totalmente de acuerdo	Es necesario que las personas estén informadas	No	No	No							
22	44 años a 55 años.	Técnico (a)	Más de quince años	Si	No	Si	No	Totalmente de acuerdo	Se debe tener en cuenta la información	No	No	No							
23	20 años a 32 años.	Profesional	Menos de catorce años	Si	Si	No	No	Totalmente de acuerdo	Por que buscar soluciones	No	No	No							
24	44 años a 55 años.	Profesional	Más de quince años	Si	Si	Si	No	Totalmente de acuerdo	Claro que si y más pronto	No	No	No							
25	Más de 56 años.	Técnico (a)	Más de quince años	Si	No	Si	No	Totalmente de acuerdo	Es necesario generar conciencia	No	Si		Acidez						
26	20 años a 32 años.	Profesional	Más de quince años	Si	Si	Si	No	De acuerdo	Si ya que debe darse un ejemplo	No	No	No							
27																			
28																			
29																			
30																			
31																			
32																			
33																			
34																			
35																			
36																			
37																			
38																			
39																			
40																			
41																			
42																			
43																			
44																			
45																			
46																			
47																			
48																			
49																			
50																			
51																			
52																			
53																			
54																			
55																			
56																			
57																			
58																			
59																			
60																			



Es importante conocer sobre los beneficios y las ar consecuencias que eso conlleva, es importante que los estudiantes conozcan la naturaleza de esta contaminación y el por qué hacen degeneración en los diferentes ecosistemas.



Copia de Respuestas de formulario 1

Hoja 1

Explorar



Anexo3. Entrevistas transcritas realizadas a seis miembros de la comunidad de Puerto Colombia Atlántico

Entrevista #1:

Muy buenas tardes, gracias por permitirme realizarle esta entrevista.

¿Cuál es su nombre completo? A.H.

Usted que ha habitado en este territorio, ¿Cuáles cree que han sido las causas y consecuencias de la contaminación de los arroyos? Bueno las causas, lo principal es la falta de cultura ciudadana y de apropiación que tienen los habitantes de Puerto Colombia, muchos no tienen la conciencia, ni el interés en cuidar su entorno con el tema de las basuras, botan a los arroyos la basura y a la calle, pero eso viene también porque la educación no se los ha permitido digamos ver. Yo estuve haciendo una encuesta con 150 madres del municipio y tristemente la realidad que arrojó es que no tienen la educación suficiente como para entender esos temas o que al menos les interese porque tampoco han estudiado, entonces básicamente eso y que los turistas cuando vienen traen solamente la basura, no consumen entonces tampoco dejan tampoco dinero al municipio, sino que traen todo y aparte nos dejan las basuras y todos los lunes en las playas lo único que ves es basura en toda la arena y es súper triste bueno esas son las causas.

¿En algún momento ha usado un mecanismo para potabilizar el agua? Sí, bueno en la casa teníamos un filtro de piedras.

¿Ha visto o presenciado que alguna institución se haya acercado a solucionar esta problemática aquí en Puerto Colombia? No, bueno pues la triple A hacer limpiezas y es muy evidente que lo hacen no se puede negar, pero digamos que es un trabajo más no como el querer solucionar algo, sino que ellos cumplen su trabajo, pero que una entidad diga que se haga algo como un impacto no. No porque no se hace la pedagogía, hicieron unos traga basuras como unas esculturas grandes de animales las hicieron en el malecón para que la gente echara la basura, pero en realidad siempre están vacías, la basura siempre está fuera y la gente no tiene la conciencia entonces digamos que no hacen la pedagogía necesaria y los que metemos la mano somos fundaciones cada uno independiente.

¿Estudió en algún colegio del territorio? No. Entonces ¿conoce o ha escuchado que se aborde esta problemática en las instituciones educativas? No te sabría decir.

¿Cree que es necesario implementar un tipo de prototipos que ayuden en la potabilización del agua en las comunidades? ¿Por qué? Claro que sí es muy necesario, Puerto Colombia tenemos digamos muchos problemas con el agua hay barrios donde no llega el agua en días y generalmente a casi todos los barrios se le va el agua mínimo una vez a la semana, entonces digamos que puede ser una solución para ese problema que tenemos de escasas de agua.

¿Conoce en qué consiste o cómo funciona el acueducto en Puerto Colombia? No.

¿Considera que algunas entidades gubernamentales han tomado alguna iniciativa frente a esta problemática ambiental? No les interesa.

¿Considera que la problemática de la contaminación de los arroyos haya causado afectaciones en la salud, en lo económica, ambiental, cultural o en la piscicultura? sí pues en lo ambiental y en el tema de los peces también porque te estas bañando y salen los peces y los ves por dentro y tienen basura, te estas bañando y ves basura alrededor tuyo entonces sí hay afectaciones.

¿Conoce los nacimientos o suministros de agua que tiene Puerto Colombia? No.

En el tiempo que ha vivido ¿Ha evidenciado el desabastecimiento de agua y qué soluciones ha visto que realice la comunidad? Sí, lo he visto sobre todo los en los barrios que son invasiones, no hay agua he visto cómo llevan ellos mismos el agua con tanques, pues ahí es una Loma, no hay carretera, nada entonces como subir por trochas agua que necesitan, es super difícil y muy duro de ver también, esas son como las soluciones que he visto, un carro tanque que lleva pues digamos agua a otros lugares donde se puede llegar con un carro y todo el tiempo, todos los días se ve como sufrimos porque no hay agua constantemente.

Muchas gracias Atina por su colaboración.

Entrevista #2:

Muy buenas tardes, gracias por permitirme realizarle esta entrevista.

¿Cuál es su nombre completo? D. B., soy abogada e investigo sobre temas ambientales y urbanos.

Usted que ha habitado en este territorio, ¿Cuáles cree que han sido las causas y consecuencias de la contaminación de los arroyos? Bueno yo pensaría que una de las causas sería la falta de separación en la fuente de residuos sólidos como tal no hay no ha existido una política de educación ambiental para realizar segregación, separación en la fuente de residuos y eso se evidencia en todos los residuos que terminan en los arroyos y terminan en el mar.

¿En algún momento ha usado un mecanismo para potabilizar el agua? Como tal bueno yo no, es que no vivo en Puerto, pero en Barranquilla, en Barranquilla como tal utilizamos para potabilizar el agua como tal lo que se lo que tradicionalmente hacemos es usar filtros de artesanales o mecanismos tradicionales como hervir el agua y eso.

¿Ha visto o presenciado que alguna institución se haya acercado a solucionar esta problemática aquí en Puerto Colombia? La autoridad ambiental del departamento que es la CAR de acá hasta donde sé ellos han realizado programas de concientización ambiental para las familias, esos son como los programas que han hecho, pero igual sigue siendo insuficiente como tal.

¿Conoce o ha escuchado que se aborde esta problemática en las instituciones educativas? Si.

¿Cree que es necesario implementar un tipo de prototipos que ayuden en la potabilización del agua en las comunidades? ¿Por qué? Claro es importante, es importante que se desarrollen su tipo de iniciativas porque es evidente se evidencia la realidad que hace falta un tratamiento adecuado de las aguas un saneamiento.

¿Conoce en qué consiste o cómo funciona el acueducto en Puerto Colombia? Dale, en Puerto Colombia no y digamos en Barranquilla funciona hay una PETAR una la planta de tratamiento de aguas residuales que queda cerca al río magdalena, pues de ahí mismo captan el agua y todos los vertimientos, pues previo al vertimiento hacen tratamiento a las aguas y de ahí se suministra a todo Barranquilla.

¿Considera que algunas entidades gubernamentales han o no han tomado alguna iniciativa frente a esta problemática ambiental? Hace falta o si las hay ha sido insuficiente, todavía hace falta medidas que puedan mitigar esas problemáticas.

¿Considera que la problemática de la contaminación de los arroyos haya causado afectaciones en la salud, en lo económica, ambiental, cultural o en la piscicultura? Si claro, sobre todo en la salud de las personas porque muchas aguas vertidas que han digamos estas aguas residuales están muchos niños están en contacto con el agua y digamos que hay muchas enfermedades generadas por esto.

¿Conoce los nacimientos o suministros de agua que tiene Puerto Colombia? Está el Arroyo grande y Arroyo León que son los dos que terminan y bueno eso es uno de ellos, pero hay otro que termina en la Ciénaga del Cisne que en realidad le dicen lago el cisne, pero es una Ciénaga y hace parte de los que alimentan estos cuerpos de agua aledaños al río y a la desembocadura.

En el tiempo que ha vivido ¿Ha evidenciado el desabastecimiento de agua y qué soluciones ha visto que realice la comunidad? En puerto Colombia como tal conozco que hay desabastecimiento de agua en ciertos momentos del día, a ciertas horas la comunidad se queda sin el recurso y les toca esperar aquí en Puerto Colombia, en Barranquilla también sucede, pero diría que es más controlado ese tipo de situaciones.

Entrevista #3:

Muy buenas tardes, gracias por permitirme realizarle esta entrevista.

¿Cuál es su nombre completo? N. O.

Usted que ha habitado en este territorio, ¿Cuáles cree que han sido las causas y consecuencias de la contaminación de los arroyos? La principal causa es la falta de pertenencia por la comunidad también por las entidades, por los entes no tienen un manejo adecuado de la materia ambiental, no se lleva a cabo un monitoreo no tenemos ninguna normatividad ambiental aquí todo El Mundo hace por decir vulgarmente lo que le da la gana. Cuando vienen a las playas, también ahora por lo menos después de la

pandemia se desató una contaminación peor que antes debido la masiva gente que venía entonces se aumentó la contaminación en las playas y en los cuerpos hídricos.

¿En algún momento ha usado un mecanismo para potabilizar el agua? Filtro, pero el agua de mi casa, pero aún no lo confío prefiero comprar agua porque no hay ningún nivel de confiabilidad en la potabilización.

¿Ha visto o presenciado que alguna institución se haya acercado a solucionar esta problemática aquí en Puerto Colombia? Tenemos comunicación con una oficina de medio ambiente, la alcaldía, pero la problemática como tal no la han intervenido, no ha habido, solo comunicación, pero nada de acción.

¿Conoce o ha escuchado que se aborde esta problemática en las instituciones educativas? No se aborda las problemáticas ambientales, debería ser como una materia reglamentaria.

¿Cree que es necesario implementar un tipo de prototipos que ayuden en la potabilización del agua en las comunidades? ¿Por qué? Claro que sí, porque puerto Colombia es municipio que está sufriendo una grave sequía, dicen que hay agua para todo el mundo, pero no es cierto hay muchos barrios marginados, vulnerables que duran dos o tres días sin agua, entonces esta sería una opción muy buena y tendría un gran impacto para la comunidad, por lo menos sí no es agua para tomar por lo menos que sea agua para un segundo uso u otras actividades, sería algo muy bueno para Puerto Colombia.

¿Conoce en qué consiste o cómo funciona el acueducto en Puerto Colombia? El acueducto y alcantarillado bueno lo tiene la empresa triple AAA, lo que sé que en el manejo el tratamiento de las aguas es de una PETAR que van a hacer, que está en proyecto, pero no ha salido nada. Aquí todavía se manejan lagunas de oxidación que están obsoletas hace más de 20 años, porque dan una grave contaminación a los suelos, contaminan gravemente ustedes que son químicos lo saben y cuando esas lagunas de oxidación las abren una vez a la semana, toda la parte de los barrios que están entrando a Puerto emanan un olor a podredumbre muy malo, agua estancada, entonces la gente toda tiene que sentir eso. Me parece que es algo que cómo debería darse.

¿Considera que algunas entidades gubernamentales han o no han tomado alguna iniciativa frente a esta problemática ambiental? Iniciativas no, hay normas, pero no las cumplen o se está llevando a cabo, por eso la comunidad tenemos que salir a hacer estas actividades porque no podemos ahogarnos entre la misma basura esperando que haga algo la autoridad.

¿Considera que la problemática de la contaminación de los arroyos haya causado afectaciones en la salud, en lo económica, ambiental, cultural o en la piscicultura? Si totalmente, bueno mira que tenemos unas especies de peces que están viviendo entre las aguas residuales se han adaptado tanto pero así también podría estar en el mar y

son los mismos peces que nos ponemos entonces todo eso mismo se termina afectando a la salud.

¿Conoce los nacimientos o suministros de agua que tiene Puerto Colombia? Algunos, fue delimitado mucho más grande hace poco entonces no tengo claro cuáles son todos.

En el tiempo que ha vivido ¿Ha evidenciado el desabastecimiento de agua y qué soluciones ha visto que realice la comunidad? Sí, un tanque elevado de bahía cupino, pero de verdad no da abasto, no da abasto son dos o tres días a la semana que se va el agua, no es todo puerto Colombia, pero si en la parte de los barrios vulnerables y a la semana por lo menos una vez a la semana se va el agua sagrado en todo el Puerto Colombia.

Entrevista #4:

Muy buenas tardes, gracias por permitirme realizarle esta entrevista.

¿Cuál es su nombre completo? M.R.

Usted que ha habitado en este territorio, ¿Cuáles cree que han sido las causas y consecuencias de la contaminación de los arroyos? La conducta, el comportamiento, la costumbre de algunos miembros de la población que están asentados en los cauces de los arroyos, en las laderas, los cuales arrojan mucha basura y también parte de esto también la gente que en épocas de invierno aprovecha el tema de las correntinas de los arroyos para hacer limpiezas en las casas entonces aprovechan el arroyo y arrojan también cosas inservibles del hogar, lo cual todo eso pues se conduce al mar.

¿En algún momento ha usado un mecanismo para potabilizar el agua? Yo particularmente no he utilizado ningún mecanismo, pero sí conozco el mecanismo de potabilización con agua de mar que consiste en una lámpara o un filtro tal cual se le coloca el agua de mar, pasa por un proceso y luego sale agua apta para el consumo humano. Incluso es como una solución en los sitios que no tienen agua y no hay agua potable y puedan purificar el agua.

¿Ha visto o presenciado que alguna institución se haya acercado a solucionar esta problemática aquí en Puerto Colombia? Tengo un amigo operador que es el administrador del tema del acueducto local, hay algunas zonas que todavía la presión del agua no alcanza a llegar a esos sitios y por lo tanto no logra cubrir el 100% de la población y a veces se turnan digamos el suministro en horarios para que algunas poblaciones tengan y los que tienen la posibilidad de tener sus depósitos de agua o tanques de agua pues no sufren esa necesidad porque reservan su agua para el momento en que el agua normalmente se va. Que normalmente el agua se va yendo, por temporadas, por lo menos en este momento, en esta época que estamos pasando, por algunas situaciones de acoplamiento del tanque elevado del municipio pues hay sectores que nos quedamos hasta un día sin agua.

¿Conoce o ha escuchado que se aborde esta problemática en las instituciones educativas? Específicamente no se aborda esa problemática, todavía es como un muy summer el tema de cuidemos el agua simplemente es como una campaña publicitaria que hacen, que es como un compromiso. De acuerdo tengo entendido que de hecho es por alguna compensación que tiene el operador que es el que tiene slogan, incluso en las facturas no envían nada del agua. Las empresas de servicios locales no cuidan el agua, pero las instituciones educativas más que todo se enfocan en el cuidado del medio ambiente en general y los proyectos pedagógicos escolares, los PRAES están enfocados todo al tema del cuidado del medio ambiente, pero lo que trata sobre todo es el mejoramiento del suelo a través de las huertas urbanas y hacer siembras y el otro está enfocado a la recolección de basuras y también a la selección de basuras y en general un valor agregado sobre las basuras.

¿Cree que es necesario implementar un tipo de prototipos que ayuden en la potabilización del agua en las comunidades? ¿Por qué? Sí, correcto claro que sí, sería importante porque eso sería una solución a la problemática a las comunidades locales que sufren por el tema del agua. Entonces teniendo todo este recurso del océano en el cual es el 50% de nuestro entorno, porque sencillamente hay una línea límite que nos separa de eso y no aprovechamos ese inmenso mar tenemos ahí del otro lado.

¿Conoce en qué consiste o cómo funciona el acueducto en Puerto Colombia? El acueducto de aquí de Puerto Colombia, tengo conocimiento de que es un operador metropolitano hay unas estaciones que manejan. Una que se maneja en Barranquilla y otra que se maneja en la bocatoma de las flores, el suministro de nosotros se toma de la bocatoma de las flores. Luego pasa a una planta de tratamiento, de ahí pasa a una estación de redondeo, que les a que llega aquí a la localidad, que es la que se bombea a las residencias.

¿Considera que algunas entidades gubernamentales han o no han tomado alguna iniciativa frente a esta problemática ambiental? El gobierno ha tomado medidas por lo que le corresponde al ente gubernamental como es la Superintendencia de servicios públicos la cual es la que rige a los operadores. Aquí en este caso tenemos dos operadores para los servicios básicos, la empresa Aires de energía y el tema del agua, alcantarillado y aseo es la triple AAA, realmente están en el tema de la instalación, pero realmente no se ha visto como ese requerimiento en serio, verdad, a estos operadores. En el caso local nosotros tenemos una problemática que es el vertimiento de las aguas residuales que son tratadas entre comillas, coloco comillas para hacer una relevancia de que no es tratada. Precisamente eso es una de las cosas por analizar, cuál organizar cuál es o como es el estado fisicoquímico de esta agua que llega al mar y contamina y que debe hacerse a través de un estudio que se llama saneamiento y manejo de los vertimientos que se hacen por la laguna de oxidación que van por el cauce de Arroyo Grande y luego son conducidas al mar, que se presentan en unos colores y en unos olores que no tienen un beneficio positivo para el medio ambiente y la comunidad.

¿Considera que la problemática de la contaminación de los arroyos haya causado afectaciones en la salud, en lo económica, ambiental, cultural o en la piscicultura? En el ambiente y en la salud, sobre todo en lo económico porque si tenemos unos sitios atractivos, tan hermosos pues la falta de cuidado, la falta de amor, la falta de atención y en la forma como lo intervenimos no hace que el territorio sea sostenible y eso pues hoy en día es una de las actividades económicas de línea de punta es turismo y sobre todo que el Atlántico está priorizado a que sea una ciudad portuaria y turística pues lógicamente que si no estamos siendo coherentes con nuestro comportamiento y con el territorio.

¿Conoce los nacimientos o suministros de agua que tiene Puerto Colombia? Puerto Colombia tiene unos cauces de agua, que conozco y que he oído, de uno que está aquí en el casco urbano que está en el sector de cerró cupín, ahí hay una fuente de agua que brota de ahí y conduce al mar, no está haciendo nada realmente la conectaron a la alcantarilla. Eso son cosas que uno se pregunta cómo logran tomar ese tipo de decisiones los tomadores de decisiones administrativas, lógicamente cada quien lo hace desde su preparación académica. También tenemos unos bien importante en el corregimiento de salgar los cuales salen directamente al océano, al mar Caribe y es de conocimiento de la comunidad que es agua completamente limpia y es milenaria es decir que no broto hace poco sino inclusive las comunidades, los primeros asentamientos indígenas gozaban de ese privilegio que el agua potable la tenían ahí mismo, muy cerca.

En el tiempo que ha vivido ¿Ha evidenciado el desabastecimiento de agua y qué soluciones ha visto que realice la comunidad? Pues si hemos percibido el desabastecimiento del agua y realmente cuando eso pasa pues se paraliza muchas de las de la actividades porque no hay agua, el agua es vital el tema del aseo y sobre todo de la hidratación para la salud, hay unas iniciativas por parte de la administración local para potencializar el tema del acueducto ya que vamos hacia una metrópolis se podría decir, como el área metropolitana de Barranquilla y al mismo operador, entonces esta de mejorar esa cobertura donde ellos hacen sus estudios y análisis, pero por parte de la comunidad simplemente son actividades como de marchas y simplemente personas interesadas con la intención de hacerle un llamado de atención al ente operador y a las administraciones para que mejore el servicio.

Entrevista #5:

Muy buenas tardes, gracias por permitirme realizarle esta entrevista.

¿Cuál es su nombre completo? M. S.

Usted que ha habitado en este territorio, ¿Cuáles cree que han sido las causas y consecuencias de la contaminación de los arroyos? La falta de conocimiento, la falta de educación porque cultura hay lo que no hay es educación por decirlo así y pues la falta de atención por nuestros gobernantes esto ha sido una causa que ha impactado bastante. Desde niña he estado acá y vemos la falta de iniciativas, y nos preocupamos como gobernantes a veces me meto porque me gusta la política, nos gusta que el pueblo

no tenga conocimiento y el pueblo no trata de educarse. Entonces entre más bruta sea la persona, menos conocimiento tiene, más la jodemos. Entonces a mí me encanta que la gente se eduque, que la gente sepa por donde tiene que caminar, por donde tiene que andar y hay personas que cuando se encuentran en una silla no les gusta. El impacto que tienen que generar, el impacto social, el impacto ambiental por nuestra cultura para salvaguardar nuestros territorios. Yo soy líder afrodescendiente y la verdad a mí me preocupa ver que nuestro ambiente está cada día peor, tenemos que salvaguardar nuestra tierra y el mar que nos le dio papito Dios, nuestro ambiente entonces es una lucha constante. Y por ejemplo tú vas por alguna parte y ves avisos en letras de español que hablamos, pero tú no ves avisos que diga **etnocultural**, un aviso al indígena, al afrodescendiente en su lengua, entonces ellos como no ven lo que dicen dejan ahí la bolsa y ahí le está diciendo que no pueden, pero como ellos no entienden ese lenguaje, entonces debemos tratar de respetar nuestros saberes ancestrales. Hay una normatividad que tenemos que enseñarle a la comunidad, las normas, el conducto donde deben de tocar puertas, eso no se enseña. Además, no tenemos una política pública reestablecida, acá no hay una política pública ambiental, una política pública en salud no la hay, entonces todo eso hace parte de un complot, porque nosotros los seres humanos andamos como animalitos y los niños que son los que debemos que empezar a educar, pero si los adultos no están educados tampoco les va a llegar la educación. Pero si se puede, yo pienso y sigo luchando de que, si podemos sacar adelante nuestros proyectos, todo eso bonito que soñamos, ese buen ambiente, tratar las aguas todas esas cosas yo sé que si se pueden; porque ya yo he venido haciendo experiencias y la gente entiende, al que tú le hables te entiende.

¿En algún momento ha usado un mecanismo para potabilizar el agua? Bueno eso de que tú le echas unas pastillas, no sé cómo se llama eso, un polvito que se dan cuando hay escasez de agua y se ha tratado el agua que está bastante sucia, se le agrega, el gobierno a veces lo reparte no todas las veces, yo he ido a veredas y tienen el agua bastante contaminada y solo utilizan cloro, el agua llueve le ponen cloro y listo.

¿Ha visto o presenciado que alguna institución se haya acercado a solucionar esta problemática aquí en Puerto Colombia? Se han acercado muchas, pero dejan todo tirado por las carencias que presentan las comunidades, no con respecto a la potabilización del agua es la primera vez que se presenta en este territorio, lo he visto en otras partes, como la india, en otros lugares procesos o mecanismos para potabilizar el agua.

¿Conoce o ha escuchado que se aborde esta problemática en las instituciones educativas? Bueno aquí depende del colegio, tienen unos enfoques turísticos, el otro que es de salud, el otro que se basa en lo que es la formación en finanzas ahora los colegios vienen así con esos enfoques. En el de salud sí, pero se van mucho más como por el cuidado de los árboles, de las semillas, de sembrar y eso. Así como tal que se enseñe la contaminación del agua no.

¿Cree que es necesario implementar un tipo de prototipos que ayuden en la potabilización del agua en las comunidades? ¿Por qué? Claro que sí porque ahora no

sabemos lo que se nos avecina dentro de muchos años, ahora tenemos agüita potable, pero en algún momento no va a haber nada de eso, nos va a tocar agarrar hasta la propia agua del mar que es lo que nos ha ido escaseando tanto y hacerle la potabilización. Eso en los saberes ancestrales como líder afrodescendiente que soy, está escrito vamos a carecer de todo, nuestros ancestros no lo dicen, entonces para irnos preparando es bueno educarnos en estos temas aprender de todo un poquito.

