



**LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS DESDE UN ENFOQUE DE LAS
CUESTIONES SOCIOCIENTICAS COMO UNA ESTRATEGIA PARA EL
APRENDIZAJE DE LA CONTAMINACIÓN HÍDRICA**

LUZ ÁNGELA ZAMORA CASTRO

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MANIZALES
FACULTAD DE ESTUDIOS SOCIALES Y EMPRESARIALES
MAESTRÍA EN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS
MANIZALES
2023**

**LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS DESDE UN ENFOQUE DE LAS
CUESTIONES SOCIOCIENTICAS COMO UNA ESTRATEGIA PARA EL
APRENDIZAJE DE LA CONTAMINACIÓN HÍDRICA**

Autor

Luz Ángela Zamora Castro

Proyecto de grado para optar al título de Magister en Enseñanza de las Ciencias

Director de tesis

Mg. Valentina Cadavid Álzate

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MANIZALES
FACULTAD DE ESTUDIOS SOCIALES Y EMPRESARIALES
MAESTRÍA EN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS
MANIZALES
2023**

RESUMEN

El presente trabajo busca determinar el aporte de la resolución de problemas como estrategia para el aprendizaje de la contaminación hídrica en estudiantes de básica secundaria, esto se hace entendiendo la necesidad de diseñar estrategias de enseñanza-aprendizaje que promuevan la resolución de problemas sociocientíficos cercanos al entorno ambiental donde se desenvuelve el estudiante para que tenga un mayor contacto con su realidad.

Esta investigación se desarrolló con base en una metodología cualitativo-descriptiva que permite realizar una intervención didáctica basada en la resolución de problemas, la cual busca que el estudiante aprenda acerca de la contaminación hídrica asociada al contexto donde este vive. Ante esto, no sólo corresponde contextualizar los saberes sino vincularlo a las cuestiones sociocientíficas como una alternativa para generar en los estudiantes el interés de aprender y que ellos tengan las herramientas necesarias para tomar decisiones apropiadas, tener así una postura frente a las necesidades y problemáticas que enfrentan en su región. Para ello, se hizo una caracterización de las ideas iniciales de los estudiantes y su nivel de resolución de problemas basado en Tamayo (2014) asociado a las cuestiones sociocientíficas. Es por esto, que el análisis de contenido se trabajó bajo el marco de dos grandes categorías resolución de problemas y aprendizaje, cuyos resultados permiten al finalizar este trabajo investigativo sacar conclusiones que ayudan a mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje dentro de aula.

Palabras claves: Resolución de problemas, problemas sociocientíficos, nivel de resolución, aprendizaje, contaminación hídrica.

ABSTRACT

The present work seeks to determine the contribution of problem solving as a strategy for learning about water pollution in high school students, this is done understanding the need to design teaching-learning strategies that promote the resolution of socio-scientific problems close to the environmental surroundings where the student develops in order to have a greater contact with their reality.

This research was developed based on a qualitative-descriptive methodology that allows a didactic intervention based on problem solving which seeks that the student learns about water pollution associated with the context where he/she lives. In view of this, it is not only necessary to contextualize knowledge but also to link it to socio-scientific issues as an alternative to generate in students the interest to learn and that they have the necessary tools to make appropriate decisions, thus having a position in front of the needs and problems they face in their region. For this, a characterization of the initial ideas of students and their level of problem solving based on Tamayo (2014) associated with sociocientific issues was made. This is why, the content analysis was worked under the framework of two major categories problem solving and learning, whose results allow at the end of this research work to draw conclusions that help to improve the teaching-learning process within the classroom.

Key words: Problem solving, socio-scientific problems, level of resolution, learning, water pollution.

TABLA DE CONTENIDO

1	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	9
1.1	DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	9
2	JUSTIFICACIÓN.....	19
3	OBJETIVOS	22
3.1	OBJETIVO GENERAL.....	22
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	22
4	MARCO CONCEPTUAL.....	23
5	RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS	24
5.1	NIVELES O PASOS DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS	28
5.2	LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS EN LOS PROCESOS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE	31
5.3	LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS DE CARÁCTER AMBIENTAL	34
5.4	LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS DESDE UNA PERSPECTIVA SOCIOCIENTÍFICA	37
5.5	APRENDIZAJE DE LOS ECOSISTEMAS HÍDRICOS.....	40
5.6	APRENDIZAJE DE LA CONTAMINACIÓN HÍDRICA.....	41
6	METODOLOGÍA.....	43
6.1	ENFOQUE O PARADIGMA DE INVESTIGACIÓN	43
6.2	POBLACIÓN Y CONTEXTO	44
6.3	UNIDAD DE TRABAJO	45
6.4	CONSIDERACIONES ÉTICAS.....	45
6.5	UNIDAD DE ANÁLISIS.....	46
6.5.1	Categorías Y Subcategorías De Investigación.....	46

6.6	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS .	49
	
6.7	UNIDAD DIDÁCTICA	49
6.8	DISEÑO METODOLÓGICO	52
6.9	PLAN DE ANÁLISIS.....	53
7	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	54
7.1	DISCUSIONES FINALES DEL INSTRUMENTO PRETEST SITUACIÓN PROBLEMA 1	62
7.1.1	Análisis De Las Respuestas De Los Estudiantes En La Pregunta 2.....	63
7.1.2	Análisis De Las Respuestas De Los Estudiantes En La Pregunta 3.....	65
7.1.3	Análisis De Las Respuestas De Los Estudiantes En La Pregunta 4.....	65
7.1.4	Análisis de las respuestas de los estudiantes en la pregunta 5.....	66
7.1.5	Conclusiones Sobre Niveles De Resolución De Problemas Y Niveles De Aprendizaje Del Análisis Del Pretest De La Situación Problema 1.....	67
7.2	DISCUSIONES FINALES DEL ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN PROBLEMA 2	74
7.2.1	Situación Problema 2: Análisis De Las Respuestas De Los Estudiantes De La Pregunta 2.....	76
7.2.2	Situación Problema 2: Análisis De Las Respuestas De Los Estudiantes En La Pregunta 3.....	77
7.2.3	Situación Problema 2: Análisis De Las Respuestas De Los Estudiantes En La Pregunta 4.....	78
7.2.4	Situación Problema 2: Análisis De Las Respuestas De Los Estudiantes En La Pregunta 5.....	79

7.2.5	Conclusiones Sobre Niveles De Resolución De Problemas Y Niveles De Aprendizaje Del Análisis Del Pretest De La Situación Problema 2.....	81
8	CONCLUSIONES	84
9	RECOMENDACIONES	85
10	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	86
11	ANEXOS	90

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Niveles de Resolución de Problemas	31
Tabla 2 Categorías y subcategorías de análisis. Adaptación de los niveles de resolución de problemas de Tamayo (2014) para un problema que involucra un contexto social o que involucran problemas socio-científicos	47
Tabla 3 Categoría de aprendizaje y su subcategorías	48
Tabla 4 Unidad didáctica.....	51
Tabla 5 Análisis del Pretest Situación Problema 1	55
Tabla 6 Análisis del Pretest Situación Problema 2.....	70

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Diseño metodológico	52
Figura 2 Ilustración del estudiante E1, E2 y E3	63
Figura 3 Niveles de resolución de los estudiantes por pregunta de la situación problema 1	67
Figura 4 Niveles de aprendizaje de la situación problema 1 del análisis del pretest.....	69
Figura 5 Niveles de resolución de los estudiantes por pregunta de la situación problema 281	
Figura 6 Niveles de aprendizaje de la situación problema 1 del análisis del pretest.....	83

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1	90
Anexo 2	91
Anexo 3	92
Anexo 4	113

1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En los últimos años se han venido realizando investigaciones acerca de la resolución de problemas como una estrategia en la enseñanza y el aprendizaje para potencializar la capacidad de los estudiantes al resolver problemas asociados con su entorno. Estudios como los de García (2000); Tamayo, (2014); Zona & Giraldo (2017), explican las razones por las cuales los estudiantes a través de la resolución de problemas mejoran sus habilidades para identificar el problema, su capacidad de análisis y su creatividad para plantear soluciones coherentes y pertinentes, que evidencian la importancia de que ésta sea una base para el aprendizaje de los estudiantes.

En consideración a lo anteriormente expuesto, esta investigación surge del interés en mejorar los procesos de aprendizaje de los estudiantes, ya que, se ha evidenciado en las prácticas de aula las falencias que estos tienen para resolver problemas sobre contaminación hídrica, es por esto, que cuando los estudiantes enfrentan un problema les resulta complejo reconocer la naturaleza del problema haciendo que reiteradas ocasiones la interpretación sea equívoca y en el peor de los casos no se atreven a proponer soluciones desistiendo así en el intento por resolverlo.

Para resolver problemas de su entorno a los estudiantes les resulta complejo analizar el problema ya que lo hacen de manera superficial y a su vez se les dificulta relacionar los conceptos científicos asociados con el problema, por tanto les es difícil establecer pasos claros o estrategias apropiadas para llevar a cabo planes de acción pertinentes en las que evidencien que solucionaron de forma apropiada el problema en cuestión, esta situación hace que los estudiantes se sientan desmotivados, estresados y frustrados porque no han alcanzado el objetivo propuesto, por tal razón desde la enseñanza se necesita fortalecer los procesos de aprendizaje con el uso regular de problemáticas contextualizadas de carácter ambiental para que así el estudiante adquiera habilidades resolutivas en las que ofrezca soluciones a problemas relacionados con el medioambiente. Actualmente, los escenarios en el aula demuestran lo contrario ya que evidencian la prevalencia de la enseñanza tradicional

en la que el estudiante se limita a escuchar, repetir y hacer lo que dice el docente sin dar lugar a pensar por sí mismo.

A continuación, se presentan algunos antecedentes de investigación que dan cuenta de la importancia y la necesidad de trabajar la resolución de problemas en el aula de ciencias. Kempa (1986), estudió la resolución de problemas de química y su estructura cognitiva la cual aborda las causas de las limitantes que tienen los estudiantes para dar solución a preguntas de química, él utiliza mapas cognitivos con el fin de identificar las falencias de los estudiantes, sin embargo, aclara que esto no será suficiente porque siempre hay características particulares que son pasadas por alto; en los resultados de la investigación se evidencia que la mayoría de los estudiantes tienen problemas para solucionar las preguntas porque no recuerdan la información faltando a la memoria, otros tienen dificultad para procesar la información. Kempa (2006) afirma:

El convencimiento de que es educacionalmente importante y deseable explorar las causas de los bajos rendimientos del estudiante, puesto que probablemente nos conducirán hacia acciones e intervenciones con las que podremos reducir o eliminar estos los rendimientos de baja calidad. (p.100)

Teniendo en cuenta lo expresado anteriormente por Kempa, se hace necesario que el docente desde el proceso de enseñanza-aprendizaje reconozca la importancia de evaluar los rendimientos de los estudiantes durante el proceso de dar solución a los problemas, en especial focalizarse en aquellos estudiantes que presentan dificultades para plantear soluciones ante problemas ambientales de contaminación hídrica, esto permitirá hacer intervenciones a tiempo en las cuales se fortalezcan los procesos de enseñanza y a su vez se establezcan estrategias de aprendizaje basadas en la resolución de problemas que ayuden a los estudiantes a fortalecer su capacidad de resolver problemas del medioambiente evidenciando así un aprendizaje permanente.

Consecuentemente, existen otros factores que inciden para que los maestros no lleven a cabo el aprendizaje basado en la resolución de problemas durante los procesos de enseñanza tales como: desconocimiento, permanencia de modelos tradicionales, seguir en la “zona de confort” es decir el docente reconoce la necesidad de involucrarlo pero no lo

hace porque entiende que se requiere mucho tiempo en la planeación, monitoreo o no tiene la certeza que lo planea está acorde con el propósito de enseñanza, entonces prefiere persistir en el modelo tradicional, lo anterior, trae como consecuencia que el estudiante sólo se atreva a resolver problemas reemplazando fórmulas sin propuestas innovadoras que den cuenta de la generación de soluciones creativas. Esto conlleva a reflexionar sobre los cambios que deben surgir desde la enseñanza en lo que respecta a la manera como se plantean o formulan los problemas de carácter sociocientífico, ya que es necesario que estos provoquen conflictos cognitivos en el estudiante para desarrollar habilidades que le permitan desde el análisis, la reflexión, innovación y con una postura crítica demostrar que se comprende los fenómenos que se están estudiando con relación al conocimiento científico a través de la solución del problema.