¿Conoce en qué consiste o cómo funciona el acueducto en Puerto Colombia? Bueno hasta donde tengo entendido no es muy bueno, yo sí sé que acá hay una falta de una PETAR y si Puerto Colombia carece de una PETAR quiere decir que el agua no está saneada, porque si hay una PETAR bien constituida quiere decir que el agua esta tratada y si no está bien constituida quiere decir que no está tratada, que hay desechos en el agua que estamos consumiendo, que de pronto los gobernantes no lo sacan a la luz, pero no tenemos PETAR.

¿Considera que algunas entidades gubernamentales han o no han tomado alguna iniciativa frente a esta problemática ambiental? No, no han tomado ninguna iniciativa.

¿Considera que la problemática de la contaminación de los arroyos haya causado afectaciones en la salud, en lo económica, ambiental, cultural o en la piscicultura? Claro que sí hay una afectación al ecosistema, porque mira que acá la pesca es escasa, debido a la sedimentación que se encuentra en el mar, a los excrementos y la basura, la gente tiene que ir a agarrar un pescado a no sé cuántas millas hasta allá o la gente ir a comprar pescado hasta Barranquilla, Aquí no se pesca, es rara la vez que haya abundancia de pesces, entonces a que se debe eso, se debe al grado de sedimento que hay ahí en la playa, hay personas que se han metido a bañarse en partes de aquí que les sale en la piel infección porque no hay baños entonces lega la materia fecal al agua. Entonces hay muchos arroyos que desembocan en el mar, si nuestro Puerto Colombia se ha crecido, esta bonito y todo, pero estamos a penas como se dice colocándonos el pañal, aún falta mucho.

¿Conoce los nacimientos o suministros de agua que tiene Puerto Colombia? No.

En el tiempo que ha vivido ¿Ha evidenciado el desabastecimiento de agua y qué soluciones ha visto que realice la comunidad? Sí, los carrotaques de agua se distribuyen en los diferentes barrios.

Entrevista #6:

Muy buenas tardes, gracias por permitirme realizarle esta entrevista.

¿Cuál es su nombre completo? Buenos días, bienvenidos acá puerto Colombia, les agradecemos que otra gente de otro lado venga a mirar los problemas ambientales que también es nuestro municipio mi nombre es L. P, líder comunal del barrio Miramar.

¿Usted que ha habitado en este territorio, ¿Cuáles cree que han sido las causas y consecuencias de la contaminación de los arroyos? Bueno la contaminación de los

arroyos vienen porque las aguas vertidas, heces residuales llegan aguas de esas servidas están de los arroyos llegan al mar y también falta de civismo de los de aquí y los de Barranquilla o cualquier gente que venga a Puerto Colombia no tiene en cuenta el material reciclable como una botella, el plástico todo eso, comen y van tirando entonces claro se va a estar taponeando los arroyos tras de que están con aguas sucias más el plástico o la basura que tiran se contamina más.

¿En algún momento ha usado un mecanismo para potabilizar el agua? No.

¿Ha visto o presenciado que alguna institución se haya acercado a solucionar esta problemática aquí en Puerto Colombia? No, no señorita, es que sepa los que estamos siempre, ahora que estamos los guardianes de los parques unidos han llegado unos biólogos y eso y han dicho que si, esta agua se puede purificar entonces estamos unidos en eso. Estamos convocando a todos los ambientalistas todo el que quiera al planeta, que colaboremos con nuestro medio ambiente porque resulta que esto ya queda para la nueva generación que viene, no es que yo me vaya a ir ahora, pero la tierra devastada a quién les va a quedar. Ya nosotros vivimos una tierra no tan colapsada como está ahora con tanto uso de plástico, las empresas no colaboran porque siguen vendiendo plástico, siguen vendiendo plástico, siguen vendiendo bolsas y pues todos tenemos que poner un grano de arena. Aquí estamos siempre nosotros los guardianes del parque, los guardianes de los manglares, siempre estamos aquí presentes a lo que nos llamen para nuestro medio ambiente tenerlo más o menos un poco más sano. Otra cosa el río Magdalena contamina nuestras playas entonces Cormagdalena que tiene que indemnizar la playa porque todo el sucio que viene del río Magdalena coge para acá para nuestras playas, bueno no veo acción de Cormagdalena no sé. Si, hubo un decreto que ellos dijeron que iban a ayudar a la playa, pero no sé si está, no los vemos por aquí, entonces lo que pasa es que el río y el mar se unen allá en el sitio llamado bocas de ceniza; ahí abrieron la boca del mar y todo lo que viene bajando por toda Colombia la madera y toda la contaminación, aunque la madera aquí ya se ha estado usando. En mi caso yo tengo una cooperativa de madera, toda la madera que llegaba la veníamos suavizando hace unos 10 años, pero las playas no estaban estabilizadas y los camiones se quedaban atrancados, entonces costaba más sacar del camión que lo que iban apagarnos, entonces por eso uno deja muchas cosas así, hay muchos impedimentos.

¿Conoce o ha escuchado que se aborde esta problemática en las instituciones educativas? He ayudado a mis hijos y a mi hijo ni si quiera tirar un papel. Desde que tengo uso de razón me dijeron que la basura no es el suelo más creé un lema: cuidemos nuestro entorno para ti, para mí para todos por un Puerto Colombia sostenible y ese lema lo podemos llevar a todos los municipios diciendo el nombre del municipio. A eso le hicimos la campaña porque definitivamente la playa queda los fines de semana vuelta nada, entonces esa campaña a uno le da mucho dolor, yo sufrí por eso, entonces concientizar qué más podemos hacer, estar presta a lo que necesite. En las instituciones educativas a veces sí veo como cositas, así no muy profundo sino como para un día y no siguen, como que deberían seguir o también enseñando el civismo. Enseñarles a los

niños como es cuidar un territorio el civismo y eso, nosotros tuvimos por los guardianes de los mangles con la Universidad Simón Bolívar un proyecto donde visitamos todos los colegios de aquí de Puerto Colombia y les enseñamos a los niños cómo se recicla, cuáles son los colores, como en que caneca va cada uno y se lo enseñamos didácticamente con juegos. Eso es un proyecto de hace 2 años y creamos una cultura que se llama el manglar, ya nos metemos con un manglar porque también los manglares sufren mucho por tanta contaminación de plásticos, bolsas, sucio y todo.

¿Cree que es necesario implementar un tipo de prototipos que ayuden en la potabilización del agua en las comunidades? ¿Por qué? Claro por qué resulta que estás aguas que son servidas y ya se puede utilizar para consumo, si la potabilizan ya serían en buen plan. Ahora miramos que aquí tenemos una laguna de oxidación, no sé tengo años que no la visito, no sé si ha crecido no ha crecido sí, esa laguna yo creo que ya le quedó muy pequeña del pueblo y aquí de pronto no presentaron un futuro de que esto iba a crecer, si crece la población todo se va, el servicio del agua la luz todo tiene que también crecer, pero quedó ahí hasta ahora que ya ven las cosas es que hicieron un tanque elevado porque la gente sufría del agua los de arriba y si potabilizan este agua todo el mundo viene a coger su agüita, los caseteros se benefician de ese proyecto. Bueno en la reunión de ahora hubo una persona que dijo que eso no se podía potabilizar, pero alguien que es biólogo que hizo ese estudio dijo que sí.

¿Conoce en qué consiste o cómo funciona el acueducto en Puerto Colombia? Bueno el acueducto creo que viene de los lados de salgar, no, de la estación las flores, de ahí viene a Salgar, el tanque de allá arriba, de ahí para acá y acá en la triple AAA, y ya está muy pequeño tengo y ya no lo van a ampliar más, pero se están demorando mucho, entonces se creó un tanque allá arriba en el Cerro Porteño crearon un tanque para abastecer a todos los barrios que están allá arriba porque tienen ese problema porque hay algunos barrios que no están aquí todavía conectados con la triple AAA. La empresa tiene muchas falencias, pero tú sabes que la que tiene que ver es la comunidad, no nosotros o las autoridades que son los que los tienen que llamar a cintura porque nosotros hacemos un mitin y hacemos esto, que bueno por un día se arregla y ya después se olvida, siempre andamos en eso.

¿Considera que algunas entidades gubernamentales han o no han tomado alguna iniciativa frente a esta problemática ambiental? Al gobierno nunca le conviene eso, el gobierno siempre le está dando las espaldas, siempre está en estas cuestiones, pero para hacer cemento si está listo porque el cemento es el que le deja más dinerito.

¿Considera que la problemática de la contaminación de los arroyos haya causado afectaciones en la salud, en lo económica, ambiental, cultural o en la piscicultura? Bueno los arroyos han afectado a los turistas que vienen porque se bañan del lado de es donde están los caños, presentan en la piel erosiones con salpullido y eso. Tengo un caso, pero qué le pasó aquí a mi esposo, él sufre azúcar y a veces le salen úlceras, entonces ya estaba en su tratamiento y ya se le estaban secando, pero un día dijo voy a bañarme en el mar, mi esposo cogió la batería e-coli. Le tocó eso casi un año, le hicieron ocho lavados

quirúrgicos, casi duramos 3 meses en la clínica. No tomamos ninguna represalia pues porque cuando se hicieron los exámenes fue que le dijo que usted tiene la bacteria e-coli y en esos días habían hecho un proyecto, al rato salió la noticia que el sector de allá tenía la bacteria e-coli.

¿Conoce los nacimientos o suministros de agua que tiene Puerto Colombia? Bueno tenemos el Arroyo grande, el Arroyo León, tenemos el lago del cisne, que ese lago lo secaron y lo inyectaron con agua, al principio taparon los caños que vienen del arroyo León. Al tapar eso se secó no sé cuál fue la finalidad, entonces el lago se secó se murieron muchas especies que había ahí, eso daba dolor entonces a ese lago le metieron un millón de litros de agua y tiraron alevín ese pescadito, al poco ya estaban los pececitos muertos o sea que no tenía oxígeno. Entonces sí ya después ya miraron y como nosotros hicimos protestas ¡salvemos el lago del cisne!, como que abrieron el paso de arroyo, se robaron ciertas tierras, pero no todo; es el lago cuando ustedes vienen por carretera.

En el tiempo que ha vivido ¿Ha evidenciado el desabastecimiento de agua y qué soluciones ha visto que realice la comunidad? Como te dije crearon el tanque en el cerro Cupino, porque esa era la solución para los barrios que están en aquel lado que no están conectados a la triple AAA, pero el tanque también ha tenido su falla y la población mientras se abastase con carrotanques, cuando allá no llega el agua llegan los carrotanques, pero es muy dispendioso porque la comunidad es mucha es muy grande la comunidad entonces unos quedan con agua y otros no. Así se la pasan, hay barrios que a veces durante 7 días sin agua, pero no sé porque permiten eso, en mi barrio yo le cierro la calle enseguida, mediodía sin agua y los llamo y le digo que me voy a tomar la vía.

Anexo 4.

Tabla 6 *Categorías emergentes entrevistas.*

Categorías emergentes	Entrevistado 1	Entrevistado 2	Entrevistado 3	Entrevistado 4	Entrevistado 5	Entrevistado 6
Importancia de abordar esta problemática ambiental desde la enseñanza de la química en las instituciones educativas	"Yo estuve haciendo una encuesta con 150 madres del municipio y tristemente la realidad que arrojó es que no tienen la educación suficiente como para entender esos temas o que al menos les interese porque tampoco han estudiado."	"no ha existido una política de educación ambiental para realizar segregación, separación en la fuente de residuos"	"No mucho, debería ser como una materia reglamentaria.!"	"las instituciones educativas más que todo se enfocan en el cuidado del medio ambiente en general"	"En el de salud sí, pero se van mucho más como por el cuidado de los árboles, de las semillas, de sembrar y eso. Así como tal que se enseñe la contaminación del agua no."	"En las instituciones educativas a veces sí veo como cositas, así no muy profundo sino como para un día y no siguen, como que deberían seguir o también enseñando el civismo."
Aspectos sociales, políticos y culturales	"la falta de cultura ciudadana y de apropiación que tienen los habitantes de puerto Colombia, muchos no tienen la conciencia, ni el interés en cuidar su entorno con el tema de las basuras, botan a los arroyos la basura."	"la CAR de acá hasta donde sé ellos han realizado programas de concientización ambiental para las familias, esos son como los programas que han hecho, pero igual sigue siendo insuficiente como tal."	"falta de pertenencia por la comunidad también por las entidades, por los entes no tienen un manejo adecuado de la materia ambiental, no se lleva a cabo un monitoreo no tenemos ninguna normatividad ambiental aquí"	"también la gente que en épocas de invierno aprovecha el tema de las correntinas de los arroyos para hacer limpiezas en las casas entonces aprovechan el arroyo y arrojan también cosas inservibles del hogar, lo cual todo eso pues se conduce al mar."	"falta de atención por nuestros gobernantes esto ha sido una causa que ha impactado bastante. Desde niña he estado acá y vemos la falta de iniciativas"	"falta de civismo de los de aquí y los de Barranquilla o cualquier gente que venga a Puerto Colombia no tiene en cuenta el material reciclable como una botella, el plástico todo eso."
Efectos en la salud y en el ecosistema que produce la contaminación del agua de Arroyo Grande	"En lo ambiental y en el tema de los peces también porque te estas bañando y salen los peces y los ves por dentro y tienen basura, te estas bañando y ves basura alrededor tuyo entonces si hay afectaciones."	"en la salud de las personas porque muchas aguas vertidas que han digamos estas aguas residuales están muchos niños están en contacto con el agua y digamos que hay muchas enfermedades generadas por esto."	"tenemos unas especies de peces que están viviendo entre las aguas residuales se han adaptado tanto pero así también podría estar en el mar y son los mismos peces que nos ponemos entonces todo eso mismo se termina afectando a la salud."	"En el ambiente y en la salud, sobre todo en lo económico porque si tenemos unos sitios atractivos, tan hermosos pues la falta de cuidado."	"hay personas que se han metido a bañarse en partes de aquí que les sale en la piel infección porque no hay baños entonces lega la materia fecal al agua."	"han afectado a los turistas que vienen porque se bañan del lado de es donde están los caños, presentan en la piel erosiones con salpullido y eso."

Tabla 23. Aspectos y criterios identificados a partir de las categorías emergentes

Categorías entrevistas		
Aspectos	Criterio	Respuestas
Político	Percepciones de algunos miembros de la comunidad sobre la intervención y acciones de entes gubernamentales ante la problemática de contaminación hídrica.	“La autoridad ambiental del departamento que es la CAR de acá hasta donde sé ellos han realizado programas de concientización ambiental para las familias, esos son como los programas que han hecho, pero igual sigue siendo insuficiente como tal.”
Cultural	Acciones de la comunidad que promuevan soluciones o aumenten la contaminación.	“Falta de cultura ciudadana y de apropiación que tienen los habitantes de puerto Colombia, muchos no tienen la conciencia, ni el interés en cuidar su entorno con el tema de las basuras, botan a los arroyos la basura y a la calle, pero eso viene también porque la educación no se los ha permitido digamos ver.”
Económico	Actividades y proyectos para abordar la problemática.	“Sobre todo en lo económico porque si tenemos unos sitios atractivos, tan hermosos pues la falta de cuidado, la falta de amor, la falta de atención y en la forma como lo intervenimos no hace que el territorio sea sostenible y eso pues hoy en día es una de las actividades económicas de línea de punta es turismo y sobre todo que el Atlántico está priorizado a que sea una ciudad portuaria y turística pues lógicamente que si no estamos siendo coherentes con nuestro comportamiento y con el territorio.”
Salud	Afectaciones a la salud producto de la contaminación hídrica.	“Tenemos unas especies de peces que están viviendo entre las aguas residuales se han adaptado tanto pero así también podría estar en el mar y son los mismos peces que nos comemos entonces todo eso mismo se termina afectando a la salud.”
Social	Impacto sobre la comunidad.	“Hay muchos barrios marginados, vulnerables que duran dos o tres días sin agua, entonces esta sería una opción muy buena y tendría un gran impacto para la comunidad, por lo menos si no es agua para tomar por lo menos que sea agua para un segundo uso u otras actividades”

Elaboración propia

Tabla 24 Aspectos identificados según la caracterización de la comunidad.

Aspectos	Respuestas
Académicos	La mayoría de los participantes cuenta con un nivel de educación técnico o profesional
Perspectiva de la contaminación hídrica	Los participantes reconocen que existe una problemática de contaminación hídrica en Arroyo Grande.
Fisicoquímicos	Los participantes distinguen algunos parámetros fisicoquímicos que determinan la calidad del agua:
Educativos	Los participantes manifiestan una necesidad de abordar estas problemáticas ambientales desde las instituciones educativas

Elaboración propia

Anexo 5. Reporte de resultados del diseño experimental para la determinación de algunos parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en los cuerpos de agua de arroyo grande y lago del cisne

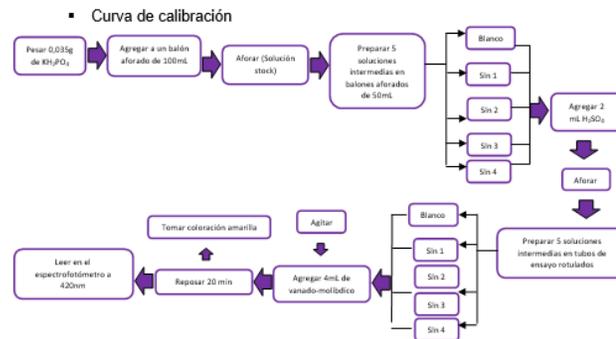
REPORTE DE RESULTADOS DEL DISEÑO EXPERIMENTAL PARA LA DETERMINACIÓN DE ALGUNOS PARAMETROS FISICOQUIMICOS Y MICROBIOLÓGICOS EN LOS CUERPOS DE AGUA DE ARROYO GRANDE Y LAGO DEL CISNE

Laboratorios UPN

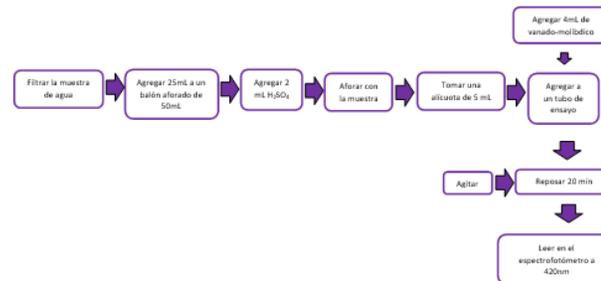
Cuantificación de fósforo total:

❖ Procedimiento

Materiales	Equipos	Reactivos
Pipeta graduada 5mL, 10mL	Espectrofotómetro	Agua desionizada
Pipeteador	Celdas de cuarzo	Ácido sulfúrico 10N
Balones aforados de 50 mL	Bomba de vacío	Reactivo Vanado-Molibdico
Pipeta Pasteur		Patrón fosforo 80ppm
Beaker de 250 mL		
Pipeta aforada de 5mL		
Tubos de ensayo		
Papel filtro		
Gradilla		
Embudo		
Erlenmeyer de 250mL		
Espátula		
Frasco lavador		
Escobilla		



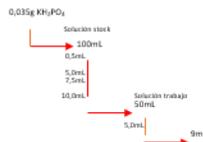
▪ Tratamiento de la muestra



❖ Cálculos y resultados

- Preparación de soluciones intermedias:

Cascada de dilución:



Datos:

$$[H_2SO_4] = 10N$$

$$[Stock] = 80 \text{ ppm}$$

Solución intermedia	Stock (80ppm)	H ₂ SO ₄ (mL)	Volumen final (mL)
Blanco	0,0	2,0	50
1	0,5		
2	5,0		
3	7,5		
4	10,0		

- Curva de calibración

Patrón	5mL de solución intermedia	Reactivo Vanadomolibdico	Volumen final (mL)
Blanco	Sin intermedia blanco	4,0	9
0,4438	Sin intermedia 1		
4,4389	Sin intermedia 2		
6,6584	Sin intermedia 3		
8,8779	Sin intermedia 4		

Cálculos para determinar la concentración experimental de la solución stock e intermedias:

[Stock]

$$= \frac{(0,035gKH_2PO_4) \left(\frac{1molKH_2PO_4}{136,09gKH_2PO_4} \right) \left(\frac{1molP}{1molKH_2PO_4} \right) \left(\frac{30,973gP}{1molP} \right) \left(\frac{1000mg}{1g} \right) \left(\frac{100}{99,7} \right)}{0,1L}$$

$$[Stock] = 79,90 \text{ mg} \cdot L^{-1} P$$

Cálculos para determinar la concentración de las soluciones intermedias: Alicuota stock=0,5 mL V_{final}=50mL.

$$[Sin \text{ intermedia } 1] = \left(79,90 \frac{mg}{L} P \right) \left(\frac{0,5mL}{50mL} \right) = 0,799mg \cdot L^{-1} P$$

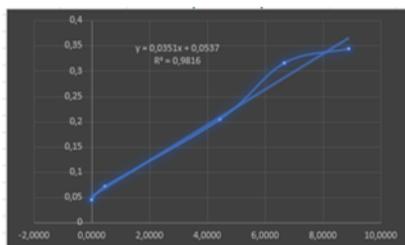
Nota: Se repite el cálculo para las soluciones intermedias 2, 3 y 4.

Una vez hallada la concentración de las soluciones intermedia a partir de la toma de alícuotas de la solución stock y el aforo con agua destilada, se determina la concentración real de los patrones usados para la construcción de la curva de calibración.

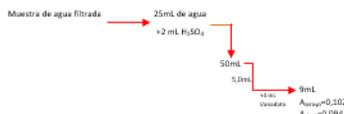
$$[Patrón 1] = \left(0,7990 \frac{mg}{L} P \right) \left(\frac{5mL}{9mL} \right) = 0,4438mg \cdot L^{-1} P$$

Nota: Se repite el cálculo para los patrones 2, 3 y 4.

Patrones)ppm	Absorbancia	Abs corregida	Absorbancia
0,0000	0,046	0	0,043
0,4438	0,072	0,026	0,057
4,4389	0,205	0,159	0,151
6,6584	0,317	0,271	0,207
8,8779	0,345	0,299	0,405



Cascada de dilución- tratamiento de la muestra:



Obteniendo la ecuación de la recta se despeja x de esta para determinar la concentración de la sal en las muestras de agua.

$$\text{Ecuación de la recta: } y = 0,0351x + 0,0537 ; x = \frac{y - 0,0537}{0,0351}$$

$$x = \frac{0,102 - 0,0537}{0,0351} ; x = 1,4849 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} \text{PO}_4 - \text{Arroyo grande}$$

$$x = \frac{0,094 - 0,0537}{0,0351} ; x = 1,2439 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} \text{PO}_4 - \text{Lago del cisne}$$

Por último, se realizan los cálculos estequiométricos correspondientes para la cuantificación de fósforo total en las respectivas muestras.

$$[\text{P}]_{\text{ppm}} = \left(1,4849 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \text{KH}_2\text{PO}_4\right) \left(\frac{1\text{L}}{1000\text{mL}}\right) \left(\frac{9\text{mL}}{4\text{mL}}\right) \left(\frac{50\text{mL}}{\square}\right) = 0,1670 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} \text{PO}_4$$

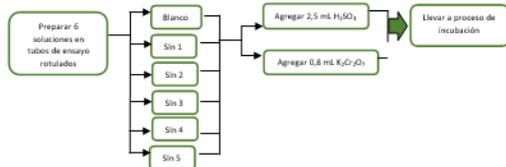
$$[\text{P}]_{\text{ppm}} = \left(1,24539 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \text{KH}_2\text{PO}_4\right) \left(\frac{1\text{L}}{1000\text{mL}}\right) \left(\frac{9\text{mL}}{4\text{mL}}\right) \left(\frac{50\text{mL}}{\square}\right) = 0,1399 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} \text{PO}_4$$

Demanda química de oxígeno

❖ Procedimiento

Materiales	Equipos	Reactivos
Pipeta graduada 2mL, 5mL	Espectrofotómetro	Agua desionizada
Pipeteador	Celdas de cuarzo	Acido sulfúrico 98%
Algodón	Bomba de vacío	Dicromato de potasio 1,2%-
Pipeta Pasteur	Plancha de calentamiento	Patrón O ₂ 1000ppm
Beaker de 100mL, 500mL		
Pipeta aforada de 1mL		
Papel filtro		
Gradilla		
Embudo		
Erlenmeyer de 250mL		
Espátula		
Frasco lavador		
Escobilla		

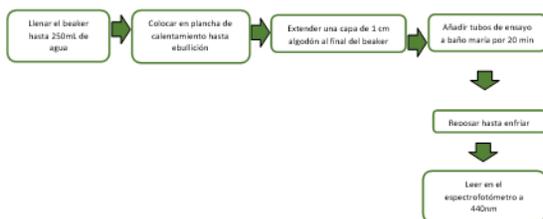
- Curva de calibración



▪ Preparación de la muestra



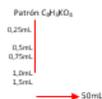
▪ Incubación



❖ Cálculos y resultados

- Preparación de curva de calibración:

Cascada de dilución:



- Preparación de blancos y reactivos

Patrón (ppm)	Patrón $C_8H_8KO_4$	Agua destilada (mL)	$K_2Cr_2O_7$ (mL)	H_2SO_4 (mL)	Volumen final (mL)
Blanco	0,0	1,7	0,8	2,5	50
50	0,25	1,45			
100	0,5	1,2			
150	0,75	0,95			
200	1,0	0,7			
300	1,5	0,2			

- Curva de calibración

Para el diseño de la curva de calibración se realiza la corrección de la absorbancia con respecto al blanco. Se grafica la concentración de los patrones vs la absorbancia obtenidas experimentalmente.