Por otra parte, García (2000) en su trabajo de investigación, establece un modelo de enseñanza problémica con la que busca despertar la creatividad de los estudiantes basándose en la resolución de problemas del comportamiento de los gases. A través de este trabajo demostró el progreso continuo en el desempeño de los estudiantes en la parte cognitiva referente a los fenómenos estudiados, además estos mostraron mayor capacidad argumentativa y autonomía en la toma de decisiones. En consecuencia, García (2000) afirma: “La enseñanza problémica concibe el conocimiento como un proceso en el cual se desarrollan formas de pensamiento, es decir, formas de realidad, y en el que interviene y se desarrolla la creatividad” (p.114).

Considerando lo expresado anteriormente por García (2000), es necesario que el docente en su planeación curricular considere el uso de la enseñanza problémica para que le permita al estudiante activar un pensamiento más profundo acerca de lo que está aprendiendo y relacionarlo con su entorno. En contraste, el maestro dentro del aula en repetidas ocasiones busca enseñar basándose en la resolución de problemas, pero sin embargo pierde de vista la intencionalidad porque en el afán de dar cumplimiento a todo lo programado en la planeación curricular no utiliza el tiempo necesario para que el estudiante aprenda desarrollando la habilidad de resolver problemas sino que el conocimiento se convierte en una trasmisión de información limitándose a un “activismo “en el cuál las

actividades no dan lugar a que el estudiante interiorice y reflexione acerca del concepto científico trayendo como consecuencia un impacto negativo en el aprendizaje del estudiante porque no cuenta con recursos didácticos suficientes para que este explore, piense, analice planee, reflexione y ofrezca soluciones acordes a la problemática que se le plantea.

Cómo solución a las dificultades anteriormente planteadas, existen estudios como los de Rivasosa y Perales (2006), el cual ofrece una estrategia metodológica para la formación inicial de los maestros en la que se diseña un modelo didáctico basado en la resolución de problemas para estudiantes de tercer grado de primaria; una de sus temáticas fue consumo y medioambiente en el cual destaca problemas ambientales referentes al agua cuyos resultados muestran evolución en los estudiantes referente a sus propuestas en el manejo de los recursos y una profundización acerca de los conceptos aprendidos relacionados con la parte ambiental. Estos autores afirman que:

La resolución de problemas ambientales, como enfoque metodológico para la educación ambiental aparece como un sugerente modo de que los futuros maestros y maestras en ejercicio se aproximen de un modo sistemático al reconocimiento de los problemas, a su análisis global, a su vinculación con los agentes sociales, y a la posibilidad de actuar para su resolución. (Rivasosa y Perales ,2006 p.122)

En consideración a lo dicho por Rivasosa y Perales, en nuestras instituciones educativas se necesitan docentes capacitados en la enseñanza basada en la resolución de problemas, para que propongan problemas que faciliten la asimilación conceptual de las teorías científicas exigiendo la elaboración de modelaciones y explicaciones relacionados con las necesidades ambientales del entorno.

Es por esto, que se precisa que los docentes diseñen intervenciones didácticas basadas en la resolución de problemas, dando lugar a que el estudiante movilice sus niveles de pensamiento desde un nivel menor hasta uno mayor. Expertos como Tamayo (2014) desde su investigación a través de las prácticas educativas señalan como los estudiantes de básica primaria transforman la manera de resolver problemas a medida que realizan intervenciones didácticas fundamentadas en la resolución de problemas, comprobando que a medida que avanza la intervención se emplean niveles de mayor exigencia debido al trabajo intencionado de los docentes quienes a

través de diversas actividades logran en los estudiantes activar la habilidad de solucionar problemas, él categoriza a través de una tabla explicativa los distintos niveles de resolución en la cual se comprueba que la metodología implementada arrojó resultados positivos.

Zona y Giraldo (2017), quienes a través de una intervención didáctica basada en los niveles de resolución de Tamayo constatan que los estudiantes mejoran su capacidad de resolver los problemas. Es por esto, que los autores afirman:

Es necesario comprender que los aprendizajes de los estudiantes son lentos, pero con este tipo de intervenciones y actividades de aula sobre resolución de problemas se potencian y desarrollan todas las capacidades de los sujetos. Se recomienda hacer actividades de este tipo con mayor frecuencia por semana y, a la vez, comprender que los resultados se evidencian a mediano y largo plazo. (Zona & Giraldo, 2017, p.125, 145)

En consideración a lo planteado anteriormente por los autores, son evidentes las dificultades que existen en la enseñanza debido a que se le resta importancia al tiempo necesario que requieren los estudiantes para que desarrollen la capacidad de resolver problemas; de hecho cuando se hacen intervenciones en el aula en el proceso evaluativo se comete el error de focalizarse mayormente en los resultados más no en el proceso, trayendo consigo que el docente no intervenga de manera pertinente para que el estudiante pase de un nivel resolutivo a otro y se pierda el objetivo del aprendizaje basado en la resolución de problemas.

La resolución de problemas, se considera dentro de la didáctica de las ciencias como una estrategia potente, ya que el estudiante desarrolla habilidades para establecer distintas soluciones a un problema, además este pueda dar evidencia de criterios propios y soluciones innovadoras frente problemas del medioambiente, es por ello, que el docente debe centrar sus esfuerzos para generar espacios de aprendizajes basados en la resolución de problemas que propicien entre los estudiantes discusiones acerca de los problemas ambientales de su entorno, con el criterio suficiente para confiar que las soluciones que ofrecen son coherentes, pertinentes y acordes con el conocimiento científico escolar en estudio. Por su parte Ramos y Muñoz (2015), muestran a través del uso de unidades didácticas basadas en la resolución de problemas

y la controversia científica, el crecimiento de las propuestas de los estudiantes en lo que respecta a las posibles soluciones de problemas ambientales referente al agua, ellos afirman que:

Durante la investigación realizada, se sugieren situaciones problema contextualizadas en un ambiente conocido por los estudiantes, en el cual se abordó el tema de la importancia del agua mediante la elaboración de sus ideas para crear diferentes soluciones recurriendo a diversos aspectos que involucran explicaciones de tipo científico, social, cultural, etc. Las decisiones de los estudiantes, al elaborar las explicaciones, partieron de sus experiencias y conocimientos construidos sobre el tema. (Ramos y Muñoz, 2015, p.136)

Teniendo en cuenta los resultados que se obtuvieron a través del estudio realizado por Ramos y Muñoz (2015), se debe replantear la manera en que el docente actualmente aborda la enseñanza, en ocasiones éste centra sus esfuerzos en proponer problemas aislados del contexto social en el que se desenvuelve el estudiante, y a su vez estos problemas propuestos suelen ser repetitivos, haciendo que el estudiante sólo aprenda a reemplazar fórmulas de manera mecánica. Es por esto, que desde la enseñanza el docente debe buscar promover el reconocimiento de problemas ambientales tales como la contaminación de agua considerando el entorno del estudiante logrando que así se sienta retado a responder con soluciones pertinentes según las necesidades ambientales de su entorno. Por tal razón, el maestro a través de la enseñanza debe perseverar en la búsqueda de un ambiente de aprendizaje en el que el estudiante tenga la confianza y la libertad de exponer sus aciertos y desaciertos durante el proceso en que resuelve el problema mientras explora nuevas soluciones que impacten positivamente a su región.

Por su parte, Flórez, Loaiza y Velázquez (2019) mencionan que el estudiante es capaz de buscar solución ante una idea o problema nuevo a pesar de que en el instante sea percibido para él como algo fuera de su dominio; cuando el estudiante interactúa con el problema haciéndolo parte de su experiencia el resultado se vuelve parte de su conciencia; cabe destacar lo afirmado por los autores:

Problematizar la enseñanza de las Ciencias Naturales es entonces una alternativa necesaria para solucionar los problemas desde el contenido, la forma de compartirlo con los estudiantes y dar respuestas a indagaciones que desde la realidad de los educandos

tengan significado y les permitan intervenir de manera adecuada sus contextos. (Flórez et al., 2019, p.50)

En consideración a lo dicho anteriormente por Flórez et al. (2019) desde el aprendizaje de las ciencias ambientales es importante plantear situaciones problemáticas con alto grado de complejidad cuyo propósito es que los estudiantes puedan movilizar sus pensamientos a través de los conflictos cognitivos los cuales le ayuden a evidenciar el dominio científico, respondiendo con coherencia en su planteamiento de las nuevas soluciones, las cuales demuestran que el estudiante está mejorando sus procesos en la asimilación de la información la cual al ser usada con pertinencia, alcanza a superar los obstáculos que se han presentado en el desarrollo de esas nuevas soluciones por medio del problema planteado que da como certeza evidenciar la transferencia entre el conocimiento científico que se estudia en el aula y su relación con la realidad o con el entorno de los estudiantes.

Aportes como los de Rivarosa y Perales (2006) en su trabajo explican que se deben formular problemas, aunque en algunos casos no tengan solución esto con la finalidad de que el estudiante esté en la búsqueda incesante de encontrarlos, ellos expresan:

Utilizamos el planteamiento de situaciones locales como puente de articulación en “reconocer problemas de la realidad” y la diversidad de conocimientos disponibles. Enfrentarse a reconocer situaciones de conflicto socio natural en los espacios cotidianos promueve un compromiso de experimentación con el propio lugar, permite pensar de modo estratégico, y proyectar alternativas de resolución respecto de situaciones que hoy no tienen solución. (Rivarosa y Perales, 2006, p.118)

Considerando lo antes planteado y la importancia de la resolución de problemas dentro del proceso de enseñanza y aprendizaje, se concluye derivado de los antecedentes lo siguiente:

- 1) Se debe abordar en el aula la resolución de problemas como base del aprendizaje reconociendo su aporte en el desarrollo de las habilidades cognitivas, procedimentales y actitudinales de los estudiantes, además del acercamiento que tienen estos con los problemas ambientales de su entorno, esto es un valioso aporte ya que actualmente se desconocen estas problemáticas, por ende al enfrentar este tipo de problemas se les dificulta proponer soluciones para el cuidado y la preservación del medioambiente.

2) Tampoco el docente le da un manejo adecuado a la enseñanza a través del planteamiento de problemas ambientales que carezcan de soluciones para que los estudiantes despierten el interés continuo de encontrarlos. Es por esto importante y necesaria la vinculación de la resolución de problemas dentro del aula como una estrategia de aprendizaje porque es acorde en cualquier nivel de aprendizaje en que se encuentre el estudiante, desarrolla en el estudiante mayor eficiencia para resolver problemas, y propicia el trabajo colaborativo potencializando la capacidad de análisis, toma de decisiones y autonomía.

Ya empezando a ondear en el campo de la educación ambiental, Velázquez (2005) hace énfasis en la importancia de llevar al aula recursos que permitan formar integralmente a los estudiantes trabajando con el medio ambiente, él hace mención de los aportes conceptuales de algunos pensadores como Montessori, Rousseau, Pestalozzi guiada hacia los procesos de aprendizaje a partir de la interacción de la educación con el entorno, mencionando además que esta se debe aplicar a los diferentes niveles educativos. Teniendo en cuenta lo anterior, en el aula de clase no se adecuan ambientes de aprendizajes que hagan uso de la lúdica, simulaciones o experiencias en el laboratorio en el cual los estudiantes encuentren sentido de lo que aprenden y lo relacionen con su entorno, es por esto que los estudiantes presentan dificultades para resolver problemas de contaminación hídrica debido al desconocimiento de su mundo natural lo que hace que sean indiferentes a las problemáticas ambientales de su entorno y disminuya su interés por resolverlas.

De otra parte, Pérez (2011) en su trabajo investigativo pudo establecer la participación de los docentes y los estudiantes a través de la enseñanza de contaminación en fuentes hídricas quienes a partir de la exploración y conceptualización, los estudiantes mostraron una aproximación a la comprensión de la problemática ambiental en la cual se evidenció una integración del conocimiento relacionado con los problemas ambientales de la quebrada Suaitoque.

González y Pinzón (2020) realizaron una intervención de aula para estudiantes de noveno grado a quienes aplicaron una unidad didáctica cuyo propósito central era el análisis y la comprensión de la contaminación del agua por usos domésticos; la

característica principal de la unidad se basó en un estudio de caso que los estudiantes debían resolver mediante la lúdica; para comprobar la transferencia entre el conocimiento científico que se estudia en el aula y su relación con la realidad o con el entorno de los estudiantes. Los investigadores aplicaron dos instrumentos de análisis uno inicial y otro final cuyos resultados demostraron el cambio significativo en el aprendizaje de los estudiantes.

Los problemas ambientales son complejos y deben abordarse con enfoques no lineales que involucran un pensamiento holístico y sistémico, en el cual el desarrollo de actividades de simulación y las lúdicas pueden mejorar la aprehensión de estos fenómenos de manera científica. (González & Pinzón, 2020, p.77)

Algunos de los logros muestran una aproximación hacia la comprensión para fundamentar una enseñanza que alcance cuestionamientos, además que sustentan la importancia de este aspecto como estrategia de integración del conocimiento para manejar la información en estudiantes motivados desde la ética hacia la crítica

Considerando lo anterior se destaca que existen dificultades para que los estudiantes comprendan los fenómenos de la naturaleza debido a que este percibe lo que aprende de una forma abstracta que hace difícil la aprehensión del fenómeno en estudio, por tal razón, se necesita implementar un aprendizaje en el cual el estudiante pueda experimentar los conceptos que aprende para que el conocimiento científico pueda realmente involucrarlo en su vida cotidiana.

Los trabajos anteriormente descritos sirven como referente investigativo para hacer intervenciones en el aula basadas en la resolución de problemas de contaminación hídrica, estos concluyen que la resolución de problemas juega un papel fundamental en los procesos de enseñanza y aprendizaje para que los estudiantes potencialicen el uso del dominio del conocimiento científico solucionando así problemas desde el contenido que se está aprendiendo, trayendo consigo la capacidad de ser creativos, auténticos . demostrando que a partir de un problema se puede proponer planes de acción que conlleven a una solución oportuna según las necesidades de su entorno, es por esto, que estas teorías contribuyen como soporte para el diseño de estrategias de aprendizaje acorde a las necesidades de los estudiantes de secundaria de últimos grados del Colegio Jorge Washington teniendo como

beneficio la experiencia de aprender a través de un proceso constructivo, en el que se reflexiona y discute frente a los distintos problemas ambientales que presenta la ciudad.

Ante esta situación surge la pregunta de investigación: ¿Cuál es el aporte de la resolución de problemas desde un enfoque de las cuestiones sociocientíficas como una estrategia para el aprendizaje de la contaminación hídrica?

2 JUSTIFICACIÓN

Esta investigación pretende fortalecer los procesos de aprendizaje de los estudiantes para que sean capaces de interpretar la realidad identificando fundamentos científicos a través de la resolución de problemas lo cual contribuye en que ello mejoren su forma de pensar y demuestren como el conocimiento científico de estudio se relaciona con la realidad que viven, haciendo que sean ciudadanos críticos con responsabilidad social y que propongan soluciones pertinentes a las problemáticas ambientales de su entorno.

Considerando la experiencia desde el aula, surge la necesidad de involucrar en el proceso de enseñanza-aprendizaje la resolución de problemas vinculando las cuestiones sociocientíficas, esto, con el propósito de que el estudiante alcance a desarrollar soluciones apropiadas para las problemáticas medioambientales actuales, haciendo uso de pensamientos reflexivos y críticos que conlleven a una mejora en la forma de resolver problemas. Por consiguiente, es importante que el docente considere que durante el proceso del aprendizaje del estudiante este resuelva problemas sociocientíficos abordando la problemática de contaminación hídrica, esto contribuye a potencializar pensamientos de orden superior, autonomía y en el establecimiento de posturas claras frente a la solución de un problema como también dominio del concepto científico en estudio.

Consecuentemente, el estudiante mejora su capacidad de asociar el conocimiento científico con los problemas de su entorno para responder con soluciones originales y coherentes haciendo que allá una aprehensión del concepto que se está estudiando, además la resolución de problemas ayuda a mejorar en el estudiante su capacidad de análisis, comprensión y explicación de los problemas que se presentan en el lugar donde viven. Por lo anterior, se hace necesario fortalecer los procesos cognitivos tales como el análisis, interpretación y capacidad de resolver una situación problema además que los estudiantes tengan una conciencia social de la importancia de los ecosistemas hídricos, su utilidad y las consecuencia del mal uso de estos recursos, al aplicar la intervención didáctica basada en la resolución de problemas de contaminación hídrica se pretende que los estudiantes se motiven como líderes ambientales en su escuela para tener cuidado de los recursos hídricos y preservarlos.

Considerando la ciudad de Cartagena, esta es privilegiada porque está rodeada de distintas fuentes de aguas tales como: Bahía, ciénaga, mares, lagunas, canal del dique las cuáles han sido contaminadas por la intervención humana; se han planteado alternativas de solución tales como el emisario submarino y la bocana para descontaminar las aguas, sin embargo estas soluciones que contribuyen a la mitigación de la contaminación son desconocidas por los estudiantes haciendo que se les dificulte asociarla con el conocimiento científico en estudio, es por esto que a través de este trabajo se ofrecen metodologías alternativas para el que estudiante aumente su capacidad de respuesta creativa ante tales problemas.

Desarrollar ambientes de aprendizaje que aborden problemas desde una perspectiva socio-científica es de relevancia en este trabajo, el cual busca que el estudiante con el acompañamiento del docente encuentre situaciones problemas en contextos propios que le permitan aprender de forma natural y no forzada, desarrollando habilidades cognitivas, procedimentales, actitudinales con el fin de generar conciencia acerca de la necesidad profunda de contribuir positivamente al entorno donde habitan.

Por otro lado, este trabajo investigativo es una respuesta al currículo escolar de las ciencias en la institución educativa, porque fortalece el aprendizaje de los estudiantes y optimiza los procesos de intervención que se llevan a cabo en el aula a través de un aprendizaje reflexivo, cuyo alcance es que el estudiante interactúe constantemente con problemas reales de su región, además de ofrecer espacios en el cual los estudiantes ejercen juegos de roles haciendo que activen su capacidad de liderazgo en la comunidad educativa para disminuir el impacto de la contaminación del agua y responder con estrategias resolutivas frente a esta problemática en la ciudad Cartagena.

En este contexto, los nuevos aportes que propone este trabajo se focaliza en la elaboración de secuencias didácticas a partir de la resolución de problemas de contaminación hídrica, considerando las falencias que se evidencian en los estudiantes de básica secundaria para proponer soluciones de descontaminación o minimización de las contaminaciones hídricas según el tipo de contaminante vertido, por lo cual se concibe la

necesidad de diseñar y aplicar estrategias didácticas de aprendizaje que les permita mejorar su nivel de resolución de problemas.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Identificar el aporte de la resolución de problemas vinculando las cuestiones sociocientíficas como estrategia para el aprendizaje de la contaminación hídrica.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Caracterizar las ideas iniciales de los estudiantes sobre contaminación hídrica y su nivel de resolución de problemas.

Diseñar estrategias de aprendizaje que promueva la resolución de problemas vinculando las cuestiones sociocientíficas para futuras actividades en la institución educativa Colegio Jorge Washington.

4 MARCO CONCEPTUAL

A continuación, se desarrolla conceptualmente la categoría central de esta investigación la resolución de problemas desde un enfoque de las cuestiones sociocientíficas como base en los procesos de enseñanza y de aprendizaje, teniendo en consideración la perspectiva de distintos autores, cuyo objetivo principal es mejorar los procesos de aprendizaje en los estudiantes en su aproximación al conocimiento científico escolar, asimismo se pretende contribuir al desarrollo de una de las habilidades de pensamiento crítico en los que se evidencie autonomía, innovación, capacidad de análisis, sentido crítico-reflexivo entre otros; posteriormente se centra con gran interés en la contribución de la resolución de problemas vinculando las cuestiones sociocientíficas en el aprendizaje de la contaminación hídrica.

La resolución de problemas transforma las prácticas educativas, aquí radica la importancia de desarrollar procesos de enseñanzas adecuados por parte del docente para fortalecer el aprendizaje de los estudiantes. Estas deben promover de manera continua el mejoramiento en el desempeño de los estudiantes en lo que respecta a la habilidad de resolver problemas y su interés por buscar soluciones alternativas para satisfacer las necesidades de su entorno; es por esto que, la resolución de problemas se debe considerar como una estrategia que debe estar mediado por intervenciones didácticas en la cual el docente esté capacitado para intervenir en el desarrollo de esta habilidad de pensamiento de orden superior y que además esté a su alcance las herramientas didácticas necesarias para cumplir tal fin.

5 RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS

La resolución de problemas como categoría del pensamiento crítico, ha sido fundamental para el proceso de enseñanza y de aprendizaje porque contribuye en el desarrollo de la creatividad, coherencia, pertinencia y profundidad en el conocimiento científico, permitiendo ofrecer solución a problemas contextualizados desde las necesidades del entorno. Por esta razón en los últimos años ha cobrado mucha fuerza incorporar la resolución de problemas en el currículo escolar como base para activar habilidades de pensamiento de orden superior en los estudiantes, buscando que estos como ciudadanos asuman una postura crítica-reflexiva y sean responsables con las necesidades de la sociedad. En consecuencia, se hace necesario que los problemas elaborados por el docente garanticen incertidumbre en el estudiante provocando la activación de pensamientos creativos que lo conlleven a buscar alternativas de solución en las que se evidencien la comprensión y reflexión del concepto científico que se ha aprendido; y en el caso de que el problema no genere incertidumbre y la solución sea obvia, el estudiante pierde la oportunidad de desarrollar la habilidad de resolver problemas.

Garrett (1988), considera que la resolución de problemas es enfrentarse a problemas, que en el campo del pensamiento no sólo se debe tener en cuenta obtener la solución del problema sino también, considerar que los problemas no tengan solución dado que estos también desarrollan el pensamiento. Es relevante lo que piensa Garrett, acerca de las ventajas de enfrentar el problema ya que permite escenarios importantes en el aprendizaje de los estudiantes para que estos desarrollen pensamientos creativos buscando con interés y esmero ofrecer soluciones originales lo cual implica un mayor esfuerzo en el desarrollo del pensamiento. En el caso de que no exista solución, es una oportunidad para desarrollar espacios de discusión en donde se explique con argumentos científicos las razones por las cuáles el problema no se puede resolver. Asimismo, Furió (1994), relaciona la resolución de problemas con la creatividad y explica que coinciden en la búsqueda de soluciones nuevas, por lo anterior, se puede decir que la resolución de problemas genera evolución en la ciencia ya que se está en la incesante búsqueda del conocimiento o teorías científicas que sustenten estas nuevas soluciones, y a su vez motiva al estudiante a investigar por aquello que está aprendiendo.

Kempa (1986) por su parte, concibe la resolución de problemas como un modelo procesado de información en el cual se evalúa inicialmente la percepción del problema por parte del sujeto y finalmente la solución como respuesta ante tal problema, él se interesa por el estado interno del resolvente, es decir evalúa cómo está el sistema de conocimientos en el estudiante involucrando en este los estados de memoria, así también, considera que en el proceso de resolución de problemas se requieren cinco pasos esenciales en los cuales el estudiante lee, interpreta, selecciona métodos y hechos, trabaja sobre estos y comprueba, acepta o rechaza la respuesta del problema. Este tipo de estudios como los de Kempa contribuye en el análisis del proceso cognitivo que tiene el estudiante durante la resolución del problema, porque el docente dentro de la planeación de la enseñanza elabora problemas intencionados y situaciones en las cuales el estudiante haga uso de la memoria a largo plazo con la finalidad de que perdure el concepto científico que se esté aprendiendo logrando así que el estudiante busque aplicarlo en su diario vivir.