[Patrones] ppm	Absorbancia	Abs corregida
0	2,500	0
50	2,108	0,392
100	1,814	0,686
150	1,533	0,967
200	1,127	1,373
300	0,600	1,9



• Cascada de dilución- tratamiento de la muestra:



Obteniendo la ecuación de la recta se despeja x de esta para determinar la concentración de la sal en las muestras de agua.

Ecuación de la recta: $y = 0,0063x + 0,0434$; $x = \frac{y - 0,0434}{0,0063}$

$x = \frac{2,499 - 0,0434}{0,0063}$; $x = 389,777 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} \text{O}_2$ – Arroyo grande

$x = \frac{2,129 - 0,0434}{0,0063}$; $x = 331,047 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} \text{O}_2$ – Lago del cisne

Dureza

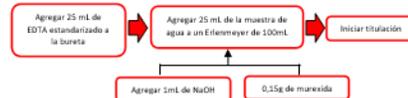
❖ Procedimiento

Materiales	Reactivos
Bureta de 25 mL	EDTA 0,01M
Gotero	Amoniaco 10%
Probeta de 25 mL	Negro de eriocromo T
Micro espátula	Murexida
Vidrio reloj	Hidróxido de sodio 1N
Pipeteador	
Pinzas para bureta	
Nuez doble	
Erlenmeyer de 100mL	
Espátula	
Frasco lavador	
Escobilla	

▪ Dureza total



▪ Dureza cálcica



❖ Cálculos y resultados

- Determinación de dureza total por titulación por EDTA

Estandarización

Datos:

$$W_{\text{CaCO}_3} = 0,502\text{g}$$

$$W_{\text{EDTA}} = 1,459\text{g}$$

$$V_{\text{Final}} = 6,6\text{mL}$$

Se calcula la concentración real del EDTA a partir de la estandarización.

$$[\text{EDTA}]M$$

$$= (0,502\text{gCaCO}_3) \left(\frac{1\text{molCaCO}_3}{100,0869\text{gCaCO}_3} \right) \left(\frac{1\text{molEDTA}}{1\text{molCaCO}_3} \right) \left(\frac{1000\text{mmolEDTA}}{1\text{molEDTA}} \right) \left(\frac{1}{6,6\text{mL}} \right)$$

$$= 0,7599 \frac{\text{mmol}}{\text{mL}} \text{ EDTA}$$

Datos:

Volúmenes de titulación		
Tipo de ensayo	Cuerpo hidrico	V _{T1} (mL)
Dureza total	Arroyo grande	63,9
	Lago del cisne	18
Dureza cálcica	Arroyo grande	8,7
	Lago del cisne	6,6

- Dureza total:

Se determina la concentración de CaCO₃ en ppm (dureza total) de cada muestra de agua.

$$[\text{CaCO}_3]\text{ppm} = \frac{(63,9\text{mL})(0,7599M) \left(\frac{100\text{gCaCO}_3}{1\text{molCaCO}_3} \right) \left(\frac{1000\text{mgCaCO}_3}{1\text{gCaCO}_3} \right)}{25\text{mL}}$$

$$= 194230,44\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}\text{CaCO}_3 - \text{Arroyo grande}$$

$$[\text{CaCO}_3]\text{ppm} = \frac{(18\text{mL})(0,7599M) \left(\frac{100\text{gCaCO}_3}{1\text{molCaCO}_3} \right) \left(\frac{1000\text{mgCaCO}_3}{1\text{gCaCO}_3} \right)}{25\text{mL}}$$

$$= 54712,8\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}\text{CaCO}_3 - \text{Lago de cisne}$$

- Dureza cálcica:

Se determina la concentración de CaCO₃ en ppm (dureza cálcica) de cada muestra de agua con el EDTA previamente estandarizado.

$$[\text{CaCO}_3]\text{ppm} = \frac{(8,7\text{mL})(0,7599M) \left(\frac{100\text{gCaCO}_3}{1\text{molCaCO}_3} \right) \left(\frac{1000\text{mgCaCO}_3}{1\text{gCaCO}_3} \right)}{25\text{mL}}$$

$$= 26444,52 \frac{\text{mg}}{\text{L}}\text{CaCO}_3 - \text{Arroyo grande}$$

$$[\text{CaCO}_3]\text{ppm} = \frac{(6,6\text{mL})(0,7599M) \left(\frac{100\text{gCaCO}_3}{1\text{molCaCO}_3} \right) \left(\frac{1000\text{mgCaCO}_3}{1\text{gCaCO}_3} \right)}{25\text{mL}}$$

$$= 20061,36 \frac{\text{mg}}{\text{L}}\text{CaCO}_3 - \text{Lago del cisne}$$

- Dureza Magnésica:

Se determina la concentración de CaCO₃ en ppm (dureza cálcica) de cada muestra de agua con el EDTA previamente estandarizado a partir de la diferencia entre la dureza total y cálcica.

$$[\text{CaCO}_3]\text{ppm} = 194230,44 - 26444,52 = 167785,92 \frac{\text{mg}}{\text{L}}\text{CaCO}_3 - \text{Arroyo grande}$$

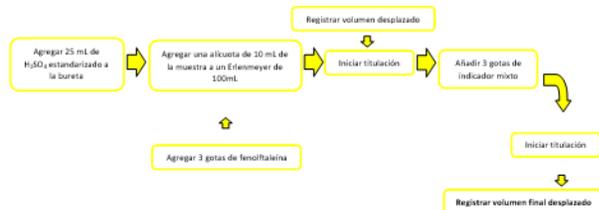
$$[\text{CaCO}_3]\text{ppm} = 54712,8 - 20061,36 = 34651,44 \frac{\text{mg}}{\text{L}}\text{CaCO}_3 - \text{Lago del cisne}$$

Alcalinidad

❖ Procedimiento

Materiales	Reactivos
Bureta de 25 mL	Acido sulfúrico estandarizado 0.02N
Gotero	Fenolftaleína
Probeta de 25 mL	Indicador mixto
Beaker de 100mL	Murexida
Vidrio reloj	Hidróxido de sodio
Pipeteador	Carbonato de sodio
Pinzas para bureta	Biftalato de potasio
Nuez doble	
Erlenmeyer de 100mL	
Espátula	
Pipeta aforada de 10 mL	
Frasco lavador	
Agitador de vidrio	
Probeta de 50 mL	
Pipeteador	

▪ Alcalinidad



❖ Cálculos y resultados

Según los volúmenes que se gastaron en las dos titulaciones realizadas con fenolftaleína e indicador mixto, se establece las especies químicas responsables de la alcalinidad de los cuerpos hídricos y se calcula su concentración.

Caso	Relación	Condición	Valores de alcalinidad			
			OH ⁻	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Total
1	F=M	OH ⁻	F=M	0	0	M
2	F>M/2	OH ⁻ y CO ₃ ²⁻	2F-M	2(M-F)	0	M
3	F=M/2	CO ₃ ²⁻	0	2F=M	0	M
4	F<M/2	CO ₃ ²⁻ y HCO ₃ ⁻	0	2F	M-2F	M
5	F=0	HCO ₃ ⁻	0	0	M	M

Se calcula la concentración real del ácido sulfúrico a partir de la estandarización. En la parte experimental se realizó una dilución de este reactivo a 6N para obtener una concentración de 0,02N.

Dilución:

$$[H_2SO_4]N = (6N H_2SO_4) \left(\frac{0,33mL}{100mL} \right) = 0,02N$$

$$[H_2SO_4]N = (0,215gNa_2CO_3) \left(\frac{1molNa_2CO_3}{105,98gNa_2CO_3} \right) \left(\frac{2eq - gNa_2CO_3}{1mol Na_2CO_3} \right) \left(\frac{1}{0,25L} \right)$$

$$= 0,02 \frac{eq - g}{L} Na_2CO_3$$

$$C_1 V_1 = C_2 V_2$$

$$C_2 = \frac{(0,02N)(10mL)}{8,3mL} = 0,024NH_2SO_4$$

Se prepara hidróxido de sodio a 0,1M



Se estandariza el hidróxido de sodio con el biftalato ácido de potasio para determinar la concentración real de la base.

$$[\text{NaOH}]_M = (0.202 \text{g Bif}) \left(\frac{1 \text{mol Bif}}{204.9 \text{g Bif}} \right) \left(\frac{1 \text{mol NaOH}}{1 \text{mol Bif}} \right) \left(\frac{1000 \text{mmol NaOH}}{1 \text{mol NaOH}} \right) \left(\frac{1}{5.6 \text{mL}} \right) = 0.102 \frac{\text{mmol}}{\text{mL}} \text{ NaOH}$$

Volúmenes de titulación		
Patrón	V _{T1} (mL)	V _{T2} (mL)
Primario	10,7	25,2
Arroyo grande	0,2	2,5
Lago del cisne	0,3	3,2

Según los volúmenes gastados en la primera y segunda titulación tomamos el corto caso que corresponde a $F < M/2$ para ambos cuerpos hídricos; en este sentido, encontramos presentes las especies químicas de CO_3^{2-} y HCO_3^- y posteriormente se hallan sus concentraciones respectivas.

$$[\text{CaCO}_3]_{\text{ppm}_F} = \frac{(10.7 \text{mL})(0.024 \text{N}) \left(\frac{100 \text{gCaCO}_3}{2 \text{eq} - \text{gCaCO}_3} \right) \left(\frac{1000 \text{mgCaCO}_3}{1 \text{gCaCO}_3} \right)}{10 \text{mL}} = 1284 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \text{CaCO}_3 - \text{Muestra falseada}$$

$$[\text{CaCO}_3]_{\text{ppm}_M} = \frac{(10.7 \text{mL} + 25.2 \text{mL})(0.024 \text{N}) \left(\frac{100 \text{gCaCO}_3}{2 \text{eq} - \text{gCaCO}_3} \right) \left(\frac{1000 \text{mgCaCO}_3}{1 \text{gCaCO}_3} \right)}{10 \text{mL}} = 4308 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \text{CaCO}_3 - \text{Muestra falseada}$$

$$\text{Caso 4} = F < M/2 = 1284 < 4380/2 = 1284 < 2154$$

$$[\text{CO}_3^{2-}] = 2F = 2(1284) = 2568 \text{ppm CaCO}_3$$

$$[\text{HCO}_3^-] = M - 2F = 4308 - 2(1284) = 1740 \text{ppm CaCO}_3$$

$$[\text{CaCO}_3]_{\text{ppm}_F} = \frac{(0.2 \text{mL})(0.024 \text{N}) \left(\frac{100 \text{gCaCO}_3}{2 \text{eq} - \text{gCaCO}_3} \right) \left(\frac{1000 \text{mgCaCO}_3}{1 \text{gCaCO}_3} \right)}{10 \text{mL}} = 24 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \text{CaCO}_3 - \text{Arroyo grande}$$

$$[\text{CaCO}_3]_{\text{ppm}_M} = \frac{(0.2 \text{mL} + 2.5 \text{mL})(0.024 \text{N}) \left(\frac{100 \text{gCaCO}_3}{2 \text{eq} - \text{gCaCO}_3} \right) \left(\frac{1000 \text{mgCaCO}_3}{1 \text{gCaCO}_3} \right)}{10 \text{mL}} = 324 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \text{CaCO}_3 - \text{Arroyo grande}$$

$$\text{Caso 4} = F < M/2 = 24 < 324/2 = 24 < 162$$

$$[\text{CO}_3^{2-}] = 2F = 2(24) = 48 \text{ppm CaCO}_3$$

$$[\text{HCO}_3^-] = M - 2F = 324 - 2(24) = 276 \text{ppm CaCO}_3$$

$$[\text{CaCO}_3]_{\text{ppm}_F} = \frac{(0.3 \text{mL})(0.024 \text{N}) \left(\frac{100 \text{gCaCO}_3}{2 \text{eq} - \text{gCaCO}_3} \right) \left(\frac{1000 \text{mgCaCO}_3}{1 \text{gCaCO}_3} \right)}{10 \text{mL}} = 30 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \text{CaCO}_3 - \text{Lago del cisne}$$

$$[\text{CaCO}_3]_{\text{ppm}_M} = \frac{(0.3 \text{mL} + 3.2 \text{mL})(0.024 \text{N}) \left(\frac{100 \text{gCaCO}_3}{2 \text{eq} - \text{gCaCO}_3} \right) \left(\frac{1000 \text{mgCaCO}_3}{1 \text{gCaCO}_3} \right)}{10 \text{mL}} = 350 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \text{CaCO}_3 - \text{Lago del cisne}$$

$$\text{Caso 4} = F < M/2 = 30 < 350/2 = 30 < 175$$

$$[\text{CO}_3^{2-}] = 2F = 2(30) = 60 \text{ppm CaCO}_3$$

$$[\text{HCO}_3^-] = M - 2F = 350 - 2(30) = 290 \text{ppm CaCO}_3$$

Ensayo de jarras:

❖ Procedimiento

Materiales	Equipos	Reactivos
Bureta de 25 mL	Turbidímetro	Acido sulfúrico estandarizado 1N
Gotero	Potenciómetro	Sulfato de aluminio
Probeta de 250 mL	Floculador	PAC 1%
Beaker de 1000mL		Murexida
Vidrio reloj		Hidróxido de sodio 1N
Pipeteador		
Beaker 100mL		
Balón aforado de 50 mL		
Espátula		
Pipeta graduada de 5 mL y 10 mL		
Frasco lavador		
Agitador de vidrio		
Probeta de 50 mL		
Pipeteador		

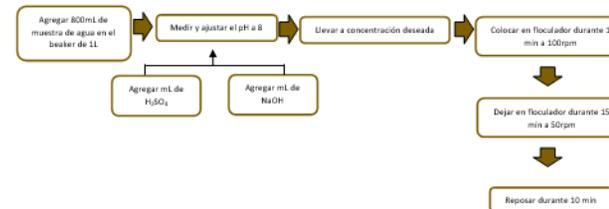
- Preparar solución coagulante de Sulfato de aluminio 20000 ppm



- Turbiedad



- Ensayo de jarras con alumbre de potasio como coagulante



❖ Cálculos y resultados

Se realiza la lectura inicial de turbidez en cada una de las muestras de agua.

Turbidez	
Arroyo Grande	33,3 ntu
Lago del cisne	24,8 ntu

Se determinan los volúmenes necesarios del coagulante de sulfato de aluminio [20000ppm] para cada concentración de la muestra requerida y del ácido sulfúrico e hidróxido de sodio para ajustar el pH a 8.

[ppm]	Lago del cisne (mL)	Arroyo Grande (mL)
20	0,30	0,50
30	0,45	0,75
50	0,75	1,25
100	1,5	2,50
200	3,0	5,00
300	4,5	7,50

Acido/base	H ₂ SO ₄	NaOH	pH final
Lago de cisne	3 gotas	3 gotas	8,14
Arroyo Grande	3gotas	15 mL	8,32

Posteriormente de realizar la floculación se determina el floc pesado y liviano, y la turbidez final de cada una de las muestras de agua.

[ppm]	Lago del cisne (ntu)	Arroyo Grande (ntu)
20	27,1	14,4
30	25,8	26,1
50	21,4	36,2
100	53,6	21,2
200	32,0	15,3
300	24,0	14,4

Se calcula el porcentaje de remoción partiendo de la turbidez inicial que tenía la muestra problema.

+

[ppm]	Lago del cisne (%)	Arroyo Grande (%)
20	9,27	56,75
30	4,03	21,62
50	13,70	36,33
100	116,12	8,70
200	29,03	54,05
300	3,22	56,75

$$\% \text{remoción} = \frac{T_i - T_f}{T_i} * 100$$

$$\% \text{remoción}_{L.C} = \left| \frac{24,8 - 27,1}{24,8} * 100 \right|$$

$$= 9,27\%$$

$$\% \text{remoción}_{A.G} = \left| \frac{33,3 - 14,4}{33,3} * 100 \right|$$

$$= 56,7\%$$

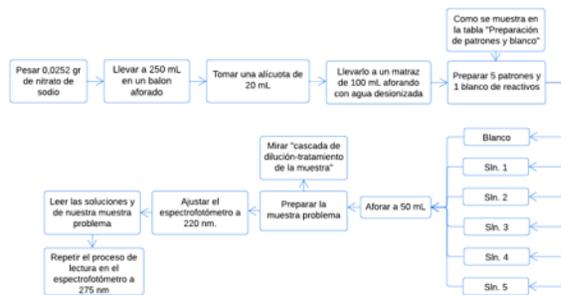
Nota: Se repite el mismo calculo para cada concentración.

Nitratos

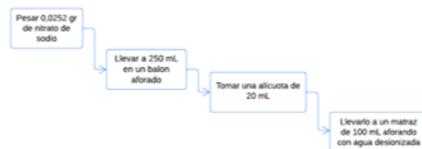
❖ Procedimiento

Materiales	Equipos	Reactivos
Aro con nuez	Celdas de cuarzo	Agua desionizada
Soporte universal	Mechero	Muestra de agua
Capsula de porcelana	Balanza analítica	HCl 1 N
Probeta de 25 mL	Desecador	Papel filtro
Balón aforado de 100 mL	Plancha de calentamiento	Nitrato de sodio 100 ppm
Embudo		
Erlenmeyer 250 mL		
Pinzas para crisol		
Pipeta graduada de 5 mL		
Pinzas para bureta		
Pipeta aforada de 20 mL		
Balones aforados de 50 mL		
Pipeteador		
Pipeta Pasteur		
Vidrio reloj		

Nota: Tabla de materiales, reactivos y equipos para nitratos, sólidos totales y solidos totales suspendidos.



Preparación solución intermedia



Preparación de patrones y blanco

Patrón (ppm)	Patrón NO_3^- 20 ppm (mL)	HCl 1 N (mL)	Vol. Final (mL)
Blanco	0,0	1,0	50,0
1,0	2,5	1,0	50,0
2,0	5,0	1,0	50,0
3,0	7,5	1,0	50,0
5,0	12,5	1,0	50,0
7,0	17,5	1,0	50,0

Cascada de dilución- tratamiento de la muestra:



Corrección Absorbancia

$$Abs = Abs_{220 \text{ nm}} - 2Abs_{275 \text{ nm}}$$

❖ Cálculos y resultados

Cálculos para determinar la concentración experimental de la solución intermedia:

$$0,0252gNaNO_2 * \frac{1000mg}{1g} * \frac{20mL}{0,25L} * \frac{1}{100mL} = 20,16ppm NaNO_2$$

Cálculos para determinar la concentración de las soluciones. Alicuota stock=2,5 mL $V_{final}=50mL$

$$20,16 \frac{mg}{L} * \frac{2,5 mL}{50mL} = 1,008ppm$$

Nota: Se repite el cálculo para las soluciones intermedias 2,3 y 4.

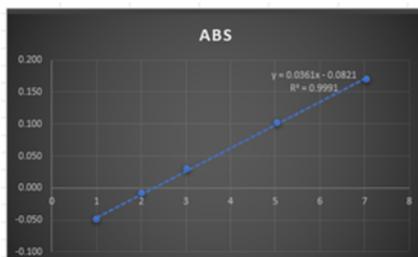
Absorbancias:

$$\text{Lago del Cisne} = 0,748 - 0,340 = 0,408$$

$$\text{Arroyo Grande} = 0,645 - 0,323 = 0,322$$

Curva de calibración

Abs 220	Abs 275	[ppm]	Corrección A
-0.050	-0.001	1.008	-0.049
-0.007	0.001	2.016	-0.008
0.030	0.001	3.024	0.029
0.105	0.003	5.04	0.102
0.175	0.005	7.056	0.170



Ecuación de la recta: $y = 0,0361x - 0,0821$; $x = \frac{y+0,0821}{0,0361}$

$$x = \frac{0,322+0,0821}{0,0361} ; x = 12,60 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \text{NO}_3^- - \text{Arroyo grande}$$

$$x = \frac{0,408+0,0821}{0,0361} ; x = 15,27 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \text{NO}_3^- - \text{Lago del cisne}$$

Por último, se realizan los cálculos estequiométricos correspondientes para la cuantificación de nitratos en las respectivas muestras.

$$[\text{NO}_3^-] \text{ppm} = \left(15,27 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \text{NO}_3^- \right) * \left(\frac{50 \text{mL}}{49 \text{mL}}\right) = 15,58 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \text{NO}_3^- - \text{Lago del cisne}$$

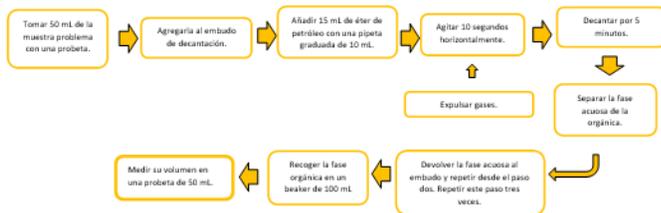
$$[\text{NO}_3^-] \text{ppm} = \left(12,60 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \text{NO}_3^- \right) * \left(\frac{50 \text{mL}}{49 \text{mL}}\right) = 12,86 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \text{NO}_3^- - \text{Arroyo grande}$$

Lípidos

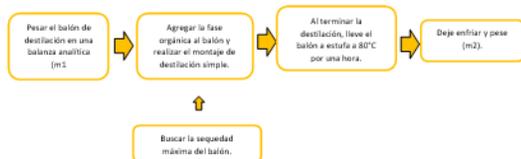
❖ Procedimiento

Materiales	Reactivos
Probeta 50 mL	Éter de petróleo
Embudo de decantación 250 mL	Muestra de agua
Soporte Universal	
Aro con nuez	
Vaso de precipitado 100 mL	
Condensador de cuerpo liso	
Balón de salida lateral 100 mL	
trípode	
Termómetro	
Tapón para balón condensador	
Nueces	
Pinza para balón condensador	
Malla de calentamiento	
Pipeta graduada 10 mL	

Decantación



Destilación



Datos

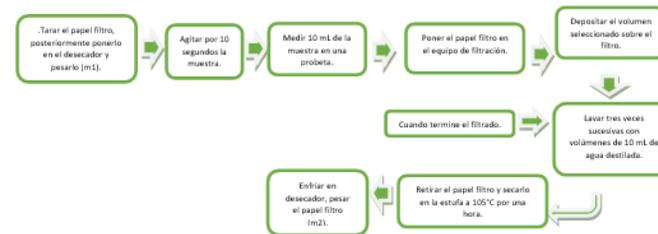
❖ Cálculos y resultados

Cuerpo hídrico	m ₁	m ₂
Arroyo Grande	62,789	62,789
Lago Cisne	55,660	62,914

$$\text{ppm grasas y aceites de Arroyo Grande} = \frac{(62,914 - 62,789) \times 1000}{0,05 \text{ L}} = 2500$$

$$\text{ppm grasas y aceites de Lago del Cisne} = \frac{(55,791 - 55,660) \times 1000}{0,05 \text{ L}} = 2620$$

Sólidos Suspendidos Totales



❖ Cálculos y resultados

Datos

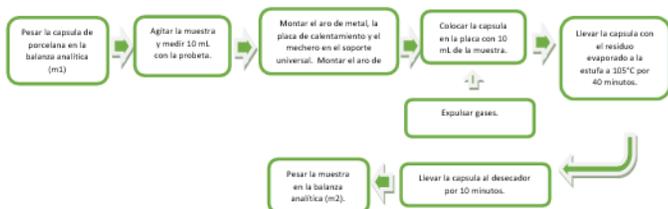
Cuerpo hídrico	m ₁	m ₂
Arroyo Grande	0,639 g	0,653 g
Lago Cisne	0,615 g	0,630 g

$$\text{ppm de sólidos totales de Lago del Cisne} = \frac{(0,630 - 0,615) \times 1000}{0,01 \text{ L}} = 1500$$

$$\text{ppm de sólidos totales de Arroyo Grande} = \frac{(0,653 - 0,639) \times 1000}{0,01 \text{ L}} = 1400$$

Sólidos Totales

❖ **Procedimiento**



❖ **Cálculos y resultados**

Datos

Cuerpo hídrico	m ₁	m ₂
Arroyo Grande	27,101g	27,125 g
Lago Cisne	22,595g	22,625g

$$\text{ppm de sólidos totales de Lago del Cisne} = \frac{(22,625 - 22,595) \cdot 1000}{0,01 \text{ L}} = 3000$$

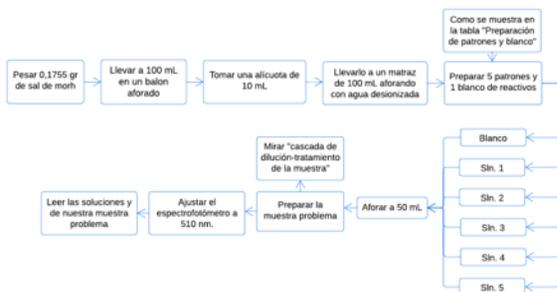
$$\text{ppm de sólidos totales de Arroyo Grande} = \frac{(27,125 - 27,101) \cdot 1000}{0,01 \text{ L}} = 2400$$

Hierro

❖ **Procedimiento**



Materiales	Equipos	Reactivos
Pipeta aforada de 10 mL	Espectrofotómetro	Agua desionizada
Matraz aforado 100 mL	Celdas de cuarzo	1,10 – fenantrolina
Pipeteador		Patrón hierro (sal de Mohr, 0,1755 gr en 100 mL agua)
Balones aforados de 50 mL		Clorhidrato de hidroxilamina
Bureta de 25 mL		Buffer acetatoacético pH= 3,5 (0,4436 gr acetato y 5,46 mL acético glacial)
Nuez doble		Muestra de agua
Pinza para bureta		
Soporte universal		
Beaker de 100 mL		
Pipeta aforada de 2 mL		
Beaker de 400 mL		
Pipeta Pasteur		



Preparación solución intermedia



Preparación de patrones y blanco

Patrón (ppm)	Patrón Fe^{3+} 25 ppm (mL)	Hidroxilamina (mL)	Buffer (mL)	1,10-fenantrolina (mL)	Vol. Final (mL)
Blanco	0,0	1,0	4,0	10,0	50,0
0,5	1,0	1,0	4,0	10,0	50,0
1,0	2,0	1,0	4,0	10,0	50,0
3,0	6,0	1,0	4,0	10,0	50,0
5,0	10,0	1,0	4,0	10,0	50,0
8,0	16,0	1,0	4,0	10,0	50,0

Cascada de dilución- tratamiento de la muestra:



❖ **Cálculos y resultados**

Cálculos para determinar la concentración de las soluciones. Alícuota stock=1,0 mL $V_{final}=50mL$

$$25 \frac{mg}{L} * \frac{1,0 mL}{50mL} = 0,5 ppm$$

Nota: Se repite el cálculo para las soluciones intermedias 2,3, 4 y 5.

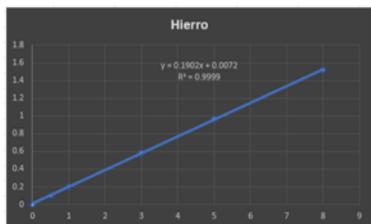
Absorbancias:

Lago del Cisne = 0,015

Arroyo Grande = 0,028

Curva de calibración

Abs	[ppm]
0	0
0.099	0.5
0.201	1
0.584	3
0.967	5
1.521	8



Ecuación de la recta: $y = 0,1902x + 0,0072$; $x = \frac{y-0,0072}{0,1902}$

$$x = \frac{0,028-0,0072}{0,1902}, x = 0,109 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \text{Fe}^{2+} - \text{Arroyo grande}$$

$$x = \frac{0,015-0,0072}{0,1902}; x = 0,041 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \text{Fe}^{2+} - \text{Lago del cisne}$$

Por último, se realizan los cálculos estequiométricos correspondientes para la cuantificación de Hierro en las respectivas muestras.

$$[\text{Fe}^{2+}]_{\text{ppm}} = \left(0,04 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \text{Fe}^{2+}\right) \cdot \left(\frac{50\text{mL}}{2\text{mL}}\right) = 1,025(\text{Acevedo, 1997})\text{Fe}^{2+} - \text{Lago del cisne}$$

$$[\text{Fe}^{2+}]_{\text{ppm}} = \left(0,109 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \text{Fe}^{2+}\right) \cdot \left(\frac{50\text{mL}}{2\text{mL}}\right) = 2,725\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}\text{Fe}^{2+} - \text{Arroyo grande}$$

Laboratorios in situ:

Fecha:

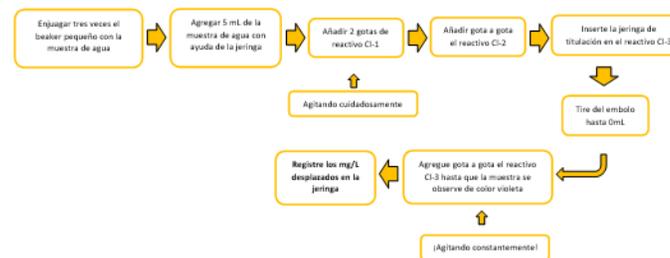
Hora:

Ubicación:

Cloruros

• Procedimiento

Reactivos	Materiales
Reactivo CI-1	Beaker pequeño de 10 mL
Reactivo CI-2	Jeringa de 10 mL
Reactivo CI-3	Jeringa de titulación



• Cálculos y resultados

[mg/L]	Lago del cisne	Arroyo grande
1 ensayo	Negativo	Negativo
2 ensayo	Negativo	Negativo
3 ensayo	Negativo	Negativo

Contenido de cloruro mg/L	Número de determinaciones	Solución indicadora	Solución valorante
2-<170	200	Es consumida	Queda un resto
>170	<200	Queda un resto	Insuficiente para 200 determinaciones

Oxígeno disuelto

- Procedimiento:

Reactivos	Materiales
Sulfato manganoso (O ₂ -1)	Botella pequeña tipo Winkler
Reactivo alcali-ácida (O ₂ -2)	Tapón para botella
Ácido sulfúrico (O ₂ -3)	Vaso precipitado pequeño (10mL)
Indicador de almidón (O ₂ -4)	Jeringa de titulación
Solución titulante (O ₂ -5)	



- Cálculos y resultados

Ensayo	Volumen de titulación	
	Arroyo grande (mL)	Lago del cisne (mL)
1	0,43	0,9
2	0,40	1,0
3	0,42	0,9
Promedio	0,41	0,93

Datos:

$$[\text{Titulante}] = 4 \times 10^{-3} \text{N}$$

$$V_{\text{muestra}} = 5 \text{mL} \rightarrow 0,005 \text{L}$$

$$V_{\text{titulante}} = 0,41 \text{mL} \rightarrow 4,1 \times 10^{-4} \text{L}$$

$$V_{\text{titulante}} = 0,93 \text{mL} \rightarrow 9,3 \times 10^{-4} \text{L}$$

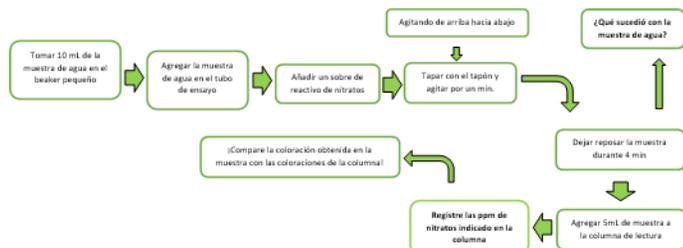
$$O_2 \text{ppm}_{AG} = \frac{(4,1 \times 10^{-4} \text{L})(4 \times 10^{-3} \text{N})(8000)}{0,005 \text{L}} = 2,624 \frac{\text{mg}}{\text{L}}$$

$$O_2 \text{ppm}_{LC} = \frac{(9,3 \times 10^{-4} \text{L})(4 \times 10^{-3} \text{N})(8000)}{0,005 \text{L}} = 5,952 \frac{\text{mg}}{\text{L}}$$

Nitratos

- Procedimiento

Reactivos	Materiales
Sobre con reactivo nitratos	Tubo de ensayo con tapón
	Beaker pequeño de 10 mL
	Columna de lectura



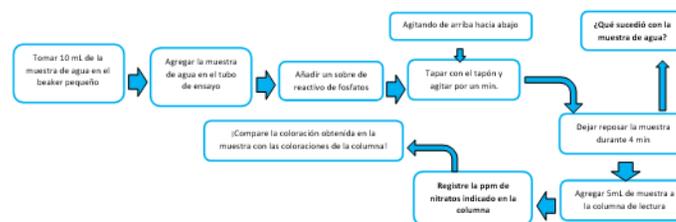
- Cálculos y resultados

Lectura de [nitratos] en la columna		
Ensayo	Arroyo grande (mg/L)	Lago del cisne(mg/L)
1	10	10
2	10	10
3	10	10
Promedio	10	10

Fosfatos

- Procedimiento

Reactivos	Materiales
Sobre con reactivo fosfatos	Tubo de ensayo con tapón
	Beaker pequeño de 10 mL
	Columna de lectura



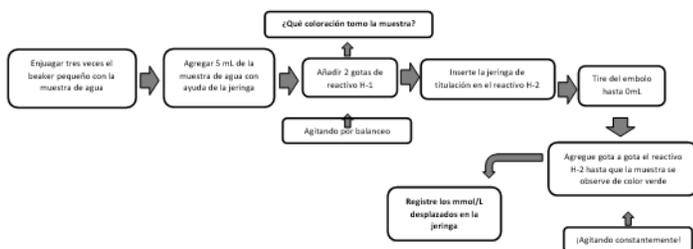
- Cálculos y resultados

Lectura de [fosfatos] en la columna		
Ensayo	Arroyo grande (mg/L)	Lago del cisne(mg/L)
1	5	1
2	5	1
3	5	1
Promedio	5	1

Dureza

• **Procedimiento**

Reactivos	Materiales
Reactivo H-1	Beaker pequeño de 10 mL
Reactivo H-2	Jeringa de 10 mL
	Jeringa de titulación



• **Cálculos y resultados**

Ensayo	Volumen de titulación	
	Arroyo grande (mmol/L)	Lago del cisne (mmol/L)
1	18,0	25,8
2	18,3	24,7
3	19,0	25,2
Promedio	18,43	25,23

Dureza	En °f	En mmol de (Ca +Mg)	En mg/L Ca
Blanda	<12,5	<1,3	<50

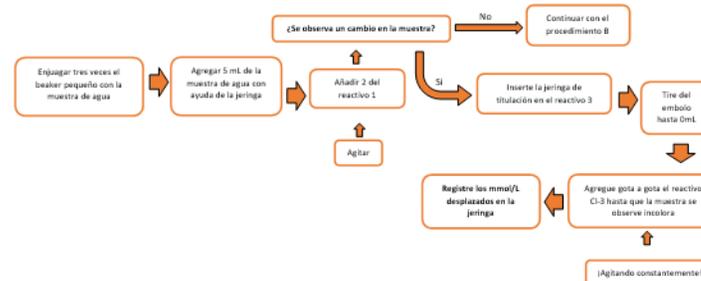
Dureza mediana	12,5-25	1,3-2,5	50-100
Dura	25-37	2,5-3,8	100-150
Muy dura	>37	>3,8	>150

Dureza °f	Número de determinaciones	Solución indicadora	Solución valorante
0,36 - <17,8	300	Es consumida	Queda un resto
>17,8	<300	Queda un resto	Insuficiente para 300 determinaciones

Alcalinidad

• **Procedimiento:**

a) Viraje del indicador a pH 8,2



b) Viraje del indicador a pH 4,3



- **Cálculos y resultados**

Ensayo	Volumen de titulación			
	Arroyo grande (mmol/L)		Lago del cisne (mmol/L)	
	A	B	A	B
1	3,0	7,3	1,5	6,4
2	3,0	7,2	1,5	6,2
3	3,0	7,1	1,5	6,8
Promedio	3,0	7,2	1,5	6,4

Color

- **Procedimiento**

Materiales
Tubo exterior
Tubo interior
Embudo de filtración
Paletas de color

Soporte para lectura

a) **Color aparente**



b) **Color efectivo:** Se repite el procedimiento anterior con la diferencia que previamente se debe filtrar la muestra.

- **Cálculos y resultados**

Ensayo	Escala de medición			
	Arroyo grande (nm)		Lago del cisne (nm)	
	Color aparente	Color efectivo	Color aparente	Color efectivo
1	30	20	50	20
2	30	20	50	20
3	30	20	50	20

Temperatura

- Procedimiento

Materiales	
Termómetro	
Tubos de ensayo	



Temperatura		
Ensayo	Arroyo grande (°C)	Lago del cisne (°C)
1	29	30
2	29	30
3	29	30

pH

- Procedimiento

Materiales	
Tubos de ensayo	
Cinta indicadora de pH	



pH		
Ensayo	Arroyo grande (°C)	Lago del cisne (°C)
1	6	7
2	6	7
3	6	7

Anexo 6. Unidad didáctica, ARROYO GRANDE: ES UNA FUENTE DE VIDA O FUENTE DE UNA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL



ARROYO GRANDE: ES FUENTE DE VIDA O FUENTE DE UNA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL

Nidian Julieth America Sonza

Estudiante de la Licenciatura en Química UPN

Laura Camila Parrado Jiménez

Estudiante de la Licenciatura en Química UPN

Diego Alexander Blanco Martínez

Profesor Universidad Pedagógica Nacional

Diana Lineth Parra Lozano

Profesora Universidad Pedagógica Nacional

Presentación de la Unidad Didáctica

Puerto Colombia es un municipio ubicado en el Caribe colombiano, el cual cuenta con varias cuencas hídricas como Arroyo Grande que se considera uno de los cuerpos hídricos con la corriente más larga, naciendo al oeste del municipio en Baranoa, atravesando todo este municipio y desembocando en el Mar Caribe; este arroyo presenta un deterioro ambiental progresivo por el vertimiento de aguas residuales, plásticos, residuos sólidos en sus aguas y otras actividades antrópicas que han tenido un efecto negativo en el arroyo y en el ecosistema marino que lo rodea. Estudios realizados en investigaciones anteriores por Oyaga (2013) en estos

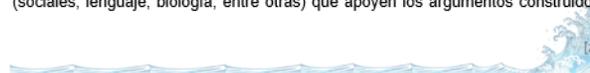


cuerpos hídricos del departamento del Atlántico, exponen que en los resultados obtenidos se identifica un pronunciado deterioro en la calidad de agua y las políticas de desarrollo carecen del componente histórico tradicional de la zona, no se tiene en cuenta las condiciones de uso del suelo y su adaptabilidad a fenómenos como por ejemplo inundaciones (Oyaga, 2013); en este sentido se realiza la determinación de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, por parte de las docentes que indican la calidad del agua de Arroyo Grande. Así se obtuvieron valores fuera de los límites de control establecidos por el Instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales (IDEAM) y la Corporación regional ambiental (CRA). Por lo tanto, las actividades diseñadas en la presente unidad didáctica se enfocan en la controversia “Arroyo grande: ¿Es fuente de vida o fuente de una problemática ambiental? dadas las implicaciones de la contaminación hídrica de este.

En consecuencia, se observa la importancia de diseñar una unidad didáctica (UD) que mejore el nivel de argumentación desde un pensamiento crítico, para generar una consciencia en la comunidad y los estudiantes de grado once de la Institución Educativa San Nicolás Tolentino a partir de la problemática ambiental descrita. De igual manera, la UD analiza factores asociados a la contaminación de Arroyo Grande desde los ámbitos como lo político, cultural, económico y social de la comunidad e instituciones educativas del Municipio de Puerto Colombia-Barranquilla.

Para la implementación de la UD se proponen cinco actividades, las cuales integran conocimientos, habilidades y posturas críticas que permitan a los estudiantes y la comunidad ir mejorando el nivel de argumentación; a partir de los siguientes conceptos fundamentales: características, composición y propiedades del agua, parámetros fisicoquímicos que determinan la calidad del agua, causas y consecuencias que tienen los factores sociales, culturales, económicos, ambientales y políticos frente a la contaminación hídrica de Arroyo Grande.

El desarrollo de la UD se contempla para el segundo periodo escolar, desde el área de química articulando los distintos saberes aprendidos en las demás áreas (sociales, lenguaje, biología, entre otras) que apoyen los argumentos construidos



en el desarrollo de las actividades. Este diseño curricular permitirá en los estudiantes y la comunidad la mejora del nivel de argumentación considerando que los docentes de ciencias naturales apoyan, guían y contribuyen en la construcción de argumentos críticos desde la enseñanza de las ciencias desde el contexto, al considerar fenómenos que intervienen en el ámbito sociocultural, logrando realizar un análisis, discusión y divulgación de una problemática ambiental observada, estudiada o comprendida.

Como afirma Sanmartí "el lenguaje científico es un lenguaje específico diferente del que se utiliza en situaciones cotidianas. Para hablar y escribir de ciencia hay que ir aprendiendo a utilizar este lenguaje para favorecer la comunicación entre los diferentes individuos" (Sanmartí 1996, p.27 citado en Vásquez, 2022). En este sentido al utilizar el lenguaje científico se elaboran justificaciones, se plantean teorías o soluciones, se cuestiona lo que no puede observarse y se recolecta una serie de evidencias para aumentar el nivel de argumentación desde un pensamiento crítico.

Los objetivos de las actividades se plantean desde de la taxonomía de Bloom, ya que esta tiene un carácter progresivo es decir que el dominio de las competencias inferiores es un prerrequisito para dominar los dominios superiores y que son más complejos. Además, permite que los docentes realicen una reflexión frente a los niveles de competencia que se plantean abordar (Valero, et al., citado en Aznar et al, 2022), modificando los enfoques pedagógicos y didácticos tradicionales que abordan los niveles más bajos a enfoques innovadores que prioricen los niveles más complejos

Justificación

La cuestión sociocientífica (CSC) "Arroyo Grande: ¿Es fuente de vida o fuente de una problemática ambiental?" que está asociada a la contaminación hídrica de un entorno real, presenta la necesidad de realizar una UD contextualizada que ayude a los estudiantes y a la comunidad de Puerto Colombia a tomar una postura crítica y argumentada antes las problemáticas que se presenten en su territorio y que



[3]

promueva la toma de decisiones e iniciativas para el cuidado de las fuentes hídricas y del mejoramiento de la calidad del agua.

En este sentido, para dar posibles soluciones a la problemática planteada, se propone abordar la UD desde un enfoque Ciencia, Tecnología, sociedad y Ambiente (CTSA), pues desde este emergen las CSC que permiten fomentar actitudes de formación personal, relaciones con el cuidado del medio ambiente y los recursos hídricos para que los estudiantes y a la comunidad de Puerto Colombia tomen decisiones fundamentadas, críticas y reflexivas frente a las temáticas trabajadas ya que presentan aspectos científicos, tecnológicos (C&T), sociales y ambientales (Martínez & Rojas, 2006). Por otro lado, las CSC abarcan discusiones y temas de interés público de gran impacto en la sociedad, promoviendo la importancia de comprender la enseñanza de las ciencias como una actividad que forma sujetos críticos capaces de participar activamente en problemáticas expuestas en su contexto, que les permita vivir experiencias formativas sobre cuestiones relativas a C&T y sus correspondientes impactos ambientales (Carvalho, 2005 como se citó en Martínez y Parga, 2013). Así pues, al discutir una CSC se favorece el desarrollo de altos niveles de argumentación, donde se alinean intereses sociales, políticos, ambientales y económicos que suscitan posturas críticas y argumentos en la comunidad y en los estudiantes (Martínez y Parga, 2013)

Con la implementación de esta UD se pretende promover la argumentación en la comunidad de Puerto Colombia y en los estudiantes de la Institución Educativa San Nicolás Tolentino, ya que es importante en la enseñanza de las ciencias ya que involucra a los estudiantes y a la comunidad en estrategias de toma de decisiones que los lleve a aprender a razonar, al tiempo que sus argumentos, fomentan la evaluación y el mejoramiento permanente de los mismos. Así, la argumentación en ciencias cobra notable importancia en el sentido que aprender a pensar es aprender a argumentar (Sardá y Sanmartí 2000 citado en Vásquez, 2022). De otro lado, según los Derechos Básicos de Aprendizaje (DBA) para este grado los estudiantes deben analizar cuestiones ambientales actuales, como la contaminación, en la que se contemple lo económico, social, ambiental y cultural, así, argumentando con



[4]

base en evidencias sobre los efectos que tienen algunas actividades humanas sobre la contaminación. En este sentido, la argumentación en la enseñanza de las ciencias ayuda a la comprensión de problemas reales, analizados desde contenidos científicos con problemáticas reales, fortalece la capacidad de comunicación, incentiva el pensamiento crítico y la capacidad de decisión (Buitrago., et al, 2013 citado en Vásquez, 2022). Por ende, para promover la argumentación se pretende problematizar la enseñanza en busca de contextos ricos en elementos discursivos que fomenten la discusión, la comparación, el análisis, el desarrollo de argumentos y conclusiones, de manera que, el conocimiento científico facilite al estudiante y a la comunidad un tipo de participación en la sociedad que no se limite a reproducir o consolidar relaciones ya establecidas, sino que se plantee nuevas preguntas y se tomen decisiones (Vásquez, 2022).

Conforme con los fundamentos expuestos, esta UD está orientada por la cuestión sociocientífica "Arroyo Grande: ¿Es fuente de vida o fuente de una problemática ambiental?", la cual se realizará en el marco de cinco actividades que buscan abordar la CSC considerando algunos factores sociales, ambientales, culturales, económicos y políticos que aumentan la problemática de contaminación hídrica de Arroyo Grande. En este orden, en el primer factor se presentan acciones de la comunidad para acentuar la contaminación o por el contrario tomar decisiones que den solución a la problemática; en el segundo factor se plantean las afectaciones que tiene la contaminación hídrica de Arroyo Grande sobre su entorno y ecosistemas adyacentes debido a que su carga contaminante desemboca en el mar Caribe y causa deterioro de la fauna y flora marina; en el tercer factor se analizan cómo las iniciativas culturales, artísticas y educativas promueven posibles soluciones para esta problemática; en el cuarto factor se identifica si se destinan recursos para la planificación de proyectos para abordar la problemática y, por último, en el factor político se estudian los parámetros fisicoquímicos y los límites de control para la calidad de agua establecidos por la CRA y el IDEAM.

De este modo, se pretende que el estudiante y la comunidad valoren y cuestionen los factores que influyen en la contaminación hídrica de Arroyo Grande, por medio



[5]

de actividades que promuevan la argumentación, considerada por Torres y Solbes (2017) como una actividad social que permite la confrontación de diferentes puntos de vista y espacios de diálogo donde se puedan emitir juicios propios frente a situaciones problema de interés social.

Objetivo General

Promover la argumentación de los estudiantes de grado once de la institución Simón Bolívar y de la comunidad de Puerto Colombia, Atlántico, a través de la cuestión sociocientífica: Arroyo Grande: ¿Es una fuente de vida o es una problemática ambiental?

Objetivos Específicos

- Incentivar la toma de decisiones que promuevan acciones para el mejoramiento y transformación de su contexto haciendo uso de la CSC.
- Propiciar las posturas de los estudiantes y de la comunidad en Puerto Colombia a partir de la problemática de contaminación hídrica en espacios de discusión y debate.
- Identificar las relaciones sociales, ambientales, culturales y éticas, que se presentan en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la ciencia, desde la controversia científica.