Por su parte Perales (1993), explica que la resolución de problemas es propia de una conducta que asume una persona que está en la búsqueda de encontrar la solución a un problema; es decir, el resultado de buscar esa solución trae consigo el desarrollo de habilidades (cognitivas, procedimentales, actitudinales) en las que el estudiante elabora un plan mediante el cual da evidencia de su capacidad de análisis, creatividad, originalidad, involucrando de forma conscientemente el monitoreo y/o seguimiento a lo que anteriormente diseñó, para luego entonces detectar las dificultades que tuvo a lo largo del proceso para resolver el problema.

Consecuentemente, frente a lo expuesto por Perales (2003), acerca del seguimiento o monitoreo que realiza el estudiante en la resolución de problemas, se considera un gran aporte al proceso de enseñanza-aprendizaje debido a que el estudiante realiza procesos metacognitivos y alcanza a dar un paso importante en el reconocimiento de las estrategias a implementar en su proceso de aprendizaje, puesto que el estudiante es consciente que es el encargado de direccionar sus planteamientos para la elaboración, seguimiento y evaluación de los procesos resolutivos.

Lo anterior demuestra que, el modo de cómo el individuo percibe su entorno, resuelve los problemas y reconoce las dificultades que presentó durante su proceso de

aprendizaje, es acá donde inciden el desarrollo de habilidades de pensamiento que implican procesos lógicos para resolver el problema, entre los cuales se encuentran: el análisis, la planeación, la organización entre otros, los cuales responden a las aproximaciones del concepto que se está estudiando y las transformaciones en la forma de pensar y ver el mundo. Es por esto que Rodríguez y Zapata (2003) afirman:

La mayor parte de las investigaciones sobre resolución de problemas en el campo de la didáctica de las ciencias experimentales, se han orientado a entrenar a los sujetos en protocolos de resolución, descuidando la importancia que tiene para el estudiante los procesos metacognitivos necesarios para la adecuada comprensión y solución de problemas. (p.2).

Por otro lado, teniendo en cuenta lo planteado por distintos autores acerca de los términos en que se describe la resolución de problemas, este trabajo de investigación acoge la perspectiva de Tamayo (2014) sobre la resolución de problemas como una de las categorías del pensamiento crítico, para este autor a través de las prácticas educativas, los estudiantes pueden transformar la manera de resolver problemas a medida que se va llevan a cabo intervenciones didácticas fundamentadas en la resolución de problemas en las didácticas de dominio específico desde las ciencias naturales.

Por su parte, Tamayo, Zona, y Loaiza (2015), consideran la resolución de problemas como un proceso en el cual los estudiantes brindan soluciones específicas frente a situaciones determinadas, siendo este último una cualidad del pensamiento crítico que aporta de manera significativa al sistema educativo esto se debe a que los estudiantes desarrollan habilidades cognitivas, procedimentales y reflexiones críticas frente al conocimiento científico que se aprende. Ante esto, la resolución de problemas activa pensamientos de orden superior que contribuyen a que los estudiantes propongan diferentes alternativas de soluciones a un problema, lo cual ayuda a que el estudiante adquiera destrezas para descubrir, innovar, pensar creativamente, reinventarse y tomar planes de acción para resolver problemas; y en el caso que el problema no tenga solución sea este un escenario donde el estudiante demuestre a través de su criterio cognitivo explique la razón del porqué no existe tal solución.

Zona y Giraldo (2017), precisan a la resolución de problemas como un escenario del pensamiento crítico en el cual necesita solucionar una problemática en un espectro más reducido, puntual y específico, cabe resaltar que en este escenario la resolución de problemas permite abordar procesos importantes en el aprendizaje como la transición entre las concepciones iniciales de los estudiantes hasta sus concepciones finales, favoreciendo así la capacidad de análisis frente al problema porque reconoce su estructura y el procedimiento lógico dentro de un marco contextual, conllevando que su propuesta de solución sea pertinente según los requerimientos del problema.

Teniendo en cuenta lo planteado por diferentes autores acerca de la resolución de problemas, se puede establecer que la mayoría consideran que la resolución de problemas contribuye en el desarrollo de la habilidad en los estudiantes para enfrentarse a los problemas y a su vez este se encuentre en la búsqueda continua de las posibles soluciones, de hecho es en este proceso que el estudiante demuestra sus destrezas desde la creatividad, el desarrollo de su proceso cognitivo como también alcanza a tener conciencia acerca del direccionamiento, seguimiento y evaluación de los procesos resolutivos.

En esta investigación se asume la postura de Tamayo, Zona y Giraldo (2015) sobre la resolución de problemas, la cual sustenta que el estudiante logra soluciones específicas frente a situaciones, lo cual determina que este potencialice sus pensamientos de orden superior alcanzando a desarrollar habilidades cognitivas, procedimentales y actitudinales, evidenciándose a través del análisis acerca de progreso del estudiante a través de los niveles de resolución a medida que va adquiriendo la capacidad para resolver problemas. Por último, se hace necesario comprender que la resolución de problemas es una herramienta útil para que los estudiantes aprendan ciencias, en la que el sujeto explora sus aspectos cognitivos apropiándose del conocimiento científico mediante la observación, el análisis, la innovación, además de enfocarse en estrategias que contribuyan a encontrar la vía más conveniente para resolver un problema.

5.1 NIVELES O PASOS DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS

En la resolución de problemas, existen niveles o pasos propuestos por diferentes autores, su finalidad es identificar de manera descriptiva donde están ubicados los estudiantes cuando de solucionar problemas se trata, a continuación, hablaremos de autores como Polya, García y Tamayo que han contribuido fundamentalmente en el proceso de la resolución de problemas y sus subcategorías, se reitera que este trabajo se centrará en la categoría de análisis de los niveles de resolución de Tamayo.

Polya (1965) (citada por Boscán y Klever, 2012) evidencia que para la resolución de problemas se presentan 4 fases las cuales son:

1. **Comprensión del problema:** Es entender que cuestiona el problema y reformularlo sin cambiar la idea central del mismo.
2. **Concepción de un plan:** Es la capacidad que tiene un estudiante de gestionar su proceso para resolver el problema, esto puede darse con la ayuda del profesor, pero sin que éste obstruya el pensamiento autónomo del estudiante.
3. **Elaboración del proceso creativo:** Es la verificación que se lleve a cabo el cumplimiento del plan a cabalidad, con razonamiento y claridad en los pasos que van desarrollado con respecto al plan que se diseñó.
4. **Visión y retrospectiva:** En esta fase el estudiante vuelve a revisar cuáles pasos y qué criterios usó para resolver el problema esto se hace con la ayuda del profesor, pero finalmente el propósito de este paso es que el estudiante pueda volver a resolver el problema sin la guía del docente.

Los aportes de Polya para la resolución de problemas han sido relevantes como estrategia en el proceso de aprendizaje por su aporte en el desarrollo de las competencias cognitivas, procedimentales y actitudinales en los estudiantes para resolver problemas, los pasos propuestos evidencian una mejor comprensión e interpretación del problema hasta llegar a la solución, con esto se alcanza que durante del proceso de la aplicación de estos pasos el estudiante sea crítico, analítico y autónomo al establecer sus propias estrategias para lograr un fin, además el estudiante tiene una visión retrospectiva frente al problema lo que hace que este sea reflexivo y autorregule su proceso de aprendizaje logrando plantear soluciones futuras con respecto a las dificultades que enfrentó para resolver el problema.

También García (2000) hace aportes para la estrategia didáctica en la enseñanza de la química basada en soluciones de situaciones problémicas en las que a partir de una serie de secuencias evalúa como es que el estudiante aborda el proceso problémico, lo anterior se describe a continuación:

1. **Formación del interés cognoscitivo:** Presenta el problema con el propósito intencional de crear motivos de aprendizaje para que el estudiante pueda contextualizar el problema dentro de su entorno.
2. **Reconocimiento de patrones propios de resolución:** A través de la elaboración de un manual de instrucciones como herramientas heurísticas, se busca que el estudiante tome conciencia de sus fallas y debilidades.
3. **Reconocimiento del problema:** El estudiante en este punto debe tomar conciencia sobre que desconoce del problema y aquello que debe ser buscado, para ello puede elaborar interrogantes, buscar nuevos puntos de vista entre otros.
4. **Planteamiento cualitativo y representación del problema:** Se debe dar una forma al problema de manera inteligible y debe darse una reestructuración cognitiva.
5. **Formulación del problema:** El objetivo principal en este punto es que se cree un espacio en el que el estudiante interiorice el problema en la mente y este logre establecer una relación entre el problema y el conocimiento personal que tiene frente a ello.
6. **Formulación de hipótesis:** El estudiante debe considerar si tiene elementos o datos suficientes para resolver el problema y establece las posibles soluciones al problema considerando las distintas posibilidades que hay para resolverlo.
7. **Diseño de estrategias de resolución:** Se debe elaborar una serie de procedimientos el cual debe tener en cuenta un protocolo para resolverse el problema.
8. **Solución de la situación problemática:** Se debe cumplir con el plan de acción y el estudiante debe ser capaz de enfrentar las dificultades que tuvo para resolver el problema.
9. **Control de procesos y de la solución del problema:** En esta fase el estudiante hace una evaluación acerca de los procesos para llevar a cabo la resolución y sobre

las soluciones que le dio al problema, a su vez debe tomar conciencia de los procedimientos realizados y de las posibles fallas presentadas.

10. **Elaboración de los nuevos problemas:** El estudiante desde el rol de diseñador debe reconocer los elementos y relaciones implicados en un problema considerando los conceptos y procesos necesarios para su solución.

Es interesante como aborda García (2000), las estrategias didácticas para resolver problemas de química en el aula de clase y las herramientas heurísticas que sugiere usar, las cuales están orientadas hacia el mejoramiento en la comprensión del problema más que en alcanzar la solución, es interesante que dentro de la estrategia didáctica plantee la regulación metacognitiva en el estudiante a partir del control de los procesos a través de herramientas que él sugiere para este pueda tener una valoración autónoma de su trabajo , elevando así su conciencia en los procesos de aprendizaje.

Por otro lado, Tamayo (2015), explica cómo se lleva a cabo las habilidades que los estudiantes desarrollan cuando solucionan un problema y a través de una tabla descriptiva enuncia las características de los niveles de resolución de problemas en las ciencias naturales, sus aportes son muy valiosos para los docentes de ciencias naturales ya que actualmente existe poca literatura que explique de manera clara y sencilla las características descriptivas de cómo evolucionan los estudiantes en el proceso de resolución, por consiguiente esto facilita a los docentes el trabajo desarrollado desde la planeación de la clase hasta la evaluación, logrando así mejores resultados en el aprendizaje.

A continuación, se muestra la tabla de niveles de resolución de problemas propuesta por Tamayo (2014) (ver tabla1).

Tabla 1 Niveles de Resolución de Problemas

Resolución de problemas	
Nivel 1	Redescripción de la experiencia, enuncia el problema y describe el experimento, según sus observaciones o utiliza datos de las instrucciones para justificar sus respuestas.
Nivel 2	Redescripción de la experiencia de manera libre, ha realizado la experiencia anteriormente, utiliza opiniones, describe lo que sintió durante la experiencia o utiliza analogías.
Nivel 3	Identificación de una o dos variables, en este nivel se reconocen las variables sin realizar algún tipo de relación entre ellas.
Nivel 4	Resolución del problema de manera inadecuada identificando y relacionando variables y justificando o no dichas relaciones.
Nivel 5	Resolución de problema de manera adecuada identificando, relacionando variables y justificando o no dichas relaciones.

Nota. Fuente: Tomado de Tamayo (2014).

5.2 LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS EN LOS PROCESOS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

Con el objeto de suscitar en los estudiantes cambios en la forma de pensar y percibir el mundo se hace necesario que, durante el proceso de enseñanza y de aprendizaje el docente fomente espacios seguros para que los estudiantes expresen sin temor sus inquietudes, planteamientos, cuestionamientos, participando de manera activa en la resolución de problemas sin miedo a equivocarse. García (2000), plantea que las estrategias didácticas en las enseñanzas problémicas de la ciencias químicas provocan actitudes positivas en los estudiantes desarrollando así habilidades resolutivas con independencia cognitiva y la transferencia entre el conocimiento científico que se estudia en el aula y su relación con la realidad, entendiendo que si comete errores estos se convierten en oportunidades para realizar acciones de control en las que se cuestione lo conocido frente a lo desconocido, y a su vez logre establecer estrategias que conlleven a reflexionar sobre los

procesos equívocos que resultaron en la solución del problema estableciendo así planes de acción que conlleve a una mejor solución, el autor agrega:

...Un ambiente creativo en el aula está caracterizado por un clima de seguridad cognitiva para el alumno, en el que se apoya la crítica, la reflexión y la expresión y en el cual se concibe el error como una oportunidad, más que como una dificultad. (García, 2000, p.114)

Lo expuesto anteriormente por el autor, contribuye en el aprendizaje basado en la resolución de problemas por el alcance que tiene, ya que al establecer un análisis profundo sobre los obstáculos que enfrentan los estudiantes para resolver problemas, estos reconocen los posibles errores a los que son recurrentes haciendo que les ayude a establecer nuevas estrategias para encontrar la solución y así dar evidencia que la debilidad se convirtió en una fortaleza.

Otro de los aportes de la resolución de problemas, es la consolidación de una relación directa entre el conocimiento científico y los problemas que aborden las realidades del contexto, ya que el estudiante interacciona con su medio trayendo consigo el interés del estudiante por resolver problemas y que logra que el aprendizaje sea más fluido. Por esto, es necesario que se abran espacios durante la enseñanza-aprendizaje en el cual los estudiantes reconozcan las problemáticas de su entorno respondiendo así con soluciones específicas; según García (2003):

Los procesos de motivación que surgen en los estudiantes están relacionados con la importancia que ellos atribuyen a los problemas planteados, importancia que depende de que éstos sean reconocidos como solucionables y de interés y, además, con el grado de utilidad que el estudiante confiera a la metodología propuesta para resolver los problemas. (p.123)

El mejor escenario para desarrollar el aprendizaje de los estudiantes es resolviendo problemas ya que es la oportunidad para generar el pensamiento creativo en los estudiantes utilizando las bases del conocimiento científico. Es decir, un problema original moviliza pensamientos de orden superior obligando al estudiante a establecer estrategias innovadoras que conlleven a proponer soluciones pertinentes, para alcanzar este propósito es necesario que el estudiante demuestre un mejor desarrollo del conocimiento científico durante el

proceso de resolución, por lo cual se requiere que desde la enseñanza se geste intervenciones didácticas que permitan tal fin. Es por esto que Bárcenas (2015) expresa:

El problema es el estímulo y el contexto para el aprendizaje y se resuelve, por lo general, en pequeños grupos donde los alumnos contemplan el problema e identifican lo que necesitan aprender para lograr una solución y trabajar hacia esa meta. (p.27)

Con respecto a lo expuesto anteriormente por Bárcena (2015) es importante que el docente diseñe la enseñanza basada en la resolución de problemas para que a partir de un interés en común “El problema” que a través de un aprendizaje colaborativo los estudiantes utilicen las discusiones para que se desarrolle el conocimiento científico; por tanto, es imprescindible establecer discusiones pertinentes, con argumentos y reflexiones críticas que den lugar a propuestas de soluciones oportunas y consecuentes del problema planteado, con ello el aprendizaje tiene un alto valor para los estudiantes debido a la motivación de hacer todo lo que esté a su alcance para resolver el problema no importando el tiempo que se tome y en consecuencia se demuestra un cambio en sus actitudes para mantener un aprendizaje permanente.

Teniendo en cuenta lo anterior, García y Rodríguez (2003) explican que el éxito en el cambio actitudinal de los estudiantes de básica secundaria hacia el aprendizaje mediante la resolución de problemas se da por las diversas estrategias usadas en el aula de clase en el cual se deja de lado la enseñanza tradicional y se diversifica las distintas formas en que el estudiante aprende a través de las capacidades artísticas, físicas, interacciones entre los estudiantes quienes a medida que avanzaban en el aprendizaje se demostraba una claridad conceptual para resolver problemas.

Considerando lo expuesto por García (2000) se plantea que la resolución de problemas es versátil debido a que se aborda desde diferentes escenarios en el aula de clase siendo así una oportunidad para que el estudiante aprenda constantemente a través de diferentes estrategias didácticas, en las que se alcance los resultados esperados, aquí los estos demuestran su capacidad de análisis, interpretación, planes de acción para resolver el problema con autonomía, originalidad dando cuentas de que se tiene un mayor desarrollo del conocimiento científico frente al objeto de estudio. Para que se dé lo anterior, es

necesario demostrar que en la parte cognitiva el estudiante está aprendiendo ya que ha alcanzado un mejor dominio y comprensión del concepto científico.

Gangoso (1999), explica que la estructura cognitiva juega un papel importante en el aprendizaje del estudiante, ya que si el estudiante alcanza a tener una estructura cognitiva clara, estable y discernible del conocimiento esto facilita la resolución de problemas demostrando así que ha aprendido, pero en caso que suceda lo contrario la resolución de problemas es imposible ya que en principio la persona ni siquiera puede entender la naturaleza del problema. Siendo así lo expuesto por Gangoso, se debe considerar que si un estudiante enfrenta un problema y lo resuelve con éxito, el docente debe asegurarse que éste alcance un proceso mental en el que se demuestre dominio del conocimiento científico y comprenda el problema para luego darle solución, es por esto, que la parte cognitiva en conjunto con la resolución de problemas juega un rol importante en el aprendizaje del estudiante por su contribución en la modificación de los esquemas mentales de tal manera que este de evidencia de su entendimiento, comprensión del problema como de su solución.

Es un desafío para el docente que el estudiante alcance el dominio del conocimiento científico escolar a través de las habilidades prácticas, investigativas, resolutorias acorde a las necesidades de la sociedad, por esto la resolución de problemas y el aprendizaje guardan una estrecha relación ya que la resolución de problemas tiene espacio en cualquier nivel del proceso aprendizaje.

A modo de conclusión, el aprendizaje se ve favorecido a través de la enseñanza problemática porque el estudiante, encuentra sentido en lo que aprende, se ha comprobado que la motivación juega un rol importante en el aprendizaje, ya que, permite que el estudiante alcance con más fluidez los objetivos establecidos en su estándar académico obteniendo así un mejor desempeño actitudinal, cognitivo y procedimental, por ello es indispensable que el docente cree las condiciones necesarias en el aula de clases haciendo buen uso de los recursos didácticos que estén basados en la resolución de problemas.

5.3 LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS DE CARÁCTER AMBIENTAL

La resolución de problemas de carácter ambiental en el proceso de enseñanza y de aprendizaje se considera fundamental en la formación de estudiantes críticos en aras de

llevar el conocimiento científico fuera del aula, esto ha sido importante en las ciencias naturales por el papel interdisciplinar que representa la resolución de problemas ambientales desde los distintos campos del conocimiento siendo este un vehículo para demostrar que los problemas pueden ser cambiantes, no son simples sino complejos dependiendo del contexto en que se plantee lo cual ha tenido un impacto positivo en la sociedad.

En consecuencia, Velázquez (2005) establece que el “Aprendizaje y medioambiente están ligados por lazos muy fuertes, pues no hay aprendizaje sin contacto e interacción con el entorno, el medio ambiente se constituye en un recurso didáctico para favorecer el aprendizaje dentro y fuera de la escuela”(p.117). Lo expresado anteriormente por Velázquez demuestra que las interacciones que se dan entre el aprendizaje y el medioambiente contribuyen en la medida que el estudiante sea capaz de aplicar lo que está aprendiendo demostrando su capacidad para resolver problemas medioambientales, y si existen obstáculos para resolver el problema el estudiante tenga la competencia para generar nuevas estrategias hasta alcanzar la solución; demostrando así que por medio del proceso de aprendizaje desarrollo la aptitud para tener criterio, autonomía y toma de decisiones. Es por esto que Velázquez (2005) agrega:

El docente es el principal responsable de la formación de los estudiantes, por tal razón, debe hacer uso de recursos didácticos que faciliten dicho proceso y es aquí donde entra el medio ambiente en su totalidad para hacer parte de los procesos educativos (p.123).

Considerando lo expresado por Velázquez (2005) acerca de la necesidad de implementar recursos didácticos desde la enseñanza, es necesario que el maestro sea consciente de la importancia del uso de estos recursos porque ayudan al estudiante a asimilar el conocimiento científico y relacionarlo con su entorno natural, esto conlleva a un cambio en la manera de pensar en él, lo acerca a la percepción del mundo, además tendrá mayor dominio del saber enseñado alcanzando a hacer conjeturas, establecer discusiones con argumentos, refutar y comprobar sus conocimientos con las realidades de su entorno.

Con base en lo anterior, se trae a consideración lo que Jessup (1998) piensa acerca del aprendizaje de las ciencias naturales ya que expresa que debería basarse en el pensar y

el hacer, más que reducir el aprendizaje a una simple trasmisión y asimilación del conocimiento, él explica que se debe dar lugar a un aprendizaje en el cual el estudiante a partir de fenómenos de la vida cotidiana o hechos de la naturaleza pueda relacionarlos con otras esferas de actividades humanas demostrando su capacidad de interpretar, valorar y tener una posición frente a ellos. Teniendo en consideración lo dicho anteriormente por Jessup (1998), esto conlleva a replantear cómo se lleva a cabo el proceso de enseñanza y aprendizaje en el aula de clase porque se debe dejar de lado el modelo de enseñanza tradicional ya que no es conveniente que el conocimiento sea sólo transmitido sino que se lleven a cabo interacciones dialógicas que den cuenta de ese saber enseñado y aprendido, en que se pueda evidenciar a través de un problema ambiental la capacidad de comprensión frente a esa situación incierta que al hacer uso de las teorías científicas enseñadas se pueda resolver a cabalidad según los objetivos planteados.

Por otro lado, en el marco del Plan de Desarrollo, desde el 2003, el Ministerio de Educación Nacional (MEN) trabajó en los Estándares Básicos de Competencia en Ciencias Naturales y Sociales según MEN (2004) en el cual exponen que: “buscan que los estudiantes desarrollen las habilidades científicas y las actitudes requeridas para explorar fenómenos y para resolver problemas” (p.3) por lo anterior, enseñar y aprender sobre la contaminación hídrica en la escuela es un proceso importante en la formación interdisciplinar de los estudiantes ya que tanto los docentes como los estudiantes tienen la oportunidad de ser autónomos, creativos, constructores de realidades y competentes para transformar a nuestro país.

Una de las formas de alcanzar los objetivos trazados anteriormente, es a través del aprendizaje de las ciencias ambientales, porque el estudiante interactúa con el conocimiento científico produciendo habilidades de pensamientos en el cual se desarrollan sus propias ideas frente al fenómeno científico, además, el conocimiento que se construye o reconstruye no sólo está en juego sino que se desarrollan habilidades lingüísticas, motoras, sociales a través de problemas reales en el que los estudiantes encuentren sentido e importancia al conocimiento científico que se está aprendiendo. Asimismo, es necesario durante el proceso de aprendizaje el estudiante tenga autonomía para resolver problemas ambientales además de tener un estado consciente en el que evalúe sus procesos

resolutivos, si estos son coherentes o no, haciendo así un análisis retrospectivo de sus aciertos y desaciertos frente a lo aprendido con los respectivos ajustes necesarios para volver a ejecutar un plan hasta lograr resolver el problema.

Por lo anterior, los problemas se convierten en plataformas que contribuyen en el aprendizaje de los estudiantes porque al ejercitarse constantemente con la resolución de problemas va progresando en los niveles de resolución. Lo anterior, implica que el estudiante sea más hábil para solucionar problemas en un contexto real acorde a las necesidades del mundo global; es decir que se están preparando ciudadanos que son capaces de saber y hacer lo que han aprendido conceptualmente tomando así una postura crítica-reflexiva.