[6]



Objetivos		Secuencia	Actividades	Criterio evaluativo
CONCEPTUAL	Identificar las características, composición y propiedades del agua.	Secuencia I	A I	
	Describir los parámetros físicoquímicos que determinan la calidad del agua.		A II	
	Establecer relaciones significativas entre los manglares con la sostenibilidad de los recursos hídricos y los ecosistemas marinos.	Secuencia II	A V	
PROCEDIMENTAL	Describir los lugares contaminados y factores que influyen en la contaminación de Arroyo Grande.	Secuencia I	A II	
	Caracterizar los valores de la calidad del agua con respecto a los límites de control establecidos	Secuencia II	A III	
	Aplicar una posible solución que ayude a disminuir la contaminación hídrica de Arroyo Grande.		A V	
ACTITUDINAL	Argumentar las implicaciones que tiene la contaminación hídrica de Arroyo Grande sobre el ecosistema que lo rodea.	Secuencia I	A I	
			A II	
			A III	

[7]

Explorar causas y consecuencias que tienen los factores sociales, culturales, económicos, políticos en la contaminación del agua de Arroyo Grande.	Secuencia II	A IV	
		A V	
		A I	
	Secuencia I	A II	
	Secuencia II	A III	
Tomar una postura crítica ante la cuestión sociocientífica de las implicaciones de la contaminación hídrica de Arroyo Grande en su contexto.		A IV	
		A V	
	Secuencia I	A I	
		A II	
	Secuencia II	A III	
	A IV		
	AV		

[8]



CRITERIOS DE EVALUACIÓN

ACTIVIDADES	SOBRESALIENTE	SATISFACTORIO	BÁSICO	NECESITA MEJORAR
Actividad I	Reconoce las principales características, propiedades y la composición del agua.	Reconoce la composición, algunas características y propiedades del agua.	Reconoce algunas características y la composición del agua.	Reconoce la composición del agua.
Actividad II	Relaciona los lugares contaminantes con los factores y/o compuestos que producen la contaminación hídrica de Arroyo Grande.	Describe los lugares contaminados y factores que influyen en la contaminación de Arroyo Grande.	Describe los lugares contaminados.	Reconoce los lugares contaminantes.
Actividad III	Analiza los principales parámetros fisicoquímicos que caracterizan la calidad del agua de Arroyo Grande y analiza los resultados obtenidos con los valores de los límites de control establecidos.	Determina los principales parámetros fisicoquímicos que caracterizan la calidad del agua de Arroyo Grande y compara los resultados obtenidos con los límites de control establecidos.	Determina los principales parámetros fisicoquímicos que caracterizan la calidad del agua de Arroyo Grande.	Reconoce algunos parámetros fisicoquímicos que determinan la calidad del agua de Arroyo Grande.
Actividad IV	Analiza la relación entre los parámetros fisicoquímicos y los factores sociales que han aumentado la contaminación hídrica de Arroyo Grande tomando una postura crítica.	Analiza la relación entre los parámetros fisicoquímicos y los factores sociales que han aumentado la contaminación hídrica de Arroyo Grande.	Identifica la relación entre los parámetros fisicoquímicos y los factores sociales que han aumentado la contaminación hídrica de Arroyo Grande.	Identifica los parámetros fisicoquímicos y los factores sociales que han aumentado la contaminación hídrica de Arroyo Grande.
Actividad V	Argumenta sobre la importancia de la toma de decisiones, acciones y posibles soluciones que aborden la problemática de	Justifica la importancia de la toma de decisiones, acciones y posibles soluciones que aborden la	Identifica la importancia de la toma de decisiones, acciones y posibles soluciones que aborden la	Reconoce acciones y posibles soluciones que aborden la

contaminación hídrica de Arroyo Grande.	problemática de contaminación hídrica de Arroyo Grande.	de problemática de contaminación hídrica de Arroyo Grande.	de problemática de contaminación hídrica de Arroyo Grande.	de problemática de contaminación hídrica de Arroyo Grande.
---	---	--	--	--

Fechas	Secuencia	Actividad	Objetivo	Fases	Temas	Recursos	Tiempo
		Actividad I	Reconocer las principales características, propiedades, composición del agua y los factores que influyen en la contaminación hídrica de arroyo grande desde un ámbito social, ambiental y cultural.	<p>Inicio Desarrollo de la rutina de pensamiento: observar, pensar, preguntarse.</p> <p>Desarrollo Lectura del escrito "La memoria química del agua".</p> <p>Cierre Desarrollo de las preguntas guía para posteriormente socializarlas en grupo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Propiedades, características y composición del agua • Factores que influyen en la contaminación hídrica. 	<ul style="list-style-type: none"> • Fichas bibliográficas. 	30 min
	Secuencia I	Actividad II	Relacionar los lugares con los factores y/o compuestos que producen la contaminación en el recorrido (inicio y desembocadura) de Arroyo Grande.	<p>Inicio Identificación en el mapa dado por las docentes al inicio, de la desembocadura y los posibles lugares de contaminación del cuerpo hídrico de arroyo grande.</p> <p>Desarrollo Indicar los factores o compuestos que producen la contaminación de arroyo grande y sus consecuencias.</p> <p>Cierre Se realiza un cortometraje que evidencie el recorrido, los lugares.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Compuestos y factores que producen la contaminación de Arroyo Grande. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mapa impreso del recorrido de Arroyo grande. • Cámara videográfica. 	30 min

				compuestos y factores de contaminación identificados anteriormente.			
	Secuencia II	Actividad III	Calcular los principales parámetros fisicoquímicos que determinan la calidad del agua de Arroyo Grande.	<p>Inicio Recolección de muestras del agua y desarrollo de las pruebas de laboratorio in situ.</p> <p>Desarrollo Registro de los datos obtenidos por cada grupo de los parámetros analizados.</p> <p>Cierre Socialización de estos valores para analizar desde un punto de vista fisicoquímico si existe o no una contaminación.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Parámetros fisicoquímicos y límites de control para la calidad del agua. • Procedimientos experimentales para determinar los parámetros fisicoquímicos del agua. 	<ul style="list-style-type: none"> • Kits laboratorio. • Elementos de protección para prácticas de laboratorio. • Infografía impresa • Escala de pH impresa 	30 min
		Actividad IV	Analizar la relación entre los parámetros fisicoquímicos y los factores sociales que han aumentado la contaminación hídrica de Arroyo Grande desde una postura crítica.	<p>Inicio Consulta y construcción de un libro para el podcast que responda a las preguntas presentadas por las docentes.</p> <p>Desarrollo Realización de un podcast con una duración de 30 minutos con la participación de los estudiantes y con cuatro miembros de la red ambiental.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Parámetros fisicoquímicos que determinan la calidad de agua • Factores sociales, políticos, culturales, económicos y de salud que influyen en la contaminación de Arroyo Grande. 	<ul style="list-style-type: none"> • Fichas bibliográficas • Grabador de voz 	40 min

				Cierre Finalización del podcast				
		Actividad V	Justificar la importancia de generar una postura crítica, acciones y posibles soluciones que aborden la cuestión socio-científica aumentando su nivel de argumentación.	<p>Inicio Lluvia de ideas en conjunto con las posibles soluciones que se puedan aplicar para disminuir la contaminación hídrica de Arroyo Grande.</p> <p>Desarrollo 1. Elegir la solución más viable que se pueda aplicar para la disminución de la contaminación hídrica de Arroyo Grande. 2. Visualización de un video para entender la importancia que tienen los manglares y su contribución en la disminución de la carga contaminante.</p> <p>Cierre 1. Conclusión escrita</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Procesos para la disminución de la carga contaminante en el agua. • Propiedades, características y composición de los manglares. • Los manglares como una alternativa para la disminución de la contaminación hídrica de Arroyo Grande. 	<ul style="list-style-type: none"> • Proyector de videos. • Hojas blancas • Manglares 	90 min	

					(mínimo cinco renglones) o grafica de la importancia y contribución de los manglares al cuerpo hídrico de Arroyo Grande. 2. Siembra de algunos manglares acompañada de una charla acerca de los manglares			
--	--	--	--	--	--	--	--	--

SECUENCIA I

ACTIVIDAD I

Objetivo

Reconocer las principales características, propiedades, composición del agua y los factores que influyen en la contaminación hídrica de Arroyo Grande desde un ámbito social, ambiental y cultural.

Se desarrolla la rutina de pensamiento: observar, pensar, preguntarse. La cual consiste en observar las tres imágenes que se muestran a continuación y responder las siguientes preguntas en las fichas bibliográficas dadas por las docentes.



[15]



¿Qué es lo que observas?
 ¿Qué piensas sobre eso?
 ¿Qué preguntas te surgen?

Se socializa la lectura del escrito 'La memoria química del agua'

La memoria química del agua

Hoy les contaremos una de las teorías de la creación del agua en la Tierra, digo una de las tantas teorías, porque como saben o han escuchado a nosotros los científicos y científicas nos corresponde darle una explicación al origen, a la prevalencia de la vida y todo lo que en ella sucede. A veces cometemos errores, reformulamos, realizamos más investigaciones y surgen nuevas preguntas, pero con el objetivo de entender, reconocer y aprender lo esencial para el desarrollo de la vida como lo es la sustancia del agua.

En este sentido, hace casi 4500 millones de años después de que solo existiera el Sol, polvo y rocas y por efecto de la gravedad, se formará el Sistema Solar, nuestro hogar parecía un lugar inhabitable, superando temperaturas hasta los 1200 °C y con una atmosfera reductora primitiva, compuesta por solo dióxido de carbono, nitrógeno y sin superficies sólidas, ¡todo parecía un río de lava! Pero ocurrió algo que cambiaría las condiciones para que la Tierra fuera un lugar habitable, un joven planeta llamado Teia vino directo hacia nosotros, causando la deformación de la superficie de la Tierra y finalmente una gran colisión, que parecía que ambos jóvenes planetas se volvieran líquidos.

Pero a lo largo de 1000 años la gravedad hizo su magia dando origen a la Luna, gracias a ella nuestro planeta empieza a realizar procesos de enfriamiento durante millones de años, hasta que de repente llega una lluvia de meteoritos producto de la formación del Sistema Solar que va a contener en su interior unos cristales muy parecidos a los granos de la sal. Pero en realidad eran pequeñas gotitas de agua,

[16]

es decir que estos mortíferos misiles contendrían el ingrediente vital de la vida en la Tierra; cada meteorito contenía una pequeña cantidad de agua, pero el bombardeo de muchos de ellos durante más de 20 millones de años formará los océanos y con la superficie de la Tierra a una temperatura baja se creará una corteza.

Es decir, que esta agua que bebemos, cada océano, mar, Río, quebrada, laguna, Páramo, Arroyo y cualquier cuerpo hídrico tiene una memoria de hace miles de millones de años de antigüedad, pudiendo viajar millones de kilómetros hasta nosotros en un meteorito. Con toda su inmensidad recubriendo el agua todo el planeta empiezan a desarrollarse todas las condiciones para la existencia de la vida y lo que hasta el día de hoy conocemos, pasando por la evolución de las bacterias unicelulares hasta todas las especies y la humanidad. Es decir, el agua ha sido la fuente de vida y la curiosidad más grande para investigar, por este motivo la humanidad ha indagado acerca de sus propiedades, funcionamiento y composición para entender un poco mejor la maravillosa sustancia que es el agua.

Primero, está formada por dos elementos esenciales, dos átomos de hidrógeno y un átomo de oxígeno, además es el único compuesto que puede encontrarse de forma natural en los tres estados de la materia: líquida, sólida y gas a diferentes condiciones de temperatura y presión, esto obedeciendo a su ciclo de vida. Otra propiedad es que es un gran solvente, ya que es capaz de disolver otros compuestos sin que pierdan sus propiedades y transportarlos a otros lugares, como por ejemplo a nuestro cuerpo y tejidos, debido a que la mayoría de las reacciones químicas se dan en medio acuoso, es decir, en agua. También en nuestro organismo, que es 70% - 80% agua, regula la temperatura corporal, debido a su capacidad calorífica específica que permite que el proceso de transferencia de energía en forma de calor sea más lento. Por otra parte, tiene una densidad baja si se compara con otras sustancias que pueden ser contaminantes y muchas de ellas se pueden ver a simple vista, como son las grasas y aceites que inconscientemente vertimos por los lavaplatos.

Alguna vez se han preguntado ¿a qué se debe que nos mojemos o que algo se humedezca? Esto es debido a dos propiedades del agua, la adhesión y la cohesión:



La cohesión va a ser que una molécula y otra molécula de agua permanezcan unidas, generando unos enlaces que se denominan puentes de hidrógeno y la adhesión va a permitir la formación de redes con una alta tensión superficial que se adhiere a nuestra piel en forma de gotas. Por último, (porque no se podría terminar de describir su grandeza y majestuosidad) presenta una propiedad muy importante que es la capilaridad, la cual es vital principalmente para nuestro reino vegetal y fungi, ya que logra suministrar el agua necesaria para las hojas de las ramas más altas, por medio de las raíces en formas de tubos capilares y por el otro lado, para el reino animal hace que el agua forme parte estructural de las células y la sangre corriendo y fluyendo fácilmente a través de los diferentes vasos sanguíneos.

Pese a entender todo su poder e importancia para la vida, la humanidad misma se ha encargado de destruirla, contaminarla y no entenderla, y aunque estemos en un planeta 'azul' donde el 70% de la litosfera está cubierta de agua, sólo el 2.5% es agua dulce y a su vez sólo el 1% es fácilmente accesible acumulándose en aguas superficiales como lagos, ríos, arroyos y páramos, se han visto afectados directa o indirectamente por el vertimiento de contaminantes en sus aguas originados por la humanidad. Un claro ejemplo son las aguas residuales, que contienen una gran cantidad de sales disueltas, materia orgánica y microorganismos que afectan estos ecosistemas, como lo son los fosfatos, ¿sabías que son usados en los detergentes? Sí, son añadidos para maximizar la limpieza, pero tienen un impacto ambiental negativo cuando llegan a nuestros cuerpos hídricos, ya que contribuyen al incremento de algas que entran a competir con los peces por el oxígeno disuelto en el agua, además la presencia de detergente disminuye la acción biológica de las bacterias presentes en el proceso de biodegradación en el agua. Y no solamente son los productos de aseo, también en algunos fertilizantes y abonos para las plantas donde son utilizados estos compuestos.

Por otra parte, hay industrias como la minería (una de las industrias más intensivas en el consumo de agua) que afecta la disponibilidad y calidad del agua, esto último ocurre cuando se remueve la tierra para extraer minerales y se libera sulfuro presente en algunas rocas que al entrar en contacto con el agua y aire se convierte



en ácido sulfúrico, ¡un compuesto dañino para nuestros cuerpos hídricos y ni decir para nosotros! Para finalizar, encontramos el mayor contaminante de nuestros cuerpos hídricos ¡el plástico! Un compuesto sintético que se obtiene de derivados del petróleo mediante reacciones de polimerización y que tarda hasta mil años en descomponerse. En este sentido, debemos tomar un pensamiento crítico frente a todas estas problemáticas ambientales que nos rodean, buscando posibles soluciones desde el conocimiento científico, que beneficien a toda nuestra humanidad. ¡Soy porque somos Ubuntu!



¿Qué podemos concluir?

De acuerdo con las imágenes presentadas y la lectura, responder las siguientes preguntas para posteriormente socializarlas en grupo.

¿Conoces otra propiedad química del agua? ¿Cuál?

¿Sabes de otros compuestos que contaminen el agua?
¿Cuáles?

¿Se ha presentado en tu contexto alguna problemática ambiental? En caso de que tu respuesta sea afirmativa ¿Qué tipo de problemática?

¿Te has visto afectado(a) con la contaminación de Arroyo Grande y de qué manera?



¿Qué tipo de residuos o compuestos has observado o conoces que contaminen este cuerpo hídrico?

[19]

Actividad II

¡Cambios físicos y químicos en Arroyo Grande!

Objetivo

Relacionar los lugares contaminantes con los factores y/o compuestos que producen la contaminación hídrica de Arroyo Grande.

Lee atentamente la siguiente noticia publicada por el periódico El Heraldo de Barranquilla.

“Coloración roja del arroyo Grande se debe a un alga”

Triple A asegura que no existe problema alguno en el cuerpo de agua. Habitantes piden intervención de autoridades.

Un parte de tranquilidad entregaron las autoridades a los habitantes de Puerto Colombia debido a la coloración roja que presentan las aguas del arroyo Grande. Nubia Merlano, secretaria de Medio Ambiente del municipio porteño, aseguró que la situación no debe ser motivo de alarma, teniendo en cuenta que se registra de forma periódica. “Esto se presenta debido a una reacción de la radiación solar ante la presencia de microorganismos, algas y la alta salinidad del agua”, sostuvo la funcionaria.

Esta versión fue ratificada por la empresa Triple A, que por medio de un comunicado de prensa expuso que el color rojo obedece a la presencia de la microalga *dunaliella* salina, conocida por su labor antioxidante. Según el reporte entregado por voceros de Triple A, no existe problema alguno teniendo en cuenta que “esta alga produce de forma natural una cantidad enorme de sustancias carotenoides, las cuales son de color rojizo”. También agregaron que “esta planta es halófila, es decir que vive en ambientes salinos y puede resultar muy prolífica”.

Sin embargo, la preocupación sigue latente entre los habitantes del municipio de Puerto Colombia ante el “extraño fenómeno” que se viene presentando en las aguas del arroyo Grande. Para la comunidad porteña, esta problemática tendría alguna relación con el vertimiento al arroyo de las aguas residuales del sistema de

[20]

alcantarillado. Además, sostuvieron que los manglares ubicados en la zona de la desembocadura del arroyo estarían afectándose por esta situación, por lo que hicieron un llamado a las autoridades competentes para que tomen cartas en el asunto.

Cabe resaltar que la dunaliella salina es producida por el crustáceo branquiópodo del orden Anostrá, denominado Artemia salina. Además, se encarga de producir el beta-caroteno, pigmento que se encontró en las salinas de Galerazamba, que se convirtió en un atractivo natural que por varias semanas conquistó a centenares de turistas.

Amaya, G. (2019). "Coloración roja del arroyo Grande se debe a una alga". *El Heraldillo, Barranquilla*. Tomado de <https://www.elheraldo.co/barranquilla/coloracion-roja-del-arroyo-grande-se-debe-una-alga-triple-625324>



De acuerdo con la noticia leída anteriormente, responde las siguientes preguntas:

¿Has observado que se ha presentado este fenómeno en Arroyo Grande? ¿Cuándo?

¿Conocías este tipo de alga? En caso de que la respuesta sea afirmativa ¿En qué otros cuerpos hídricos la has observado?

¿Consideras que existe una relación entre el vertimiento de aguas residuales y la proliferación de este tipo de alga en Arroyo Grande? ¿Por qué?

¿Crees que se pueda ver afectada la fauna y la flora natural de Arroyo Grande por este fenómeno?

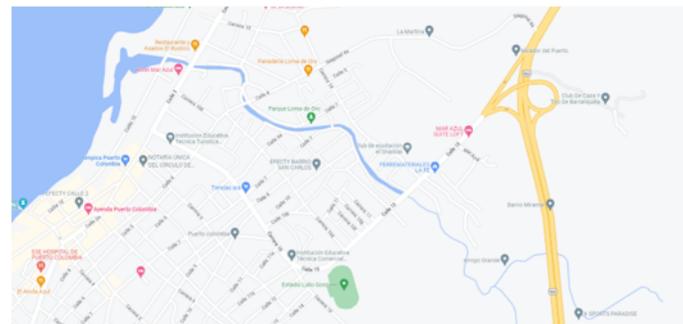
¿Qué entidades territoriales conoces que regulen la calidad de Arroyo Grande? ¿Has presenciado su intervención en este tipo de problemáticas?

¿Cuál es tu opinión ante la respuesta que dio la Triple A sobre la coloración rojiza que se presentó en Arroyo Grande?



[21]

En grupos de tres personas identificar en el mapa dado por las docentes el nacimiento, desembocadura y los posibles lugares de contaminación del cuerpo hídrico de Arroyo Grande.



Teniendo en cuenta los posibles lugares de contaminación identificados, completa la siguiente tabla indicando los factores o compuestos que producen la contaminación de arroyo grande y sus consecuencias, como se indica en el ejemplo.

+

Contaminantes	Consecuencias
Detergente	Se observa espuma en la superficie del agua contaminada por detergentes.



[22]

Se realiza un cortometraje que evidencie el recorrido, los lugares, compuestos y factores de contaminación de Arroyo Grande identificados por los estudiantes y la comunidad en las actividades realizadas anteriormente.



SECUENCIA II

ACTIVIDAD III

Objetivo

Determinar los principales parámetros fisicoquímicos que caracterizan la calidad del agua de Arroyo Grande.

Se realiza un recorrido con los estudiantes por toda la orilla de Arroyo Grande hasta llegar (unos metros antes) de su desembocadura en el mar para recoger una muestra del agua y desarrollar unas pruebas de laboratorio in situ.

Responder la siguiente pregunta socializando tu respuesta con todo el grupo.

¿Cuáles son los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos que determinan la calidad de las aguas?

¿Cuál es la calidad de agua de Arroyo Grande?

Arroyo Grande es considerado el arroyo más grande de la cuenca y la corriente más larga, posee su nacimiento al oeste del municipio en Baranoa, presentando una buena cobertura vegetal y es un área estratégica para la recarga de acuíferos. Algunos de sus vertimientos son provenientes de Lagunas Anaeróbicas y de tratamientos de aguas vertidas que son un factor determinante para la contaminación de este cuerpo hídrico.

Además, según estudios anteriores que se han realizado a los cuerpos hídricos del municipio de Puerto Colombia – Atlántico, indican un bajo nivel en la calidad de agua caracterizado por el alto contenido en la carga orgánica e índice de eutrofización. Como lo menciona Oyaga (2013) un factor desestabilizante puede ser la alta carga de descargas de aguas residuales y el marcado impacto que las actividades antropogénicas están generando en la calidad de los cuerpos de agua del departamento, no hay políticas claras de sostenibilidad en torno al recurso dentro de las autoridades ambientales y los entes territoriales (Oyaga, 2013).

¿Cuáles son los parámetros fisicoquímicos y límites de control en la calidad de agua?

Para evaluar el índice de calidad de agua se toma como referencia la Resolución 258 de 2011 de la CRA Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico, así como algunos documentos del programa de fisicoquímica ambiental del IDEAM.

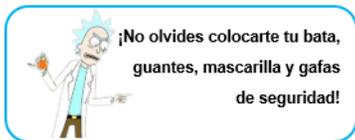


Parámetro fisicoquímico	Unidades	Límites de control
Oxígeno Disuelto	mg/L	>2
Cloruros	mg/L	0.3 a 2.0
Nitratos	mg/L	<1
Fosfatos	mg/L	≤0.1
Dureza	mg/L	180
Alcalinidad	mg/L	50 a 100
Temperatura	°C	<40
pH	U pH	7-9



¡Calcula tú mismo estos parámetros fisicoquímicos!

Organizar 7 grupos de trabajos de mínimo 3 y máximo 5 integrantes para recolectar la muestra de agua y desarrollar las pruebas de laboratorio *in situ* distribuidas por las docentes.



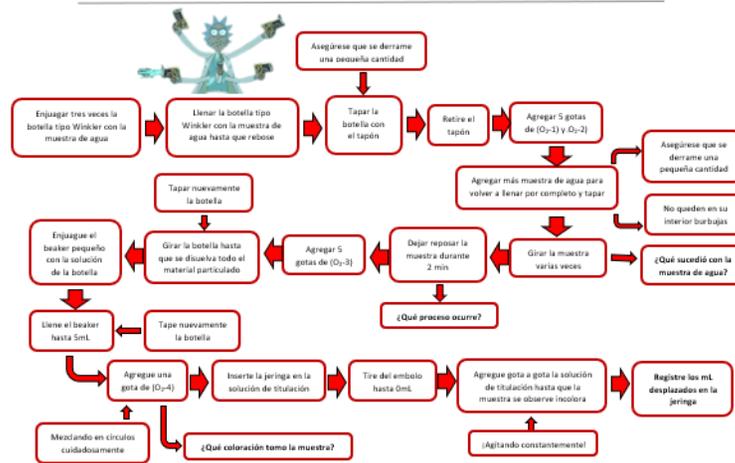
A continuación, se encuentran los reactivos, diagramas de flujo y fórmulas de los procedimientos de laboratorio para determinar los valores de los parámetros fisicoquímicos: oxígeno disuelto, cloruros, nitratos, fosfatos, dureza, alcalinidad, color, temperatura y pH (Nota: estos últimos dos parámetros los determinan todos los grupos).

Oxígeno disuelto

Reactivos y materiales:

Reactivos	Materiales
Sulfato manganoso (O ₂ -1)	Botella pequeña tipo Winkler
Reactivo alcali-ácido (O ₂ -2)	Tapón para botella
Acido sulfúrico (O ₂ -3)	Vaso precipitado pequeño (10mL)
Indicador de almidón (O ₂ -4)	Jeringa de titulación
Solución titulante (O ₂ -5)	

Procedimiento:



Cálculos:

Datos: A=[Solución titulante]
 B=Volumen de la muestra
 C=Volumen desplazado del titulante

$$\text{Ecuación: } O_2 \text{ ppm} = \frac{(V_{\text{titulante}} \times N_{\text{titulante}}) \times 8000}{V_{\text{muestra}}}$$

Cloruros

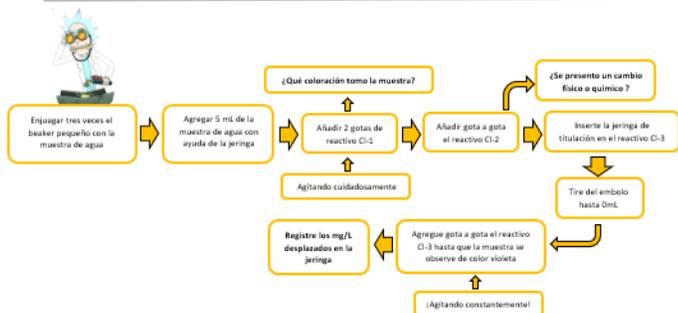
Reactivos y materiales:

Reactivos	Materiales
Reactivo CI-1	Beaker pequeño de 10 mL
Reactivo CI-2	Jeringa de 10 mL
Reactivo CI-3	Jeringa de titulación



Procedimiento:





Cálculos:

Registre la concentración de cloruros obtenida en mg/L y realice un análisis del resultado frente al límite de control que determina la calidad del agua.

Nitratos

Reactivos y materiales

Reactivos	Materiales
Sobre con reactivo nitratos	Tubo de ensayo con tapón
	Beaker pequeño de 10 mL
	Columna de lectura

Procedimiento



Cálculos:

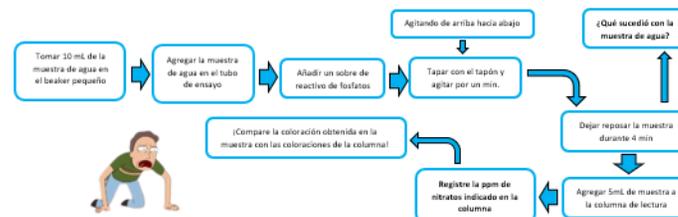
Registre la concentración de nitratos obtenida por la columna en mg/L y realice un análisis del resultado frente al límite de control que determina la calidad del agua.

Fosfatos

Materiales y reactivos

Reactivos	Materiales
Sobre con reactivo fosfatos	Tubo de ensayo con tapón
	Beaker pequeño de 10 mL
	Columna de lectura

Procedimiento



Cálculos:

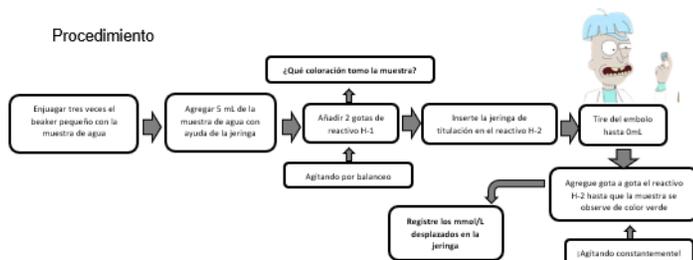
Registre la concentración de fosfatos obtenida por la columna en mg/L y realice un análisis del resultado frente al límite de control que determina la calidad del agua.

Dureza

Materiales y reactivos

Reactivos	Materiales
Reactivo H-1	Beaker pequeño de 10 mL
Reactivo H-2	Jeringa de 10 mL
	Jeringa de titulación

Procedimiento



Registre los mmol/L desplazados en la jeringa y realice un análisis del resultado frente al límite de control que determina la calidad del agua.

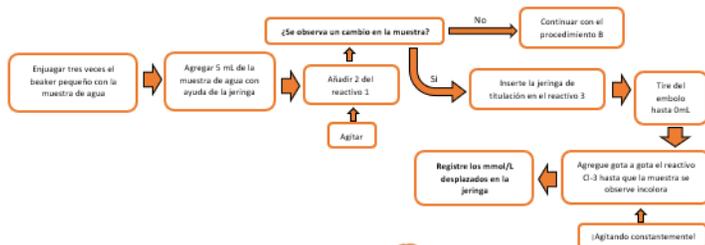
Alcalinidad

Materiales y reactivos

Reactivos	Materiales
Reactivo 1- Fenolftaleína	Beaker pequeño de 10 mL
Reactivo 2- Indicador mixto	Jeringa de 10 mL
Reactivo 3	Jeringa de titulación

Procedimiento:

a) Viraje del indicador a pH 8,2



b) Viraje del indicador a pH 4,3



Color

Materiales y reactivos



Materiales
Tubo exterior
Tubo interior
Embudo de filtración
Paletas de color
Soporte para lectura

Procedimiento:

a) Color aparente



b) Color efectivo: Se repite el procedimiento anterior con la diferencia que previamente se debe filtrar la muestra.



Temperatura

Materiales y reactivos

Materiales

- Termómetro
- Tubos de ensayo

Procedimiento:



pH

Materiales y reactivos

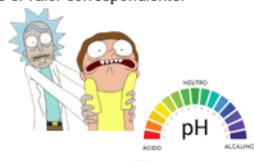
Materiales

- Gotero
- Tubos de ensayo
- Indicador de pH a base de repollo morado

Procedimiento:



Cálculos: De acuerdo con la coloración obtenida coteje el color con la escala de indicador de pH y asigne el valor correspondiente.



En la siguiente infografía registrar los datos obtenidos por cada grupo de los parámetros analizados, posteriormente se realiza una socialización de estos valores para analizar desde un punto de vista fisicoquímico si existe o no una contaminación del agua de arroyo grande.

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL

PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS DE LA CALIDAD DEL AGUA DE ARROYO GRANDE

1 NITRATOS
Es una medida de la cantidad de nitrógeno total disponible en una muestra de agua. Se mide en miligramos por litro (mg/L) o partes por millón (ppm).
Resultados: _____

2 FOSFATOS
Es una medida de la concentración del fósforo total disponible para los organismos. Se mide en miligramos por litro (mg/L) o partes por millón (ppm).
Resultados: _____

3 ALCALINIDAD
La alcalinidad del agua es su capacidad de resistir cambios de pH. Se mide en miligramos por litro (mg/L) o partes por millón (ppm).
Resultados: _____

4 CLORUROS
Se encuentran en mayor cantidad en aguas naturales, residuales y residuales tratados. Su presencia es necesaria en aguas residuales.
Resultados: _____

5 OXIGENO DISUELTADO
Corresponde a la cantidad efectiva de oxígeno que se encuentra en el agua.
Resultados: _____

6 PH
El pH es un criterio importante de la calidad del agua, porque afecta la actividad de vida acuática y muchos de los usos del agua.
Resultados: _____

7 DUREZA
La dureza es causada por los iones metálicos disueltos como el Ca y Mg, capaces de reaccionar con el jabón para formar precipitados.
Resultados: _____

8 COLOR
El color del agua se debe a la presencia de materia orgánica natural, como pueden ser los vegetales, hongos o ciertos metales como hierro, manganeso o cobre, que se encuentran disueltos o en suspensión.
Resultados: _____

9 TEMPERATURA
El agua es un recurso vital para la vida, por lo que debemos hacer todo lo posible para protegerla y conservarla.
Resultados: _____

La calidad del agua puede entenderse como la capacidad intrínseca que tiene el agua para responder a los usos o a aquellas condiciones que deben darse en el agua para que esta mantenga un ecosistema equilibrado.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en la práctica de laboratorio, responder las siguientes preguntas:



¿Consideras que se presenta una contaminación en el agua de Arroyo Grande? ¿Por qué?

¿Qué factores influyen en el aumento o disminución de la concentración de los parámetros fisicoquímicos determinados?

¿Consideras que el resultado de los parámetros fisicoquímicos obtenido es perjudicial para el ambiente? ¿Por qué?

ACTIVIDAD IV

Objetivo

Analizar la relación entre los parámetros fisicoquímicos y los factores sociales que han aumentado la contaminación hídrica de Arroyo Grande desde la argumentación desarrollando una postura crítica

En los grupos conformados anteriormente en la práctica de laboratorio, realizar una consulta y un libreto para el podcast que responda a las siguientes preguntas:

¿Qué especies químicas están implicadas?

¿En cuáles productos y desechos se encuentran?

¿Qué impacto ambiental tienen sobre el agua, las especies que pertenecen a Arroyo Grande y al ecosistema que lo rodea?

Se realiza un *podcast* con una duración de 30 minutos con la participación de los estudiantes y con cuatro miembros de la red ambiental y se transmitirá por la emisora Vokaribe.



Divulgación científica: La contaminación hídrica de Arroyo Grande

> Introducción

Se inicia con la presentación del tema a tratar, por parte de cada integrante y de las interlocutoras que participarán en el desarrollo del *podcast*.

Buenas tardes para todos y todas, es un gusto saludarlos y presentarles este podcast enfocado a informar sobre los parámetros fisicoquímicos que determinan la calidad de agua y los factores sociales, políticos, culturales, económicos y de salud que influyen en la contaminación de Arroyo Grande. Arroyo grande es un cuerpo hídrico que atraviesa todo el municipio de Puerto Colombia Atlántico, que nace al oeste del municipio en Baranoa y desemboca en el Mar Caribe, teniendo una buena cobertura vegetal y siendo un cuerpo hídrico estratégico para la recarga de acuíferos. Aun reconociendo la importancia de Arroyo grande en el ecosistema marino de la región, se ha visto contaminado por los vertimientos de aguas residuales, lagunas anaeróbicas y basuras. Para verificar la carga contaminante de estas aguas, se analizan algunos parámetros fisicoquímicos establecidos fundamentalmente por la ICAM, CRA e IDEAM, así como sus límites de control.

En este sentido continuaremos con los estudiantes de grado once de la institución Educativa Simón Bolívar que nos hablarán de cuáles son estos parámetros fisicoquímicos, su procedencia y el impacto contaminante que tienen en las aguas y en el ecosistema que lo rodea.

> Contenido

Cada grupo conformado por los estudiantes hablará de cada parámetro asignado a partir de la investigación y libreto realizado al inicio de la actividad. Las interlocutoras darán la palabra a cada grupo según el orden establecido: Grupo 1- oxígeno disuelto, grupo 4- fosfatos y color, grupo 3- nitratos y temperatura, grupo 2- cloruros, grupo 5- dureza, grupo 6- alcalinidad y pH.

Después de conocer los parámetros fisicoquímicos que nos permiten determinar la calidad del agua de Arroyo grande, hablaremos con algunos integrantes de la red ambiental y la comunidad sobre sus experiencias y conocimientos acerca de los



factores sociales, políticos, culturales, económicos y de salud que han influido en la contaminación hídrica. En esta primera oportunidad tendremos el gusto de escuchar (a presentación del integrante 1) quien trabaja con toda la comunidad desde hace un tiempo en pro de generar una conciencia crítica para disminuir los puntos de contaminación hídrica de Arroyo Grande. Entonces integrante 1...

Se dará la palabra a cuatro integrantes que responderán a las siguientes preguntas:

Integrante 1

En la comunidad, ¿has identificado acciones antrópicas que contribuyan a la contaminación de Arroyo Grande?
¿Cuáles?



Muchas gracias por tu intervención Integrante 1; ahora vamos a hablar con (presentación Integrante 2) que nos contara acerca de cómo las diferentes entidades gubernamentales, asociaciones, colectivos, organizaciones y las comunidades étnicas han abordado esta problemática, De acuerdo con esto Integrante 2...

Integrante 2

¿Ha presenciado la participación de alguna de las entidades territoriales correspondientes con respecto a la solución de la problemática de contaminación hídrica de Arroyo Grande? En caso de que su respuesta sea negativa ¿Qué actores han participado en las posibles soluciones para esta problemática?



Gracias integrante 2, claramente hacemos un llamado a las entidades territoriales correspondientes a que intervengan con acciones que aporten a la solución y manejo de la problemática de contaminación hídrica de Arroyo Grande. Ahora continuamos con la intervención de (Integrante 3), que nos va a hablar cómo desde su perspectiva considera que...

[35]

Integrante 3

En los proyectos que se están planteando desde los entes gubernamentales a nivel turístico, económico y cultural, ¿Crees que contribuyen a posibles soluciones de la problemática de contaminación hídrica de Arroyo Grande o, por el contrario, aumentan esta problemática?



Gracias (Integrante 3) por tu intervención, es increíble como la humanidad no tiene en cuenta en el desarrollo de las sociedades lo más importante que son los recursos hídricos y fundamentalmente el agua. En este sentido la contaminación hídrica de Arroyo grande y su desembocadura ha generado afectaciones a la salud de la comunidad de Puerto Colombia Atlántico, en esta intervención Integrante 4 nos contara la experiencia que presentaron debido a esta problemática ambiental.

Integrante 4

¿Le ha generado afectaciones en la salud a usted o a algún miembro su familia a raíz de la problemática de contaminación hídrica de Arroyo Grande?



Gracias Integrante 4, nos parece muy importante buscar posibles soluciones a esta problemática de contaminación hídrica de arroyo grande debido a que su desembocadura en el mar caribe está produciendo afectaciones a la salud. Cabe resaltar que la bacteria *Escherichia coli* indica la presencia de contaminación fecal ya que es un microorganismo que se encuentra en el tracto digestivo y rara vez se presenta en el agua, siendo un patógeno muy perjudicial para la salud humana que genera enfermedades dérmicas, gastrointestinales, respiratorias entre otras y proveniente de las aguas residuales.

Finalizando con este *podcast*, primero agradecemos a todos por sus intervenciones han sido una gran contribución para toda la comunidad de Puerto Colombia y en

[36]

general para todas las comunidades del todo el país que trabajan en pro de cuidado de nuestros ecosistemas y recursos naturales, para conocer y entender un poco más del agua, los parámetros fisicoquímicos que determinan su calidad y de la problemática hídrica que hoy enfrenta Arroyo Grande. En este sentido es el momento para que toda la comunidad tome acciones y una postura crítica que favorezca a la reducción de la contaminación hídrica. Los invitamos a continuar desarrollando estrategias pedagógicas y didácticas desde la enseñanza de las ciencias en las diferentes instituciones y comunidades que contribuyan a posibles soluciones para las problemáticas ambientales que se presentan en cada contexto. De igual manera agradecemos a Vocaribe por el espacio de divulgación científica de los estudiantes de la Institución Educativa Simón Bolívar y la Red Ambiental de Puerto Colombia Atlántico.



ACTIVIDAD V

Objetivo

Justificar la importancia de generar una postura crítica, acciones y posibles soluciones que aborden la cuestión socio-científica, favoreciendo el nivel de argumentación.

Realizar en conjunto una lluvia de ideas con las posibles soluciones que se puedan aplicar para disminuir la contaminación hídrica de Arroyo Grande.

¡El manglar, una posible solución a esta problemática!



Posteriormente, se elige la solución más viable que se pueda aplicar para la disminución de la contaminación hídrica de Arroyo Grande, la cual es la siembra de manglares. Para entender un poco mejor la importancia que tienen los manglares y



[37]

su contribución en la disminución de la carga contaminante, veremos el siguiente video.

<https://www.youtube.com/watch?v=HZG0bWG3vVE>

Los estudiantes formularán una conclusión escrita (mínimo cinco renglones) de la importancia y contribución de los manglares al cuerpo hídrico de Arroyo Grande.

Para finalizar la actividad, se hará una visita al Arroyo Grande para la siembra de algunos manglares acompañada de una charla acerca de los manglares que aumente la argumentación ante esta posible solución, orientada por Juanita Aldana doctora en Ecología de la Universidad Autónoma de Madrid, directora del departamento de química y biología, y docente de la asignatura de aves del caribe colombiano de la Universidad del Norte.



Referencias bibliográficas

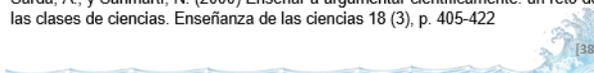
Amaya, G. (2019). "Coloración roja del arroyo Grande se debe a un alga". El Herald, Barranquilla. Tomado de <https://www.elheraldo.co/barranquilla/coloracion-roja-del-arroyo-grande-se-debe-una-alga-triple-625324>

Aznar, J., Fernandez, M., Raduán, A., Baixeras, J., Balbuena, R., Capaccioni, J., Falcó, J., Lluch, F., Montero, P., Navarro, J., Raga, J. & Sella, J. (2012). La taxonomía de Bloom y la aplicación del conocimiento: las clases de problemas en la asignatura de Zoología de la Universidad de Valencia. In Congreso Internacional de Innovación Docente Universitaria en Historia Natural (1º. 2012. Sevilla), 135-147. [Bioscripts](#).

Martínez, L. & Parga, D. (2013). La emergencia de las cuestiones sociocientíficas en el enfoque CTSA. Revista Góndola. 8 (1), 23- 35.

Martínez, R. F. O. (2013). Realidades Ambientales de los Cuerpos de Agua del departamento del Atlántico, Colombia. *Ingeniare*, (14), 43-62.

Sardá, A., y Sanmartí, N. (2000) Enseñar a argumentar científicamente: un reto de las clases de ciencias. *Enseñanza de las ciencias* 18 (3), p. 405-422



[38]

Solbes, J. (2013). Contribución de las cuestiones sociocientíficas al desarrollo del Pensamiento crítico. Universidad de Valencia. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias 10 (1), 1-10.



Anexo 7. Respuestas de la comunidad actividad No1.

Resultados respuestas Actividad #1 canto al agua con la comunidad: Rutina de pensamiento

Participante	Pregunta 1: ¿Qué observas?	Pregunta 2: ¿Qué piensas de eso?	Pregunta 3: ¿Qué preguntas te surgen?
P1	Veo un cuerpo vital de vida, veo iguanas, veo cangrejos y ranas. Me asomo y siento paz, siento libertad, me siento afortunado de estar acá. Pero también veo bolsas flotando, cajas de icopor, desechos de comida.	Me siento preocupado	¿De dónde viene toda esta agua? ¿Qué recoge tanta basura en el camino? ¿Quién podría ensuciar su casa?
P2	Yo veo un lugar muy bonito, pero que tristemente se ve muy sucio.	Pienso que es un desperdicio tanto el recurso que es el agua como del atractivo del lugar. Podría ser un lugar para la comunidad o turistas, pero la suciedad no lo permite.	¿Cómo podría limpiarse un cuerpo de agua tan sucio?
P3	Ecosistema.	Consciencia ambiental.	¿Qué hacen las autoridades?
P4	Contaminación, residuos, plástico, vida.	Deberíamos contribuir cada día más en disminuir la contaminación.	¿Por qué las entidades gubernamentales no hacen nada por limpiar y recuperar el ambiente?
P5	Un arroyo contaminado siendo sagrado para la tierra.	Pienso que deben intervenir este arroyo.	¿Qué es más importante la salud o el turismo?
P6	Veo total abandono no solo de los gobernantes sino de los ciudadanos.	Poder apoyar a los proyectos que hagan.	¿Hasta cuándo tomaremos medidas para cambiar y mejorar?
P7	Veo mucha diversidad tratando de sobrevivir en medio de la sequía y contaminación.	Pienso que todo el pueblo se debe concientizar y apersonar de las fuentes de agua pues son la base del turismo y Puerto vive de eso.	¿Cómo se puede hacer una campaña educativa que logre con cultura ciudadana hacer a todos responsables y ejecutores de la acción de salvar el municipio en sus fuentes de aguas y ríos?
P8	Veo vida en la basura.	Pienso que la vida resiste, pero hasta un punto.	¿En serio al humano le cuesta tanto entender el valor del agua y la vida?
P9	Observo atraso, inconsciencia, desamor, indiferencia.	Mas que pensar, siento que el mundo dentro del micro mundo de cada individuo debe transformarse, esto es	¿Qué vamos a hacer y para qué? Es la clave para desarrollar y ejecutar la problemática.

		educación para apropiarse del cambio.	
P10	Pese a la contaminación indudable del agua veo alrededor un ecosistema entero buscando mantenerse, adaptarse pese al olvido de quienes habitamos alrededor.	Pienso que la falta de consciencia y de ignorancia frente a la importancia el agua se vive cada vez, llegando a normalizar esa falta de pertenencia con nuestros recursos.	¿Cómo mis actos realmente pueden generar un impacto?
P11	Observo un arroyo contaminado por plástico y basura.	Siento tristeza y nostalgia por ver las aguas sucias y contaminadas	
P12	Observo un lugar desaprovechado, sucio, con basuras, contaminado.	Tristeza, decepción, impotencia.	¿Cómo puede sobrevivir y subsistir la fauna y la flora con tantos contaminantes?
P13	Veó unas aguas negras contaminadas con muchos residuos de plástico y icopor.	Propongo hacer talleres de consciencia ambiental desde nuestros saberes.	¿Qué podemos hacer desde nuestro espacio para transformar la consciencia de nuestros habitantes y visitantes?
P14	Un cuerpo de agua que sirve para muchas especies de flora y fauna.	Que es sumamente importante cuidarlo por ser el hábitat de los seres vivos.	¿Cómo podemos preservarlo sensibilizar a la comunidad sobre su importancia? ¿Cómo impacta este cuerpo de agua en el mar?
P15	Veó basura y agua residuales	Que deberíamos dejar de botar basura al medio ambiente.	¿Qué podríamos mejorar?

Resultados respuestas Actividad #1 canto al agua con la comunidad:

Conclusión propiedades del agua.

Participante	Pregunta 1	Pregunta 2	Pregunta 3	Pregunta 4	Pregunta 5
P1	El agua está compuesta por dos átomos de hidrogeno y uno de oxígeno, su fórmula es H ₂ O, de igual forma tiene propiedades como la formación de puentes de hidrogeno, la	Uno de los mayores contaminantes en las aguas es el plomo.	Si he presentad muchas problemáticas ambientales como la contaminación del rio magdalena, el vertimiento de las aguas residuales en la ciénaga de	Si, las aguas de los arroyos no nos permiten disfrutar de ese sector de la playa, ya que genera un foco de inseguridad y también desprende malos olores.	He observado la presencia de heces fecales, plástico e icopor.

	tensión superficial y la termorregulación, además presenta una buena conductividad eléctrica, en conclusión, es vital para la vida		Mallorquín y por las construcciones de vías más de 600 hectáreas de mangles muertos; además las aguas de los arroyos contaminadas, las erosiones costeras y por último la presencia de las canteras en el bosque seco tropical.		
P2	Se compone de los elementos químicos de hidrogeno y oxígeno, su pH es neutro y es vital para la flora y fauna.	No, no conozco otros de los mencionados en la lectura.	Vivo cerca de otro arroyo que también está contaminado.	Es incomodo pasar cerca al arroyo.	Mucha basura
P3	Se retiro antes del desarrollo de la segunda actividad.				
P4	Se compone de los elementos químicos de hidrogeno y oxígeno, es inodora, incolora y sin sabor	Sí, los metales pesados son elementos que en los últimos años han contaminado nuestras aguas.	Si, vivo cerca al botadero de basura de Puerto Colombia Atlántico.	No, no vivo cerca al arroyo.	He observado mucha basura, hasta televisores y colchones.
P5	El agua se compone hidrogeno y oxígeno.	Sí, su densidad estable.	No.	No me he visto afectada, vivo en Barranquilla, si cuando uno viene es desagradable ver el arroyo con esa cantidad de basura.	Basura y plástico.
P6	Se retiro antes del desarrollo de la segunda actividad.				