5.4 LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS DESDE UNA PERSPECTIVA SOCIOCIENTÍFICA

En la actualidad el desarrollo científico y tecnológico ha sido fundamental en el avance de la ciencia convirtiéndose en parte esencial de cada individuo. Es una realidad la problemática ambiental con la que ha tenido que lidiar el hombre a través de los años por el inadecuado uso de los recursos de la naturaleza entre los cuales se encuentra el agua siendo este un recurso invaluable y de gran aporte en los diversos ecosistemas, ha sido contaminado desde la industria, minería, el uso doméstico, entre otros, es por esto que el Ministerio de Educación Nacional integró la parte ambiental a las distintas áreas del conocimiento con el fin de que los estudiantes tengan mayor responsabilidad y conciencia social con la disposición y uso de los recursos naturales.

Es por esto, que se requiere la transformación de los procesos enseñanza y aprendizaje a través de escenarios que promuevan la resolución de problemas ambientales tecnocientíficos para dar lugar a discusiones críticas-reflexivas que ofrezcan soluciones a problemas de contaminación hídrica porque esto da lugar a la formación de estudiantes con altos niveles de desempeño que desarrollan pensamientos de orden superior. En consecuencia con lo anterior Torres (2011), expresa que desde las ciencias naturales se han abordado las cuestiones sociocientíficas (CS) porque permiten la integración de los temas ambientales al currículo escolar, lo cual hace posible la transformación completa de un

tema tradicional ya existente a través de una propuesta problémica que requiera reflexión, pensamiento crítico y toma de decisiones, y en consecuencia se posibilitan reflexiones profundas en torno al compromiso que deben adquirir los docentes formadores con respecto a la contribución de una educación con acciones de ciudadanía.

Con respecto a lo anteriormente expuesto por Torres (2011), para resolver problemas sociocientíficos deben surgir modificaciones desde currículo escolar en la preparación del docente y así orientar al estudiante a lo que se refiere al aprendizaje basado en la resolución de problemas ambientales, ya que este debe tener los recursos didácticos adecuados para que ayuden al estudiante a tomar decisiones pertinentes de modo que cuando resuelva un problema las soluciones sean acordes a las necesidades del mundo global. Por lo anterior, es reiterativa la importancia que da el Ministerio de Educación a través de las pruebas de estado al uso de preguntas problémicas de carácter ambiental y contextualizadas a las problemáticas ambientales del mundo, estas preguntas se encuentran incorporadas en evaluaciones desde las ciencias humanas hasta las naturales, en donde se pretende que el estudiante tenga habilidades resolutivas con una connotación crítica y social.

Desde el punto de vista de las cuestiones sociocientíficas la resolución de problemas; es la base del aprendizaje de los estudiantes para activar sus pensamientos y promover la capacidad de argumentar, desarrollar sus capacidades sociales y éticas para responder con soluciones y acciones que vayan encaminadas a la preservación del medioambiente. Desde la perspectiva del abordaje de cuestiones sociocientíficas como una alternativa para trabajar la interdisciplinariedad y vivenciar interacciones Ciencia, Tecnología y Sociedad. Por su parte Arias y Dallagnol (2016) agregan:

...resulta relevante para la transformación de los sistemas educativos, puesto que al ser asuntos cercanos a los estudiantes ofrece oportunidades para que desarrollen habilidades de discernimiento, postura crítica y responsabilidad social y ambiental en problemáticas relacionadas con ciencia y tecnología. (p.1320)

Por otro lado, abordar cuestiones sociocientíficas dentro del aula contribuye a la formación de estudiantes con pensamiento reflexivo y a su vez con compromiso cívico lo cual es necesario para contribuir en la mejora de la calidad del medioambiente, hoy en día

en el aula los estudiantes carecen de conocimiento frente a las necesidades del mundo global y por ende de su comunidad, es por tanto que cuando enfrentan problemas de su entorno tienen limitaciones para responder con soluciones acordes a las necesidades ambientales, de allí que la resolución de problemas con vinculación sociocientífica es una oportunidad clave en el aprendizaje para activar pensamientos de orden superior en el cual se promuevan acciones responsables del uso adecuado de los recursos naturales y se busque de manera persistente soluciones para minimizar el impacto ambiental, es por esto que desde las cuestiones sociocientíficas (CS) (Torres,2011) agrega:

Promociona una acción responsable, motivando a los estudiantes hacia visiones más amplias de la ciencia, la tecnología y sociedad que incluyen gestiones éticas y de valores, lo que permite a los estudiantes tomar decisiones fundamentadas en opiniones colectivas, en valores y reflexiones críticas, que simplemente vayan de la mano del sentido común, sino que se requiere de una reflexión y evaluación profunda de cada de las acciones que acompañan el diario vivir. (p.48)

Tener visiones más amplias de la ciencia es una de las ventajas que tiene articular en el proceso de aprendizaje la resolución de problemas con vinculación sociocientíficas (CS) ya que dentro de sus alcances está que lo que el estudiante aprende tenga sentido para él, además de considerarlo útil para las necesidades inmediata de su entorno como también relacione los conceptos estudiados con los problemas desde su contexto por lo controvertidos que pueden ser el estudiante se sienta motivado al aprender.

Martínez, Parga y Gómez (2013) (citada por Arias y Dallagnol, 2016), explican las cuestiones sociocientíficas (CS) desde el enfoque de Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente (CTSA) nacen como un movimiento que enmarca una renovación desde el currículo que buscaba oponerse al tradicionalismo que era muy marcado en la educación de la época de los años 70, es por esto que Arias y Dallagnol (2016) concluyen que el dar paso a este movimiento dentro de la escuela alcanza a desarrollar una educación científica con enfoque humanístico en el cual la enseñanza promueve una ciencia escolar que sea útil para los estudiantes de tal forma que ellos como ciudadanos responsables tengan la capacidad de tomar decisiones enfocados a cuestiones de la vida real relacionada con aspectos científicos y tecnológicos.

Finalmente, y teniendo en cuenta lo expuesto en párrafos anteriores, la resolución tiene un carácter multidisciplinar, siendo este aspecto, fundamental para abordar problemas sociocientíficos los cuáles tienen el potencial de promover en los estudiantes, la relación y la construcción del conocimiento científico abordando aspectos sociales y local que se relacionen con las necesidades de un contexto particular pero también, con las necesidades del mundo global, además, esta perspectiva de la resolución de problemas permite la creación de espacios de discusiones, reflexiones, trabajo colaborativo que hacen que el estudiante sienta motivación para aprender y tener sentido de pertenencia con la sociedad y con las problemáticas que allí se evidencian.

5.5 APRENDIZAJE DE LOS ECOSISTEMAS HÍDRICOS

Los ecosistemas hídricos se encuentran en gran parte de nuestro planeta, sin ellos no se podría vivir, debido a que estos poseen un recurso vital como el agua, el cual es fuente de vida para las distintas especies del planeta, estos recursos a su vez contribuyen en la calidad de vida del hombre, ya que sirven como fuente de provisión económica, alimentación, medio de transporte entre otros. Por su parte, autores como Galván y Gutiérrez (2018) expresan:

Los ecosistemas acuáticos, junto al resto de ecosistemas, son capaces de generar una serie de servicios diferenciados: de abastecimiento, procedentes de la estructura biótica y geótica (agua dulce, madera, medicinas); de regulación, vinculadas al buen funcionamiento de los ciclos e interacciones (climáticas, hídricas, de la calidad del aire,...); y culturales, asociadas a valores intangibles comunitarios (identidad cultural, saberes locales, ocio y recreación), de los cuales depende el mantenimiento de la vida en el planeta en sus múltiples manifestaciones y del bienestar humano en sus diferentes formas de concebirlo. (p.7).

El aprendizaje de los ecosistemas hídricos en el proceso de enseñanza-aprendizaje contribuye significativamente en el conocimiento escolar científico del estudiante y en la construcción de una sociedad consciente del cuidado del medio ambiente, desde el ámbito de las ciencias naturales este tema es de gran pertinencia porque permite que el estudiante relacione los problemas ambientales en contraste de los aportes que genera el ecosistema

hídrico, lo cual hace que este no ignore la problemática que vive desde su contexto social y las consecuencias globales que implicaría la contaminación hídrica.

5.6 APRENDIZAJE DE LA CONTAMINACIÓN HÍDRICA

El aprendizaje es un proceso en el cual se espera que el estudiante adquiera un nuevo conocimiento que perdure o también que a partir de una concepción inicial del objeto de estudio este pueda profundizar en él alcanzando así un mayor dominio del conocimiento científico, esto puede pasar desde la experiencia con el entorno del estudiante o mediado con la ayuda del docente. Cabe considerar, que estudios como los de Velásquez (2005) que están relacionados con el aprendizaje utilizando como recurso didáctico el medio ambiente, explica que en el transcurrir del tiempo el concepto de aprendizaje ha venido siendo reconsiderado debido a que se toman en cuenta elementos socioculturales en los cuales se incluye al ser humano como creador de la cultura y desarrollo y es considerado un ente biológico y cultural, además se habla del medio ambiente natural y social que están interrelacionados entre sí como si fueran uno solo.

En ese orden de ideas, ante lo expuesto por Velásquez se puede afirmar que aprender acerca de la contaminación hídrica es pertinente ya que es una problemática de mayor interés a nivel global y de gran impacto al medioambiente, esto demanda que el estudiante tenga un interés propio por el tema por lo que es necesario que se vincule este aprendizaje a su contexto social y a las necesidades del entorno donde vive, es por esto que García (2017) expresa:

La problemática de la contaminación del agua ha sido de vital importancia a nivel de la educación ambiental y más cuando la misma es vista desde una perspectiva sociocientífica y donde la intervención de varias disciplinas del saber es fundamental para entender su complejidad.(p.27)

De este modo, el estudiante necesita reconocer no sólo la contaminación del agua, sino las características del cuerpo de agua que se contamina y el impacto sobre el ecosistema, sin dejar de lado el contexto social donde el estudiante se desenvuelve, considerando la geografía, la política social y el impacto económico que genera esta problemática. El estudiante debe considerar lo que se está aprendiendo desde el

conocimiento científico escolar y asegurarse con criterios sólidos porque el agua está contaminada, para ello es necesario que comprenda como se determina la calidad del agua a partir de los parámetros físicos, químicos y biológicos que indican el nivel de contaminación y con base a ello proponer soluciones pertinentes que ayuden a mejorar la calidad del agua y tenga a la vez un impacto social.

En ese mismo orden de ideas, en el proceso de aprendizaje de contaminación hídrica, se hace necesario que el estudiante tenga contacto con la problemática desde la realidad de su entorno para que tenga mayor motivación en su aprendizaje ya que esto hace que el estudiante despierte el interés por encontrar soluciones ante el problema que está enfrentando desde el entorno donde se desenvuelva buscando así aprender acerca del conocimiento científico escolar que está en estudio, es por esto que Pérez (2011), explica que los estudiantes tienen una mejor actitud durante el proceso de aprendizaje cuando desde el contacto con la naturaleza y su problemática de contaminación hídrica debido a que surge el interés por demostrar a través de herramientas didácticas su creatividad para dar evidencia de cómo las condiciones sociogeográficas pueden cambiar por el impacto ambiental.

6 METODOLOGÍA

6.1 ENFOQUE O PARADIGMA DE INVESTIGACIÓN

La resolución de problemas es una de las estrategias que contribuye en el desarrollo de las habilidades de pensamiento superior durante los procesos de enseñanza-aprendizaje de las ciencias naturales, es por esto que, existe la necesidad de vincular tal estrategia en el contexto del aula, con el propósito de contribuir a que los estudiantes resuelvan apropiadamente problemas de su entorno acerca de la contaminación hídrica.