P7	Una propiedad del agua que recuerdo es la de la tensión superficial. No sé si corresponde a una propiedad química o física, pero recuerdo que existen estos dos tipos de propiedades y corresponde a la capacidad del agua para hacer flotar a los objetos, es decir a la fuerza para empujar los objetos a la superficie. Su composición consta de dos átomos de hidrogeno y uno de oxígeno.	Además de los mencionados el petróleo, el cual se ha derramado en el rio magdalena cerca de barranquilla lo que causa afectación en el suministro de agua potable de Puerto Colombia.	Sí, además de la contaminación de las aguas del arroyo, la erosión costera ya que yo vivo frente al mar y se ha visto que la disminución de los mangles permite las inundaciones.	Sí, los malos olores que desprenden no dejan disfrutar el ecosistema que se encuentra alrededor.	A nivel general residuos sólidos y materia orgánica.
P8	Se retiro antes del desarrollo de la segunda actividad.				
P9	Se retiro antes del desarrollo de la segunda actividad.				
P10	“Primero hay que resaltar que el agua es vital para la vida y los ciclos que presentan en todo el planeta tierra, por lo tanto, tiene diversas propiedades como un alto índice específico de calor y tiene una baja viscosidad esto lleva a que su tensión superficial sea alta. Además, que no tiene color, olor ni sabor, y por último podemos	Sí, los compuestos provenientes de industrias de fármacos y antibióticos.	Si, vivo cerca al arroyo y es evidente la mala calidad que tienen las aguas, también la erosión costera debido a la tala indiscriminada de mangles por los proyectos turísticos que se quieren desarrollar.	Sí, los malos olores y gases que desprende la contaminación del arroyo han causado problemas respiratorios y dérmicos.	A simple vista se puede ver plásticos, icopor y materia orgánica, pero a nivel químico se deben presentar muchos más contaminantes”

	concluir que su fórmula es H ₂ O".				
P11	Su fórmula es H ₂ O y tiene buena conductividad eléctrica.	Sí. Los vertimientos de aceites en las casas por los lavaplatos.	Si, las erosiones costeras.	No, hasta el momento no.	Siempre veo en el arroyo mucha basura y plásticos que la misma gente bota cuando se crece.
P12	Se retiro antes del desarrollo de la segunda actividad.				
P13	Está conformada por dos elementos químicos y permite el funcionamiento de tejidos y órganos.	No.	Si la deforestación.	Vivo cerca del arroyo y cuando se crece me inunda mi casa.	Los plásticos.
P14	Sí, tiene hidrogeno y oxígeno, un pH neutro y buena conductividad eléctrica.	Si, el mercurio es uno de los contaminantes encontrados en las aguas.	No.	Disfrutar la playa que se encuentra cerca al arroyo.	Plásticos, plantas y algas.
P15	Tiene dos moléculas de hidrogeno y una molécula de oxígeno.	No, no conozco más.	No se ha presentado ninguna problemática.	Es muy feo el olor.	Siempre las aguas están contaminadas por mucho plástico.

Respuestas de los estudiantes actividad #1

Resultados respuestas Actividad #1 Estudiantes de grado once Institución

Educativa San Nicolas de Tolentino: Rutina de pensamiento

Estudiante	Pregunta 1: ¿Qué observas?	Pregunta 2: ¿Qué piensas de eso?	Pregunta 3: ¿Qué preguntas te surgen?
E1	Yo observo basura, aguas oscuras, babilla, plantas y árboles.	Yo pienso que las aguas contaminadas son la raíz del mal cuidado del gobierno.	¿Cómo podemos combatir la contaminación del agua?
E2	Basura y aguas residuales.	Esta muy contaminado deberíamos de no botar basura ya que contamina más el medio ambiente.	

E3	Aguas residuales y basura	Que deberíamos dejar de botar basura al medio ambiente y que esta llega a ríos, arroyos y mares.	¿Cómo se puede mejorar?
E4	Mucha basura y agua contaminada.	Está perjudicando al medio ambiente.	
E5	Observo mucha contaminación en lo que es un arroyo.	Pienso que se tendría que hacer algo al respecto para disminuir la contaminación ya que afecta a los animales que puedan estar en el arroyo como en los alrededores.	¿Por qué no se han limpiado o descontaminado dichas aguas?
E6	Observo que en el arroyo hay mucha basura y aguas residuales.	Pienso que la gente no cuida el arroyo, ni se preocupa por el medio ambiente.	¿Qué se podría hacer para que las personas no contaminen?
E7	Observo que en el arroyo se encuentran muchos desperdicios.	Que las personas de los alrededores no están concientizadas del daño que hacen y deberían de serlo.	¿Ustedes como solucionarían el problema?
E8	Observo que hay aguas residuales.	Pienso que hay que cuidar mucho más el arroyo ya que nos puede afectar en nuestra salud.	¿Qué si esto puede afectar a las personas que viven cerca a este arroyo debido a las toxinas y olores?
E9	Observo un arroyo con mucha basura.	Que tenemos que cuidar el medio ambiente y no arrojar basura a la calle para que no llegue a los arroyos y se inunden las casas.	¿De qué manera pueden las autoridades contribuir a producir un cambio drástico de mejoría en este ecosistema?
E10	Cantidades de basura, plantas.	La mayoría de la gente bota las basuras en arroyos o las lluvias arrastran las basuras hasta el arroyo de esta forma esta contaminando toda la ruta e incluso desbordando o tapando los arroyos.	¿Qué método se hace en caso de que los arroyos se llenaran de basura?
E11	Observo bastante vegetación con mucho residuo, contaminación en el agua y en el ambiente.	Pienso que se debe aplicar una norma para no tirar basuras al ambiente para que con eso halla menos contaminación en el mundo y los que no la	¿Cómo hacer para que las personas cumplan con una ley para limpiar el ambiente?

		cumplan les llegue multa.	
E12	Mucha vegetación y basura.	Que es un rio descuidado, pero sigue habiendo bastantes plantas.	¿Por qué está descuidado? ¿Qué podemos hacer para controlar la cantidad de basura que hay en un rio?
E13	Observo demasiada vegetación y residuos de basura.	Pienso que es un arroyo sin ningún tipo de cuidado.	¿Qué podemos hacer para eliminar la basura y vegetación?
E14	Basura y aguas sucias.	Que está mal.	¿Por qué las personas hacen esto? ¿Cómo se puede hacer para que esto no pase?
E15	Mucha basura en el cuerpo de agua.	Que las personas son inconscientes sobre la contaminación ya que estos residuos terminan en el mar.	¿Qué tipo de compañías se están llevando a cabo para solucionar esta problemática?
E16	Contaminación, pocas iniciativas para un cambio y poco sentido de pertenencia.	Que se deberían tomar medidas al respecto pero que al menos estas creen consciencia y hábitos en la comunidad.	¿Por qué no se han tomado medidas? ¿en verdad habrá un cambio teniendo en cuenta aspectos sociales y políticos también?
E17	Residuos en las aguas, aguas sucias y contaminación.	Pienso que deberíamos de alguna u otra forma ir arreglando poco a poco esta problemática debido a que esta situación es muy lamentables para todos los ciudadanos de Puerto Colombia.	¿Por qué descuidan tanto a estos ríos? ¿Qué podemos hacer para prevenir esto?
E18	No conozco el arroyo	Me sorprende la contaminación que hay en el arroyo y pienso que la comunidad y el municipio debería poner de su parte para ayudar.	¿Qué se está haciendo al respecto? ¿Desde cuándo esta así? ¿El municipio sabe lo que está pasando? ¿Esto que tanto afecta el municipio?
E19	Contaminación.	Las acciones de las personas influyen en esta problemática.	¿Qué podríamos hacer para mejorar la contaminación y darle fin a esta problemática?
E20	Unos ríos que están contaminados.	Que deberíamos concientizarnos acerca de esta situación ya que el agua es una de las cosas más importantes	¿Qué cosas podemos hacer para evitar esto?

		que necesitamos para sobrevivir.	
E21	Agua sucia estancada	Que debe haber un mejoramiento para este tipo de agua.	¿Por qué permanecen estancadas estas suciedades?
E22	Basura y aguas negras.	Esta mal tanto para la sociedad como para el medio ambiente.	¿Qué hacen las personas para mermar la contaminación?
E23	Basura, contaminación y poco mantenimiento.	Debemos de tomar medidas necesarias para concientizar a las personas y así poder mantenerlo limpio.	¿Qué hace la gobernación al respecto? ¿Realmente se logrará todo esto con solamente disminuir la contaminación?
E24	Observo un arroyo lleno de historia siendo contaminado y mal disfrutado.	Opino que hay que actuar e inmediato para protegerlo es el arroyo más grande y podemos perderlo a causa de nuestras acciones desgarradoras.	Ninguna.
E25	Un rio contaminado	¿Cómo hemos llegado a esto?	¿Habrá algo que podamos hacer?
E26	Observo un ecosistema contaminado de manera enorme, concluyendo que afecta el entorno en el que viven muchas especies en la que desemboca este arroyo.	Que pesar no solo saber, sino el hecho de que nuestras acciones, descuidos y falta de colaboración hayan llevado a destruir un ecosistema que es de todos.	¿Los olores y toxinas que produce estas aguas afectan a la salud de los habitantes junto a este arroyo?

Resultados respuestas Actividad #1 Estudiantes de grado once Institución Educativa San Nicolas de Tolentino: Conclusión propiedades del agua.

Estudiante	Pregunta 1	Pregunta 2	Pregunta 3	Pregunta 4
E2*	Se compone de hidrogeno y oxígeno.	Sí, petróleo.	Sí, la basura en la orilla de la playa.	SR
E3*	No, solo el hidrogeno y el agua.	Sí, el petróleo.	Sí, contaminación de platicos en la orilla y en el mar.	No.
E4*	No tengo conocimiento de otras.	Petróleo.	No.	No fui afectado.
E6*	No conozco otras propiedades del agua, solo que está compuesta de oxígeno e hidrogeno.	El petróleo.	Sí, la contaminación que hay en la playa.	No no me he visto afectada.

E7/	Los enlaces que forma el agua también son llamados puentes de hidrogeno.	Petróleo. Compuestos radioactivos.	No.	No.
E8	Acción disolvente. Conducción eléctrica. Capilaridad.	Nitratos y fosfatos. Contaminantes térmicos.	SR	Yo antes vivía por un arroyo en el cual tapaban con basura, cuando llovía el agua no sabía por dónde coger y terminaba cogiendo pata la casa de las personas que vivían ahí, pero gracias a dios me mude ya.
E9	Tensión superficial. Acción disolvente.	Nitratos y fosfatos. Compuestos térmicos.	Sí, dejar mucho tiempo el agua en los baldes.	No, no me ha afectado.
E10	No, solo el hidrogeno y el oxígeno,	Si, petróleo.	Si, basura en la orilla de la playa.	No
E11	Los enlaces del agua son puentes de hidrogeno.	El petróleo y sus derivados. Platicos. Químicos.	No.	No.
E12	No.	SI, la materia orgánica. Petróleo.	No.	No.
E13	Los enlaces de agua forman puentes de hidrogeno.	Algunos compuestos como: petróleo y ácidos.	En mi opinión nunca me vi afectado por la contaminación.	No.
E14	Enlaces.	Petróleo.	No.	No.
E15	El agua es inodora, incolora e insípida.	No.	Sí, contaminación del agua por mercurio.	No.
E16	Pues sé que está constituida por hidrogeno y oxígeno, debido a que se generan puentes de hidrogeno en esta molécula y por lo tanto tienen algunas propiedades químicas y físicas, químicas como su punto de ebullición y físicas que no tiene	Los líquidos que botan las basuras en los vertederos (landfill site) rellenos sanitarios.	Sí, contaminación del río Magdalena y la Ciénaga de Mallorquín. Pérdida de zonas verdes debido a proyectos de urbanización.	Sí, cuando uno visita las playas puede presenciar y experimentar con la contaminación en el agua y los olores de sitios aledaños.

	color ni sabor ni tampoco olor. Una característica extremadamente importante del agua es que sin ella no se podría vivir porque somos casi el 80% de agua, pero en las condiciones que están las aguas en algún momento se van a acabar.			
E18	No.	Otros compuestos que pueden contaminar el agua sería el aceite, petróleo.	No, solo sería contaminación por quemar basuras.	No, no vivo cerca de arroyos, pero mi abuela sí, un factor que afecta sería el desbordamiento de arroyos en tiempos de lluvia y mal olor.
E19	No, solo las que nombraron anteriormente.	Mercurio.	Si, deforestación.	No
E20	No, solo conozco las que dijeron.	No, no conozco.	No.	SR
E21	Los enlaces de agua producen puentes de hidrogeno.	Petróleo y derivados. Ácidos.	No, porque siempre se mantiene un ambiente sano por donde yo vivo.	No, porque no estoy cerca al arroyo.
E22	No, todas las que dijeron.	Lluvias ácidas.	No.	No.
E23	No	Petróleo, cuando se dan los derrames en el océano.	Sí, la contaminación del arroyo ya que vivo cerca.	Sí, más que nada con el olor que brota del lugar, además el año pasado por las fuertes lluvias se llegó a inundar el arroyo dando como fin que el agua se saliese e inundo la mayor parte de las casas.
E24	Puede que no una propiedad química pero el agua permite la regeneración de	Petróleo Polímeros.	No.	No me he visto afectada por esto.

	los tejidos y tiene una gran potencia neuronal.			
E25	Lo de no poder ser comprimible.	Mercurio.	No.	No.
E26	El agua es el elemento más puro del mundo, ya que tiene un 99% de pureza, además está compuesta de dos átomos de hidrogeno y un átomo de oxígeno, es la sustancia más empleada en el mundo, pero está muy contaminada por los desechos de las personas. En conclusión, es muy importante para la vida como por ejemplo para los peces.	El petróleo o derivados. Ácidos y sales.	Sí, un arroyo al lado de mi casa.	Sí, su olor me afecta y además es algo impuro.

Anexo 8. Tabla 14. Matriz de vaciado actividad 1. Propiedades, características y composición del agua de la comunidad.

Objetivo	Reconocer las principales características, propiedades, composición del agua				
Preguntas	P1. ¿Conoces otra propiedad química del agua? ¿Cuál?				
	P2. ¿Sabes de otros compuestos que contaminen el agua? ¿Cuáles?				
	P5. ¿Qué tipo de residuos o compuestos has observado o conoces que contaminen este cuerpo hídrico?				
Criterio de evaluación	Sobresaliente	Satisfactorio	Básico	Necesita mejorar	No responde
Descripción	Reconoce las principales características, las propiedades físicas o químicas y la composición del agua, relacionando los diferentes compuestos que influyen en su contaminación.	Reconoce las principales características, propiedades y la composición del agua.	Reconoce la composición y algunas características, o propiedades del agua.	Reconoce la composición del agua.	
No de estudiantes que responden al criterio	0	3	5	2	5
Ejemplo de respuestas		<p>P1. “El agua está compuesta por dos átomos de hidrogeno y uno de oxígeno, su fórmula es H₂O, de igual forma tiene propiedades como la formación de puentes de hidrogeno, la tensión superficial y la termorregulación, además presenta una buena conductividad eléctrica, en conclusión, es vital para la vida”.</p> <p>P10. “Primero hay que resaltar que el agua es vital para la vida y los ciclos que presentan en todo el planeta tierra, por lo tanto, tiene diversas propiedades como un alto índice específico de calor y tiene una baja viscosidad esto lleva a que su tensión superficial sea alta. Además, que no tiene color, olor ni sabor, y por último podemos concluir que su fórmula es H₂O”.</p>	<p>P4. “Se compone de los elementos químicos de hidrogeno y oxígeno, es inodora, incolora y sin sabor”.</p> <p>P11. “Su fórmula es H₂O y tiene buena conductividad eléctrica”.</p> <p>P13. “Está conformada por dos elementos químicos y permite el funcionamiento de tejidos y órganos”.</p>	<p>P5. “El agua se compone de hidrogeno y oxígeno”.</p> <p>P15. “Tiene dos moléculas de hidrogeno y una molécula de oxígeno”.</p>	N.A
Total, de participantes	15				

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15. Matriz de vaciado actividad 1. Propiedades, características y composición del agua de los estudiantes.

Objetivo	Reconocer las principales características, propiedades, composición del agua				
Preguntas	P1. ¿Conoces otra propiedad química del agua? ¿Cuál?				
	P2. ¿Sabes de otros compuestos que contaminen el agua? ¿Cuáles?				
	P5. ¿Qué tipo de residuos o compuestos has observado o conoces que contaminen este cuerpo hídrico?				
Criterio de evaluación	Sobresaliente	Satisfactorio	Básico	Necesita mejorar	No responde
Descripción	Reconoce las principales características, las propiedades físicas o químicas y la composición del agua, relacionando los diferentes compuestos que influyen en su contaminación.	Reconoce las principales características, propiedades y la composición del agua.	Reconoce la composición y algunas características, o propiedades del agua.	Reconoce la composición del agua.	
No de estudiantes que responden al criterio	0	2	12	9	3
Ejemplo de respuestas		<p>E26. “El agua es el elemento más puro del mundo, ya que tiene un 99% de pureza, además está compuesta de dos átomos de hidrogeno y un átomo de oxígeno, es la sustancia más empleada en el mundo, pero está muy contaminada por los desechos de las personas. En conclusión, es muy importante para la vida como por ejemplo para los peces.”.</p> <p>E16. “Pues sé que está constituida por hidrogeno y oxígeno, debido a que se generan puentes de hidrogeno en esta molécula y por lo tanto tienen algunas propiedades químicas y físicas, químicas como su punto de ebullición y físicas que no tiene color ni sabor ni tampoco olor. Una característica extremadamente importante del agua es que sin ella no se podría vivir porque somos casi el 80% de agua, pero en las condiciones que están las aguas en algún momento se van a acabar.”.</p>	<p>E11. “Los enlaces del agua son puentes de hidrogeno.”.</p> <p>E24. “Puede que no una propiedad química pero el agua permite la regeneración de los tejidos y tiene una gran potencia neuronal”.</p> <p>E15. “El agua es inodora, incolora e insípida.”.</p>	<p>E2. “Se compone de hidrogeno y oxígeno”.</p> <p>E6. “No conozco otras propiedades del agua, solo que está compuesta de oxígeno e hidrogeno.”.</p>	N.A
Total, de participantes	26				

Fuente: Elaboración propia

Anexo 9. Respuestas de la comunidad actividad #3

Resultados respuestas Actividad #3 con la comunidad: Laboratorio parámetros fisicoquímicos

Participante	Pregunta 1: ¿Consideras que se presenta una contaminación en el agua de Arroyo Grande? ¿Por qué?	Pregunta 2: ¿Qué aspectos influyen en el aumento o disminución de la concentración de los parámetros fisicoquímicos determinados?	Pregunta 3: ¿Consideras que el resultado de los parámetros fisicoquímicos obtenido es perjudicial para el ambiente? ¿Por qué?
	Conclusión		
P1	<p>Sí hay contaminación porque se puede ver que hay residuos sólidos sobre sus aguas, hay estancamiento de materia orgánica y sus aguas son de un color negruzco, además, según los laboratorios guiados por las profesoras se evidencian valores de los parámetros sobre el límite de calidad del agua, esto justifica el hecho de que a simple vista se pueda observar un deterioro notable en el agua del arroyo ya que al obtener valores altos de estos parámetros se ve afectado el ecosistema, los peces y otros organismos que dependen del agua y de que se mantenga en su ciclo natural, todo esto debido a algunos aspectos como el político pues no hay intervenciones que fortalezcan el control sobre nuestros recursos hídricos.</p>		
P2	<p>Sí se presenta contaminación de Arroyo Grande porque como nos dimos cuenta en los resultados de los laboratorios están bastante elevados y en caso del oxígeno que es el único que debería ser mayor tiene un valor casi en el límite por lo que se ve afectada el agua para mantener el ecosistema, como se explicó, el oxígeno es importante para tener la diversidad de organismos y así un entorno sano y estable, también estos parámetros se ven afectados porque se da un mal manejo de aguas residuales y residuos sólidos, los controles que deberían dar algunas entidades gubernamentales y el compromiso de la comunidad en el cuidado del agua, por esto considero que se da el aumento o disminución de la concentración. Sí puede ser muy perjudicial para el ambiente que se presenten porque estos valores están encima del límite de control porque un ejemplo claro de esto es el aumento de algas por fosfato y nitrato que disminuyen el nivel de oxígeno en el agua para otros seres vivo ya que interviene de forma perjudicial para la mayoría de las especies acuáticas.</p>		
P3	<p>Sí se presenta contaminación porque siempre he mirado que sus aguas son oscuras, tiene residuos sólidos y un olor desagradable, a parte con la experiencia de hoy pudimos afirmar esta contaminación desde el estudio de algunos parámetros fisicoquímicos que nos indicaron que la calidad del agua no es buena ya que se mostró que la mayoría de los parámetros tienen una concentración mayor, esto debido a que no hay influencia desde lo administrativo porque en realidad no hacen un manejo adecuado sobre los desechos que van a parar al arroyo, no hay campañas por parte de las entidades para el mejoramiento de la calidad del agua y aunque la misma comunidad realice actividades para la limpieza de los arroyos, hay otra parte que no tiene esa sensibilidad para el cuidado de nuestra agua. Sí ya que un resultado alto de estos parámetros nos indica que el agua está contaminada y por tanto es un problema ambiental que no sólo afecta al arroyo, sino que también afecta a la comunidad que reside cerca, al mar porque allí desemboca y a los animales que dependen de ella.</p>		

P4	Podemos observar que el color es muy oscuro, hay basura por sus orillas y mal olor por las aguas residuales, y los parámetros fisicoquímicos están por encima del nivel de control siendo perjudicial porque expone al agua a excesos de químicos y sustancias que por encima de los límites afecta al ambiente, para cambiar o mejorar esta situación es necesario tener una buena cultura en la comunidad.
P5	Sí se presenta contaminación porque a simple vista se observa que sus aguas son oscuras, hay basura y tiene malos olores. Un factor que influye en la contaminación es que a veces la comunidad en general no toma una postura en pro del cuidado de nuestros arroyos, lo que hace que se acumulen basuras y sustancias en el agua, amenazando los límites naturales de este ambiente.
P6	Sí ya que hay malos olores y estancamiento de materia orgánica debido al desarrollo urbano sin control y porque si no se controlan pueden disminuir las condiciones óptimas para que los seres vivos y plantas puedan vivir ahí.
P7	Es evidente la contaminación porque hay malos olores y desbordamiento, lo que provoca afectaciones porque el agua no puede manejar una concentración tan elevada de carga contaminante, en cuanto a los factores, la política influye en las decisiones y manejo que se les da a los recursos naturales como el agua, a su cuidado y mantenimiento, aunque no se observa intervención sobre esto.

Respuestas de los estudiantes actividad #3

Resultados respuestas Actividad #3 Estudiantes de grado once Institución

Educativa San Nicolas de Tolentino: Laboratorio parámetros fisicoquímicos

Grupo	Pregunta 1: ¿Consideras que se presenta una contaminación en el agua de Arroyo Grande? ¿Por qué?	Pregunta 2: ¿Qué aspectos influyen en el aumento o disminución de la concentración de los parámetros fisicoquímicos determinados?	Pregunta 3: ¿Consideras que el resultado de los parámetros fisicoquímicos obtenido es perjudicial para el ambiente? ¿Por qué?
Conclusión			
G1	Sí creemos que hay contaminación porque el agua es oscura y tiene un olor desagradable, esto se debe a que las personas desechen sus residuos y basuras en el arroyo, lo cual es perjudicial para el ambiente ya que puede aumentar la concentración de los parámetros y si están por encima del valor límite entonces no está bien el agua.		
G2	Sí se presenta una contaminación porque cuando comparamos el resultado que nos dio de nitratos con el que está en la infografía que tiene un valor mucho más alto por eso el agua estaba oscura y tenía mal olor porque está contaminada con una concentración alta de nitratos y otros químicos, por ejemplo, pensamos que la concentración está relacionada con las acciones que tienen las personas que viven cerca o pasan por ahí, ya que si no tienen conciencia del cuidado del agua pueden influir al empeoramiento de la calidad el esta debido a que afecta de manera negativa a los peces y otros seres vivos que están en el agua.		
G3	Sí hay contaminación porque el agua del arroyo se veía oscura, además el resultado del parámetro fue por encima de valor del límite, esto podría ser los desechos de las casas porque como mencionaron las profesoras en la explicación, esto aumenta la concentración de químicos y sustancias.		