Teniendo en cuenta, el interés principal de esta investigación se acoge un enfoque de investigación cualitativo de corte descriptivo basado en lo expuesto por Hernández, Fernández, y Baptista(2014), ya que este estudio trae en consideración la realidad del contexto natural y las condiciones reales en que se encuentran los estudiantes; pues entre sus objetivos busca describir mediante cuestionarios resueltos las ideas iniciales y el nivel de resolución de problemas en el que se encuentran los estudiantes del colegio Jorge Washington, lo anterior, se desarrolló a través de una secuencia didáctica basada en la resolución de problemas vinculado a las cuestiones sociocientíficas, con el propósito que el estudiante encuentre en la contaminación hídrica un área de conocimiento relacionado con la realidad en la que vive, lo anterior, se desarrollará a través de una secuencia didáctica cuya finalidad es diseñar estrategias de enseñanza-aprendizaje que promuevan la resolución de problemas asociados a problemas ambientales de su entorno natural y se describa la evolución de los estudiantes al resolver problemas durante el proceso de aprendizaje.

Considerando lo anterior, se establece que durante este trabajo investigativo la recolección de los datos tiene una naturaleza cualitativa-descriptiva porque implica la recolección de la información, tales como entrevistas y cuestionarios con preguntas abiertas con los cuales a partir de los resultados se pretende realizar un análisis detallado de la caracterización de las ideas iniciales de los estudiantes y su nivel de resolución de problemas vinculado a las cuestiones sociocientíficas con relación a la contaminación hídrica. Es de aclarar que por asuntos de tiempo, en este trabajo no se mostrará el resultado final de la intervención didáctica pero si la propuesta de la unidad didáctica.

Para desarrollar la unidad didáctica se plantearon tres momentos (inicial, intermedio y final), con ello se busca evidenciar los posibles cambios en las concepciones de la contaminación hídrica antes, durante y después de la intervención.

6.2 POBLACIÓN Y CONTEXTO

Para realizar la presente investigación se trabajó en el colegio Jorge Washington localizado en la zona norte de la ciudad de Cartagena, esta es una escuela privada, sin fines de lucro y no confesional acreditada por Cognia y el Ministerio de Educación Nacional. El plan de estudios se centra en un programa dual que prepara a los estudiantes tanto para el diploma de escuela secundaria estadounidense como para el título de bachillerato colombiano, por lo cual las instrucciones de enseñanza son bilingües. La tasa de graduación es del 100% y los estudiantes van a colegios y universidades en los Estados Unidos, Colombia y Europa.

El colegio tiene como misión y visión el trabajo colaborativo que comparte la dedicación al aprendizaje continuo dentro de una cultura de confianza y respeto mutuo, además considera la importancia de tener como meta “aprendiendo juntos” en el cual se forjen ciudadanos reflexivos y pensadores innovadores para construir un mañana mejor. Para este estudio se considera como población a estudiantes de grado 11 y 12, con edades entre 15 y 17 años, el grupo en su totalidad son aproximadamente 12 estudiantes. El nivel socio económico es alto y tienen facilidades de acceso a la tecnología y a herramientas didácticas que contribuyan en su aprendizaje.

Por otra parte, una de las problemáticas más sentidas en la comunidad, se debe a que el estudiante si se le plantea resolver un problema, en vez de utilizar fuentes primarias y confiables este opta por buscar la respuesta en fuentes de páginas de internet en su mayoría no confiables para obtener la solución inmediata evitando así hacer el proceso mental, lógico y cognitivo que lo lleve a plantear estrategias apropiadas para resolver tal problema.

6.3 UNIDAD DE TRABAJO

Esta intervención didáctica se llevó a cabo con 12 estudiantes de los grados 11 y 12 que hacen parte de la electiva de química ambiental, cuya muestra sea representativa en medida de edad y género para realizar un análisis profundo y detallado se decidió seleccionar de manera aleatoria el 50% por ciento de la población es decir 6 estudiantes. Para ello se tomó en cuenta que los estudiantes contaran con el consentimiento de sus padres para participar en la intervención didáctica, con el compromiso de asistir siempre a las clases de química ambiental, estos fueron elegidos al azar por los docentes de 12 grado, se les asignó un número a cada uno en un papel, se depósito en una caja ese la réplica de ese papel y los docentes sacaban el papel de la caja con el número correspondiente, de tal forma que todos tenían la misma posibilidad de ser seleccionados, los estudiantes que fueron seleccionados aleatoriamente se denominan con la sigla E1 para el estudiante 1, E2 para el estudiante E2 y así sucesivamente hasta el estudiante número 6 (E6).

Las características de los estudiantes, que ingresan a la electiva es que algunos de ellos escogen la electiva porque sienten interés por la asignatura, mientras otros no escogen la electiva, sino que fueron asignados como curso obligatorio para cumplir con unos créditos de estudio, en el caso de los estudiantes que fueron seleccionados al azar se encuentran en estos dos grupos y su desempeño académico no fue tomado en cuenta para ser seleccionado. Por otro lado, estos estudiantes muestran destrezas en el uso de los dispositivos electrónicos, plataformas virtuales y acceso a laboratorio de ciencias, los cuales son herramientas necesarias para tener contacto con el entorno natural lo que permitirá que ellos tengan una motivación e interés para aprender del tema a través de buscar una solución a un problema sociocientífico de su comunidad.

6.4 CONSIDERACIONES ÉTICAS

La investigación carece de riesgo alguno para los participantes ya que, sólo se realizaron estimaciones del nivel de resolución de problemas y se rastreó el aprendizaje de los estudiantes con relación a la temática específica, ante una intervención didáctica no invasiva, el cual se trabajó en conjunto con el docente y los estudiantes de la cual se tomó los datos personales de los estudiantes. Al ser menores de edad, los padres o tutores legales

de los sujetos firmaron un consentimiento informado para participar en el estudio. En el anexo 2(ver anexo 2) en el cual se encontrará el formato de consentimiento informado atendiendo a la normatividad vigente sobre consentimientos informados (Ley 1581 de 2012 y Decreto 1377 de 2012), y de forma consciente y voluntaria para los padres de familia.

6.5 UNIDAD DE ANÁLISIS

La unidad de análisis se compone de dos grandes categorías que se analizaron: La resolución de problemas tomando como referencia los niveles de resolución propuestos por Tamayo (2014) y el aprendizaje de los ecosistemas hídricos haciendo énfasis en la problemática ambiental por la contaminación hídrica. Esta parte del aprendizaje se tomó como referente a la luz de lo expuesto por Velázquez (2005) el cual explica que el aprendizaje y el medio ambiente tienen una interrelación muy fuerte, de tal forma que este se constituye en un recurso didáctico eficaz para favorecer el aprendizaje dentro y fuera del aula.

Estas dos grandes categorías se articularon por medio de una intervención didáctica en la que a través de problemas sociocientíficos tales como la contaminación hídrica, los estudiantes desarrollaron su aprendizaje basado en la resolución de estos problemas ambientales que inciden en la ciudad de Cartagena.

6.5.1 Categorías Y Subcategorías De Investigación

A continuación, en la tabla de categorías y subcategorías de análisis (Ver tabla 2) se esboza el resumen de la unidad de análisis en las que se evidencian las categorías, subcategorías e indicadores con los cuales se trabaja. La tabla 2 hace referencia a la adaptación de los niveles de resolución de problemas de Tamayo (2014) para un problema que involucra un contexto social o que involucran problemas sociocientíficos y la categoría de aprendizaje tomada de Velázquez (2005) y sus subcategorías y en la Tabla 3 se muestra un cuadro descriptivo de cómo se evalúa la categoría de aprendizaje las cuales se muestran a continuación.

Tabla 2 Categorías y subcategorías de análisis. Adaptación de los niveles de resolución de problemas de Tamayo (2014) para un problema que involucra un contexto social o que involucran problemas socio-científicos

Categorías	Subcategorías	Indicadores
Solución de Problemas	Niveles de Resolución de problemas (Tamayo etal.2014)	<p>NIVEL 1: Redescribe la experiencia o identifica claramente el problema planteado.</p>
		<p>NIVEL 2: Redescipción de la experiencia o del problema, utiliza opiniones, describe lo que sintió y/o utiliza analogías.</p>
		<p>NIVEL 3: Identifica una o dos variables, o uno o dos factores que se relacionan con el problema, sin embargo, no reconoce claramente la relación entre ellas.</p>
		<p>NIVEL 4: Propone estrategias para la resolución del problema de manera superficial, identifica y relaciona variables o factores y puedo o no justificar sus relaciones.</p>
		<p>NIVEL 5: Propones estrategias para la resolución del problema de manera adecuada identificando y relacionando variables o factores de manera correcta y se fundamentan tales estrategias desde un ámbito teórico.</p>
		<p>NIVEL 6: Además de proponer estrategias para la resolución del problema de manera adecuada, coherente y justificada donde identifica la relación de variables y factores involucra su contexto social.</p>

Aprendizaje de los ecosistemas hídricos (Velázquez, 2005)	Contaminación Hídrica.	Debido a que no se encuentra en la literatura indicadores para describir la subcategoría de contaminación hídrica. Estos serán emergentes y por lo tanto descritos en el análisis de la información.
---	------------------------	--

Fuente: Elaboración propia basada en Velázquez (2005), Tamayo (2014), Zamora y Cadavid (2023)

Tabla 3 Categoría de aprendizaje y su subcategorías

CRITERIO	Advance (A) 1	Proeficient (B) 2	Basic (C) 3	Below basic (F) 4	Código de aprendizaj e	Nivel de aprendizaj e
Importancia del agua y sus usos	El estudiante comprende por los menos 5 aspectos de la importancia del agua y sus usos como recurso natural.	El estudiante comprende por lo menos 4 aspectos del uso del agua como recurso natural.	El estudiante comprende por lo menos 3 aspectos de la importancia del agua como recurso natural.	El estudiante comprende por lo menos 3 aspectos de la importancia del agua como recurso natural.	C1	A
Parámetros Físico-químicos del Agua.	El estudiante identifica por lo menos 9 parámetros físico-químicos del agua	El estudiante reconoce por lo menos 7 parámetros físico-químicos del agua	El estudiante reconoce 6 parámetros físico - químicos del agua	El estudiante reconoce 5 o menos parámetros físico-químicos del agua.	C2	B
Contaminación hídrica	El estudiante reconoce por lo menos 5 contaminante s hídricos en los ecosistemas acuáticos y su impacto en el	El estudiante reconoce 4 de los contaminante s hídricos en los ecosistemas acuáticos y su impacto en el	El estudiante reconoce 3 de los contaminante s hídricos en los ecosistemas acuáticos y su impacto en el	El estudiante reconoce 2 o menos de los contaminante s hídricos en los ecosistemas acuáticos y su impacto en el	C3	C F

medio ambiente	medio ambiente	medio ambiente	medio ambiente.
----------------	----------------	----------------	-----------------

Fuente: Elaboración propia

6.6 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

Las técnicas e instrumento de recolección de información en la investigación fueron desarrollados con un enfoque de estudios de casos reales relacionados con la problemática de contaminación hídrica en diferentes cuerpos de agua de la ciudad de Cartagena y del departamento de Bolívar, para ello se elaboraron 2 cuestionarios (cada uno contiene 5 preguntas abiertas) esto es en la etapa inicial llamada Pretest (Ver anexo 3) adaptados a la particularidad de cada estudiante, las cuales contienen entrevista dirigida con instrumento de lápiz y papel (imágenes, dibujos, esquemas y gráficos) empleado para indagar por las ideas iniciales de los estudiantes y sobre sus niveles de resolución de problemas fue validado por un experto temática docente de la Institución Educativa Colegio Jorge Washington y magister en ingeniería ambiental.

Los cuestionarios se validarán con la tabla descriptiva de las categorías, subcategorías e indicadores basadas en Velázquez (2005) y Tamayo (2014) que se encuentran en la unidad de análisis descrita anteriormente en la tabla 2 y 3 de las categorías y subcategorías de análisis (ver tabla 2 y 3). Asimismo, se hizo un pilotaje de dicho instrumento con una población similar a la población con a la que se trabajó (estudiantes de 11 y 12 grado de la electiva química ambiental). Después de la validación del experto y posterior a la prueba piloto se realizan los siguientes cambios con el propósito de aplicar un instrumento acorde a los objetivos planteados.