G4	Sí existe una contaminación en el agua de este arroyo porque cuando hicimos la prueba el resultado nos dio un azul muy oscuro lo que nos decía que había una concentración elevada del parámetro de fosfato y cuando esa concentración es alta afecta de manera negativa a los organismos que necesitan el agua ya que esta está contaminada por un exceso de fosfato. Creemos que algunos que la disminuyen son actividades de limpieza y conciencia sobre el cuidado del agua, pero hay otros factores que aumentan la concentración son las aguas residuales, basura y pesticidas, lo cual es muy perjudicial ya que una concentración mayor de este parámetro disminuye la cantidad de oxígeno que hay en el agua y que es necesario para el medio ambiente y los seres vivos que están allí.
G5	Creemos que sí está contaminada porque tiene mal olor y su color es oscuro debido a los desechos de las viviendas y la falta de educación ante el manejo del agua, además su contaminación se ve reflejada en la elevada concentración de los parámetros que vimos en la clase.
G6	Sí porque presenta mal olor y los parámetros están sobre el límite, esta contaminación se da porque algunas personas no tienen conciencia sobre nuestro medio ambiente. Sí es perjudicial porque afecta a todos los seres vivos y al entorno del arroyo.
G7	Sí hay contaminación en el arroyo porque nuestro parámetro de oxígeno dio casi en el límite y su valor debería ser mayor, por otra parte, algo que ayudaría a disminuir la contaminación serian campañas que formen a la comunidad, por ejemplo, limpiezas y actividades sobre el cuidado del agua.

Anexo 10.Tabla 17. Matriz de vaciado de los estudiantes actividad 3. Parámetros fisicoquímicos que determinan la calidad del agua.

Objetivo	Determinar los principales parámetros fisicoquímicos que caracterizan la calidad del agua de Arroyo Grande.				
Preguntas	P1. ¿Consideras que se presenta una contaminación en el agua de Arroyo Grande? ¿Por qué?				
	P2. ¿Qué aspectos influyen en el aumento o disminución de la concentración de los parámetros fisicoquímicos determinados?				
	P3. ¿Consideras que el resultado de los parámetros fisicoquímicos obtenido es perjudicial para el ambiente? ¿Por qué?				
Criterio de evaluación	Sobresaliente	Satisfactorio	Básico	Necesita mejorar	No responde
Descripción	Analiza los principales parámetros fisicoquímicos que caracterizan la calidad del agua de Arroyo Grande y analiza los resultados obtenidos con los valores de los límites de control establecidos.	Determina los principales parámetros fisicoquímicos que caracterizan la calidad del agua de Arroyo Grande y compara los resultados obtenidos con los límites de control establecidos.	Determina los principales parámetros fisicoquímicos que caracterizan la calidad del agua de Arroyo Grande.	Reconoce algunos parámetros fisicoquímicos que determinan la calidad del agua de Arroyo Grande.	
No de estudiantes que responden al criterio	7	12	4	3	
Ejemplo de respuestas	G2. "Sí se presenta una contaminación porque cuando comparamos el resultado que nos dio de nitratos con el que está en la infografía que tiene un valor mucho más alto por eso el agua estaba oscura y tenía mal olor porque está contaminada con una concentración alta de nitratos y otros químicos, por ejemplo, pensamos que la concentración está relacionada con las acciones que tienen las personas que viven cerca o pasan por ahí, ya que si no tienen conciencia del cuidado del agua."	G4. "Sí existe una contaminación en el agua de este arroyo porque cuando hicimos la prueba el resultado nos dio un azul muy oscuro lo que nos decía que había una concentración elevada del parámetro de fosfato y cuando esa concentración es alta afecta de manera negativa a los organismos que necesitan el agua ya que esta está contaminada por un exceso de fosfato. Creemos que algunos que la disminuyen son actividades de limpieza y conciencia sobre el cuidado del agua, pero hay otros factores que aumentan la concentración son las aguas residuales, basura y pesticidas."	G7 "Sí hay contaminación en el arroyo porque nuestro parámetro de oxígeno dio casi en el límite y su valor debería ser mayor, por otra parte, algo que ayudaría a disminuir la contaminación serían campañas que formen a la comunidad, por ejemplo, limpiezas y actividades sobre el cuidado del agua.	G6. "Sí porque presenta mal olor y los parámetros están sobre el límite, esta contaminación se da porque algunas personas no tienen conciencia sobre nuestro medio ambiente. Sí es perjudicial porque afecta a todos los seres vivos y al entorno del arroyo."	N.A
Total, de participantes	26				

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18. Matriz de vaciado de la comunidad actividad 3. Parámetros fisicoquímicos que determinan la calidad del agua.

Objetivo	Determinar los principales parámetros fisicoquímicos que caracterizan la calidad del agua de Arroyo Grande.				
Preguntas	P1. ¿Consideras que se presenta una contaminación en el agua de Arroyo Grande? ¿Por qué?				
	P2. ¿Qué aspectos influyen en el aumento o disminución de la concentración de los parámetros fisicoquímicos determinados?				
	P3. ¿Consideras que el resultado de los parámetros fisicoquímicos obtenido es perjudicial para el ambiente? ¿Por qué?				
Criterio de evaluación	Sobresaliente	Satisfactorio	Básico	Necesita mejorar	No responde
Descripción	Analiza los principales parámetros fisicoquímicos que caracterizan la calidad del agua de Arroyo Grande y analiza los resultados obtenidos con los valores de los límites de control establecidos.	Determina los principales parámetros fisicoquímicos que caracterizan la calidad del agua de Arroyo Grande y compara los resultados obtenidos con los límites de control establecidos.	Determina los principales parámetros fisicoquímicos que caracterizan la calidad del agua de Arroyo Grande.	Reconoce algunos parámetros fisicoquímicos que determinan la calidad del agua de Arroyo Grande.	
No de participantes de la comunidad que responden al criterio	2	3	1	1	
Ejemplo de respuestas	P2. "Sí se presenta contaminación de Arroyo Grande porque como nos dimos cuenta en los resultados de los laboratorios están bastante elevados y en caso del oxígeno que es el único que debería ser mayor tiene un valor casi en el límite por lo que se ve afectada el agua para mantener el ecosistema, como se explicó, el oxígeno es importante para tener la diversidad de organismos y así un entorno sano y estable, también estos parámetros se ven afectados porque se da un mal manejo de aguas residuales y residuos sólidos, los controles que deberían dar algunas entidades gubernamentales y el compromiso de la comunidad en el cuidado del agua"	P3. "Sí se presenta contaminación porque siempre he mirado que sus aguas son oscuras, tiene residuos sólidos y un olor desagradable, a parte con la experiencia de hoy pudimos afirmar esta contaminación desde el estudio de algunos parámetros fisicoquímicos que nos indicaron que la calidad del agua no es buena ya que se mostró que la mayoría de los parámetros tienen una concentración mayor, esto debido a que no hay influencia desde lo administrativo porque en realidad no hacen un manejo adecuado sobre los desechos que van a parar al arroyo, no hay campañas por parte de las entidades para el mejoramiento de la calidad del agua y aunque la misma comunidad realice actividades para la limpieza de los arroyos"	P4. "Podemos observar que el color es muy oscuro, hay basura por sus orillas y mal olor por las aguas residuales, y los parámetros fisicoquímicos están por encima del nivel de control siendo perjudicial porque expone al agua a excesos de químicos"	P6. "Sí ya que hay malos olores y estancamiento de materia orgánica debido al desarrollo urbano sin control y porque si no se controlan pueden disminuir las condiciones óptimas para que los seres vivos y plantas puedan vivir ahí."	N.A
Total, de participantes	7				

Fuente: Elaboración propia

Anexo 11. Respuestas de la comunidad actividad #5

Resultados respuestas Actividad #5 con la comunidad: Siembra de mangles

Participante	Conclusión
P1	<p>Los mangles nos ayudan a disminuir esa contaminación hídrica del arroyo, porque dentro de sus funciones como ecosistema esta proporcionar oxígeno, por tanto, se convierten en el hogar de aves en migración, cuna de peces que se reproducen EN sus raíces. Los manglares protegen la vida de los habitantes del pueblo, por ejemplo, del impacto de las olas que producen lo huracanes y las mareas altas.</p> <p>Debido al sedimento que llega del río Magdalena a la costa sirven para procesar gran parte de este. En conclusión, los manglares reducen el calentamiento, captan cantidades de dióxido de carbono, en cambio mejoran la calidad de agua y muchas otras cosas que no te imaginas, pero aun así se encuentran amenazados y en riesgo por diferentes acciones del hombre, que los talan, queman, y taponan el flujo hídrico y las aguas dulces que deberían llegar de los arroyos y las que llegan están contaminadas.</p>
P2	<p>Los mangles cumplen una función importantísima para los ecosistemas del arroyo debido a que es un hogar para las especies que habitan alrededor de este , por tanto desde los procesos ambientalistas hemos estado defendiendo este territorio pero para la administración esto no es una prioridad (!), en cambio se hacen proyectos de expansión urbanística sin tener en cuenta el gran daño que se hace ya que sin darse cuenta han sido los manglares los que de cierta forma han mitigado una parte de la mancha contaminante que causamos los habitantes debido a que las raíces y las propiedades del manglar funcionan como filtros, que de una manera única recogen la contaminación que cae al arroyo por ejemplo agentes químicos, detergentes, aceites, etc ... En conclusión, la conciencia que no tenemos muchos de los habitantes yace en las raíces de los manglares nuestros protectores y de nuestra madre tierra</p>
P3	<p>A través de los estudios que hemos venido realizando hemos podido determinar la importancia del ecosistema de los mangles para la disminución de contaminación en el arroyo porque estos estudios y experiencias nos han permitido observar los manglares con otra perspectiva y entender sus funciones de forma más pedagógica. Hemos aprendido que los mangles tienen unas raíces primero que todo pueden nutrirse con el agua salada lo que los hace bien especiales, también sus raíces tienen la capacidad de formar un manto en el suelo con las hojas y los sedimentos en el ecosistema que funcionan como un filtro en los cuerpos de agua que se rodean del manglar por lo tanto la deforestación de este ecosistema tiene un impacto negativo que los habitantes percibimos pero no entendemos, por ejemplo, los habitantes creemos por lo general que la única razón de que el arroyo tenga malos olores es debido a la contaminación de las aguas por las basuras en cambio al estudiar más a fondo nos damos cuenta que además de eso también la deforestación del manglar es una razón muy importante del aumento de malos olores y de la contaminación del arroyo. En conclusión, la tarea de cuidar el arroyo no es tan simple como no lo quieren hacer ver con el tema de las basuras, por ahí se empieza, pero la protección de nuestros manglares es vital y debemos darle esa importancia porque una vez el daño hecho podría ser irreparable</p>

P4	<p>Los mangles han cuidado y cuidan más el territorio que los mismos porteños... Si no fuera por los mangles el daño que hemos hecho por décadas ya hubiera acabado con la vida del arroyo, por ejemplo, las iguanas no tendrían sombra para habitar alrededor del arroyo así mismo muchos animales, pero no es solo la vida animal, sin los mangles el suelo se erosiona, por lo tanto, sin ellos de poco a poco el arroyo se iría secando. Así mismo la vida en el arroyo, las babillas, los peces y de más. En general sin el mangle la vida en el arroyo y sus alrededores no es vida, solo tierra y agua contaminada, en conclusión, si no hacemos algo por un cambio de conciencia en la comunidad de Puerto Colombia nos llevamos por delante la vida de distintas especies de plantas y animales para quienes este es su hogar.</p>
P5	<p>A través de los suelos del ecosistema del manglar se forman filtros que contienen los contaminantes y permiten que la vida en el arroyo exista y emerja; las raíces del manglar y su particular forma de crecer en el arroyo crean unos espacios en los que la tierra y la materia orgánica crea un filtro biológico que recoge los metales pesados, aceites y de más contaminantes químicos. gracias a la falta de cultura los manglares se han ido descuidando y debido a esto el arroyo se ha convertido más en un pozo de agua contaminada estancada, nosotros como habitantes del pueblo deberíamos tener una responsabilidad de aprender de estas cosas en cambio la cultura de la gente no promueve que se conozca la importancia de los manglares para el arroyo y la vida en el</p>

Anexo 12.

Tabla No 21. Matriz de vaciado actividad No. 5. Acciones y posibles soluciones que disminuyen la problemática de contaminación hídrica de Arroyo Grande.

Objetivo	Justificar la importancia de generar una postura crítica, acciones y posibles soluciones que aborden la cuestión socio-científica, favoreciendo el nivel de argumentación.				
Enunciado	E1. Formular una conclusión escrita (mínimo cinco renglones) de la importancia y contribución de los manglares al cuerpo hídrico de Arroyo Grande.				
Criterio de evaluación	Sobresaliente	Satisfactorio	Básico	Necesita mejorar	No responde
Descripción	Argumenta sobre la importancia de la toma de decisiones, acciones y posibles soluciones que aborden la problemática de contaminación hídrica de Arroyo Grande.	Justifica la importancia de la toma de decisiones, acciones y posibles soluciones que aborden la problemática de contaminación hídrica de Arroyo Grande.	Identifica la importancia de la toma de decisiones, acciones y posibles soluciones que aborden la problemática de contaminación hídrica de Arroyo Grande.	Reconoce acciones y posibles soluciones que aborden la problemática de contaminación hídrica de Arroyo Grande.	
No de estudiantes que responden al criterio	3	2			3
Ejemplo de respuestas	<p>P3. "A través de los estudios que hemos venido realizando hemos podido determinar la importancia del ecosistema de los manglares para la disminución de contaminación en el arroyo porque estos estudios y experiencias nos han permitido observar los manglares con otra perspectiva y entender sus funciones de forma más pedagógica. Hemos aprendido que los manglares tienen unas raíces primero que todo pueden nutrirse con el agua salada lo que los hace bien especiales, también sus raíces tienen la capacidad de formar un manto en el suelo con las hojas y los sedimentos en el ecosistema que funcionan como un filtro en los cuerpos de agua que se rodean del manglar por lo tanto la deforestación de este ecosistema tiene un impacto negativo que los habitantes percibimos pero no entendemos, por ejemplo, los habitantes creemos por lo general que la única razón de que el arroyo tenga malos olores es debido a la contaminación de las aguas por las basuras en cambio al estudiar más a fondo nos damos cuenta que además de eso también la deforestación del manglar es una razón muy importante del aumento de malos olores y de la contaminación del arroyo. En conclusión, la tarea de cuidar el arroyo no es tan simple como no lo quieren hacer ver con el tema de las basuras, por ahí se empieza, pero la protección de nuestros manglares es vital y debemos darle esa importancia porque una vez el daño hecho podría ser irreparable".</p>	<p>P5. "Los manglares han cuidado y cuidan más el territorio que los mismos porteños... Si no fuera por los manglares el daño que hemos hecho por décadas ya hubiera acabado con la vida del arroyo, por ejemplo, las iguanas no tendrían sombra para habitar alrededor del arroyo así mismo muchos animales, pero no es solo la vida animal, sin los manglares el suelo se erosiona, por lo tanto, sin ellos de poco a poco el arroyo se iría secando. Así mismo la vida en el arroyo, las babillas, los peces y de más. En general sin el mangle la vida en el arroyo y sus alrededores no es vida, solo tierra y agua contaminada, en conclusión, si no hacemos algo por un cambio de conciencia en la comunidad de Puerto Colombia nos llevamos por delante la vida de distintas especies de plantas y animales para quienes este es su hogar".</p>			N.A
Total, de participantes	8				

Fuente: Elaboración propia

Anexo 13. Formato de consentimiento informado estudiantes para el trabajo de grado.



FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
TRABAJO DE GRADO
CONSENTIMIENTO INFORMADO DE PARTICIPACIÓN

Manifestación explícita de participación

Apreciados estudiantes de grado 1102 de la Institución Educativa San Nicolas Tolentino, con toda atención nos permitimos invitarlos a participar en la investigación que se adelanta en el trabajo de grado titulado “CARACTERIZACIÓN DEL PENSAMIENTO CRÍTICO DE UN GRUPO DE ESTUDIANTES DE GRADO ONCE DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA SAN NICOLÁS TOLENTINO Y DE LA COMUNIDAD DE PUERTO COLOMBIA: MEDIACIÓN DESDE UNA CUESTIÓN SOCIOCIENTÍFICA SOBRE CONTAMINACIÓN HÍDRICA DE ARROYO GRANDE” realizado por Nidian Julieth America Sonza y Laura Camila Parrado Jiménez, bajo la dirección del profesor Diego Alexander Blanco Martínez.

ACLARACIONES

- Su decisión de participar en el desarrollo de esta Intervención Educativa es completamente voluntaria.
 - No habrá ninguna consecuencia desfavorable para usted, en caso de no aceptar la invitación.
 - Si decide participar en el desarrollo de este Intervención Educativa puede retirarse en el momento que lo desee, aun cuando los responsables de la intervención educativa no se lo soliciten, informando las razones de su decisión, las cuales serán respetadas en su integridad.
-
- No tendrá que hacer gasto alguno durante el trabajo a desarrollar.
 - No recibirá pago por su participación.
 - En el transcurso del desarrollo de la Intervención Educativa usted podrá solicitar información actualizada sobre el mismo a los responsables de la investigación.
 - Los datos personales del participante y la institución serán manejados con absoluta confidencialidad.

En el contexto anterior, indique si desea o no participar en esta investigación. SI ____, NO ____.

Si su respuesta es afirmativa, le solicitamos diligenciar el siguiente instrumento. Es pertinente recordar que, la información recolectada en este instrumento será utilizada única y exclusivamente para fines investigativos.

En caso de ser menor de edad, favor notificar a sus padres o acudientes de la participación en esta investigación.

Yo, _____, código: _____, he leído y comprendido la información anterior y mis preguntas han sido respondidas de manera satisfactoria. He sido informado y entiendo que los datos obtenidos en el desarrollo de la Intervención Educativa pueden ser publicados o difundidos con fines académicos una vez que sea finalizada la Propuesta, de Intervención Educativa. Firma del padre o acudiente en caso de ser menor de edad:

Anexo 14. Formato de consentimiento informado comunidad para el trabajo de grado.



FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
TRABAJO DE GRADO
CONSENTIMIENTO INFORMADO DE PARTICIPACIÓN

Manifestación explícita de participación

Apreciados participantes de la comunidad de Puerto Colombia Atlántico, con toda atención nos permitimos invitarlos a participar en la investigación que se adelanta en el trabajo de grado titulado “CARACTERIZACIÓN DEL PENSAMIENTO CRÍTICO DE UN GRUPO DE ESTUDIANTES DE GRADO ONCE DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA SAN NICOLÁS TOLENTINO Y DE LA COMUNIDAD DE PUERTO COLOMBIA: MEDIACIÓN DESDE UNA CUESTIÓN SOCIOCIENTÍFICA SOBRE CONTAMINACIÓN HÍDRICA DE ARROYO GRANDE” realizado por Nidian Julieth America Sonza y Laura Camila Parrado Jiménez, bajo la dirección del profesor Diego Alexander Blanco Martínez.

ACLARACIONES

- Su decisión de participar en el desarrollo de esta Intervención Educativa es completamente voluntaria.
- No habrá ninguna consecuencia desfavorable para usted, en caso de no aceptar la invitación.
- Si decide participar en el desarrollo de este Intervención Educativa puede retirarse en el momento que lo desee, aun cuando los responsables de la intervención educativa no se lo soliciten, informando las razones de su decisión, las cuales serán respetadas en su integridad.
- No tendrá que hacer gasto alguno durante el trabajo a desarrollar.
- No recibirá pago por su participación.
- En el transcurso del desarrollo de la Intervención Educativa usted podrá solicitar información actualizada sobre el mismo a los responsables de la investigación.
- Los datos personales del participante y la institución serán manejados con absoluta confidencialidad.

En el contexto anterior, indique si desea o no participar en esta investigación. SI _____, NO _____.

Si su respuesta es afirmativa, le solicitamos diligenciar el siguiente instrumento. Es pertinente recordar que, la información recolectada en este instrumento será utilizada única y exclusivamente para fines investigativos.

Yo, _____, cédula: _____, he leído y comprendido la información anterior y mis preguntas han sido respondidas de manera satisfactoria. He sido informado y entiendo que los datos obtenidos en el desarrollo de la Intervención Educativa pueden ser publicados o difundidos con fines académicos una vez que sea finalizada la Propuesta, de Intervención Educativa.

APÉNDICE A. ENLACE VIDEO DE CANTO AL AGUA

<https://www.youtube.com/watch?v=s8FthnrK1vk>

APÉNDICE B ENLACE VIDEO DE CHARLA CON EXPERTOS SOBRE MANGLARES.

<https://youtu.be/7Argln5FPZs>

APÉNDICE C ENLACE VIDEO DEL RECORRIDO DEL ARROYO GRANDE

<https://youtu.be/7Argln5FPZs>

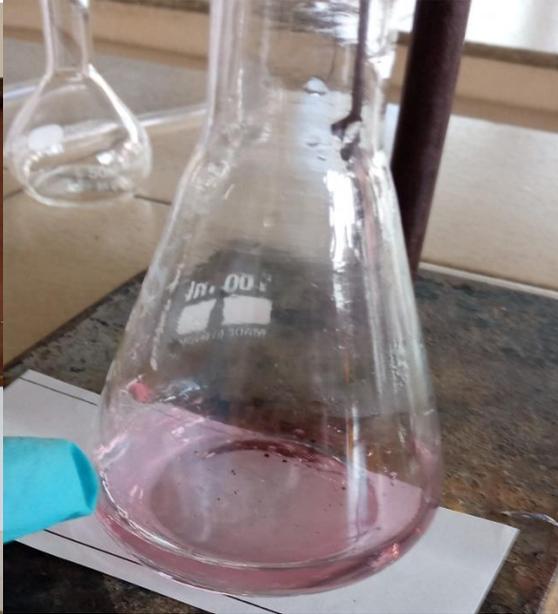
APÉNDICE D ENLACE VIDEO DE LA IMPORTANCIA DE LOS MANGLARES

<https://www.youtube.com/watch?v=s8FthnrK1vk>

APÉNDICE E. FOTOGRAFÍAS DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO DE LA UNIVERSIDAD E IN SITU

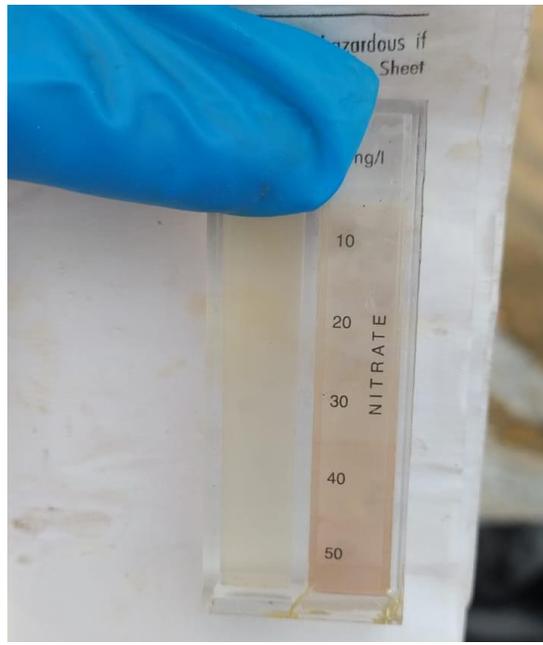
Laboratorio UPN (Universidad Pedagógica Nacional)





In situ





APÉNDICE C. EVIDENCIA FOTOGRÁFICA DEL PILOTAJE DE LAS ACTIVIDADES UD.

Actividad #1



Actividad #3



Actividad #5