6.7 UNIDAD DIDÁCTICA

En este trabajo investigativo, la unidad didáctica tiene 3 momentos los cuales se entrega cómo herramienta didáctica para ser aplicada a futuro en el colegio Jorge Washington, en este trabajo investigativo se desarrolló el momento I el cual es llamado momento inicial cuyo propósito consiste en reconocer las ideas iniciales que tienen los estudiantes acerca de la contaminación hídrica y sus habilidades iniciales para resolver

problemas de carácter sociocientífico el cual expone una problemática de contaminación del agua de su comunidad. A continuación se describe la unidad didáctica en la tabla 4 (Ver tabla 4) la cual se describe a continuación:

Tabla 4 Unidad didáctica

OBJETIVO	TÉCNICA	INSTRUMENTO	APLICACIÓN ¿A quiénes? ¿Cómo? ¿Cuándo?		
Caracterizar las ideas iniciales de los estudiantes sobre contaminación hídrica y su nivel de resolución de problemas	Instrumento de lápiz y papel	Cuestionarios de preguntas abiertas (momento I)	Estudiantes de la electiva de Ambiental	Fase 1	Formato impreso
Diseñar una unidad didáctica como estrategias de aprendizaje que promueva la resolución de problemas vinculando las cuestiones sociocientíficas para futuras actividades de aula.	Técnica de lápiz y papel, actividades prácticas de laboratorio	Cuestionario de preguntas abiertas	Estudiantes de la electiva de Ambiental	Fase 2	Formato impreso y fotos
			Estudiantes de la electiva de química Ambiental	Fase 3	Formato impreso y fotos

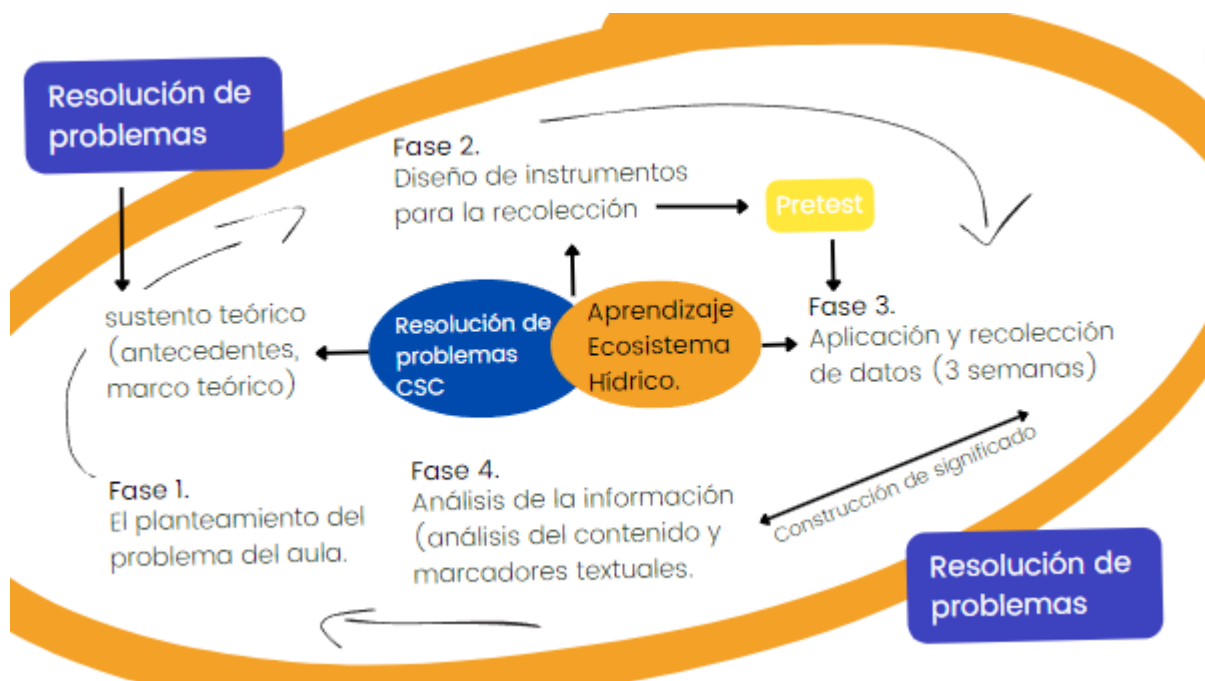
Fuente: elaboración propia

Con respecto a la unidad didáctica esta consiste en aprender acerca de los contaminantes hídricos basado en la resolución de problemas con vinculación sociocientífica (ver anexo 3). Por otro lado, se debe considerar que se fue ejecutada en un tiempo máximo de 7 semanas debido a que esto se realizó en una asignatura que es una electiva de química ambiental la cual tiene una intensidad horaria de 2 horas semanales de 55 minutos, además la electiva tiene dos ejes centrales química del aire y química del agua cuyo contenido debe realizarse en 14 semanas.

6.8 DISEÑO METODOLÓGICO

La estructura metodológica de esta investigación consta de 4 fases, que se evidencian en la figura 1, las cuales se describen a continuación.

Figura 1 Diseño metodológico



Nota: Fuente, elaboración propia.

Fase 1: Describe la propuesta de investigación considerando la problemática del aula y las necesidades que surgen en esta para desarrollar una intervención didáctica basada en la resolución de problemas que promueva un aprendizaje que conlleve a desarrollar habilidades de pensamiento de orden superior. Para ello, se desarrolla una búsqueda de antecedentes y teorías que nos permitan reconocer la resolución de problemas como una alternativa en el aprendizaje de los estudiantes que demuestren la capacidad de análisis, autonomía, toma de decisiones entre otros que fomenten un aprendizaje potente en el estudiante.

Fase 2: La unidad de análisis se determina las categorías en las que se va a trabajar en la investigación para desarrollar una metodología de tipo cualitativa-descriptiva, en este

caso será resolución de problemas y aprendizaje, diseñando así el instrumento para la recolección de los datos.

Fase 3: Esta fase se aplicó el instrumento (pretest) y se recolectó para la ejecución de la unidad de análisis.

Fase 4: En este punto de la investigación se analiza los resultados de los datos obtenidos a través de la aplicación de los instrumentos en los cuales nos permite describir los niveles de resolución de problemas y el aprendizaje alcanzado por los estudiantes, además de reconocer las posibles razones que permitieron desarrollar estas habilidades, como también las dificultades y sugerencias para acciones futuras.

6.9 PLAN DE ANÁLISIS

Para ello se hará una compilación de la información obtenida en la unidad didáctica en la fase donde se aplicó el pretest, luego esta información será transcrita y tabulada con la finalidad de realizar una triangulación de los datos (Aguilar y Barroso, 2015) cuyos resultados contribuirán para realizar un análisis descriptivo de las dos categorías de la unidad de análisis las cuales son: resolución de problemas y aprendizaje, y a su vez se considerará el análisis de sus subcategorías, bajo la técnica del análisis del contenido la cual consiste en analizar las respuestas de los estudiantes a la luz de las referencias teóricas que soportan este trabajo basándose en los criterios e indicadores de las categorías de resolución de problemas y aprendizaje como sus subcategorías.

Además a cada una de las respuestas se les ubicó por niveles de resolución de problemas basado en una adaptación de los niveles de Tamayo (2014) y las de aprendizaje de Velázquez (2005), las cuales emergieron de los datos de los estudiantes y de las rúbricas que contribuyeron en ubicar a los estudiantes según el nivel de dominio del concepto científico en estudio luego se realizó triangulación de los datos con el objeto de describir las concepciones iniciales en las cuales se encuentran los estudiantes del colegio Jorge Washington, es de aclarar que este trabajo sólo analizará el contenido de las concepciones iniciales y dejará la unidad didáctica propuesta que servirá como intervención para el aporte de la resolución de problemas en el aprendizaje de los estudiantes del colegio Jorge Washington con relación a la contaminación hídrica.

7 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados obtenidos luego de aplicar el instrumento de pretest que hace parte de la unidad didáctica “Conociendo nuestro entorno”, en ese orden de ideas es de aclarar que en este capítulo sólo se analizó el pretest de los estudiantes debido a que el tiempo de ejecución de la intervención era corto ya que la asignatura de química ambiental es una electiva que tiene una duración de 4 meses y esta dividida en tres temas de los cuales sólo uno hace referencia a la química del agua, por esto el factor tiempo no ayudo a ver la evolución de la intervención didáctica y este capítulo solo expondrá el análisis y los resultados del pretest .

A continuación, el desarrollo de este análisis se realiza inicialmente considerando las respuestas de los estudiantes de forma individual; las categorías y subcategorías de análisis son la base para ubicarlos según el nivel de resolución de problemas sociocientífico en el cual se encuentre y se toman los modelos emergentes obtenidos de las respuestas entregadas de los estudiantes al aplicarles el instrumento.

Posterior a ello, se realizan las conclusiones de estos resultados y se destacan algunas de las respuestas de los estudiantes para hacer énfasis en las concepciones iniciales de los estudiantes las cuales se analizaron a la luz de las referencias teóricas, luego se realizaron gráficas que elucidarán en resumen la tendencia de los estudiantes ubicados según las categorías descritas en el capítulo tres, se hicieron las conclusiones finales y las recomendaciones futuras.

La revisión del siguiente pretest permite identificar tres aspectos relevantes en las respuestas entregadas por los estudiantes, que son: a) El manejo del lenguaje científico por los estudiantes, b) conocimiento sobre la contaminación hídrica y su impacto en el medio ambiente , c) los criterios que tiene para analizar la calidad del agua.

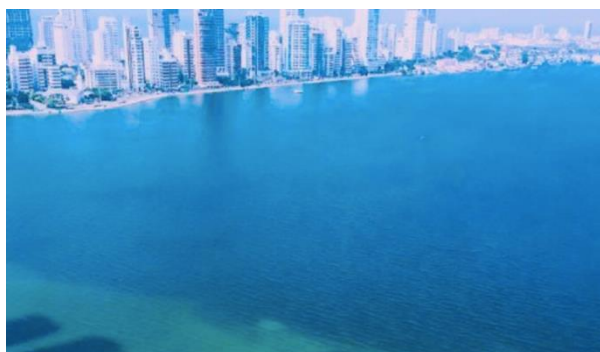
Para una comprensión del análisis se presenta una codificación del estudiante con las siglas E1 para el estudiante 1, E2 para el estudiante 2 y así sucesivamente hasta llegar al E6; también se codificó los niveles de resolución como N1, para el nivel 1 y así sucesivamente hasta llegar al Nivel 6 (N6), además también se codificó los niveles por colores (Ver tabla 2) la cual se denomina categorías y subcategorías de análisis.

Así mismo se codificó por colores y letras la rúbrica de aprendizaje (Ver anexo 4) que describe los criterios con que se evalúan a los estudiantes y fueron categorizados, teniendo en consideración los objetivos de aprendizaje de la unidad didáctica y con los criterios de evaluación de la institución.

Durante el pretest se realizaron dos estudios de caso relacionados con la contaminación del agua en la ciudad de Cartagena, entorno donde viven los estudiantes a los cuales se les realizó el análisis detallado a continuación (Ver tabla 3) Análisis del pretest, es de aclarar que las respuestas de los estudiantes se escribieron exactamente igual, incluyendo errores de gramática.

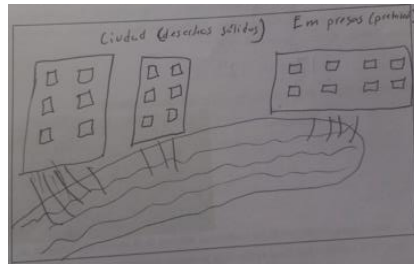
Tabla 5 Análisis del Pretest Situación Problema 1

SITUACIÓN PROBLEMA 1: [Contaminación de la Bahía de Cartagena](#)



Pregunta	Estudiante	Respuesta	Nivel de Resolución de Problemas
1. Dibuja cómo te imaginas que sería el proceso de contaminación de la bahía.	E.1		El estudiante muestra el vertimiento de contaminantes en el mar.

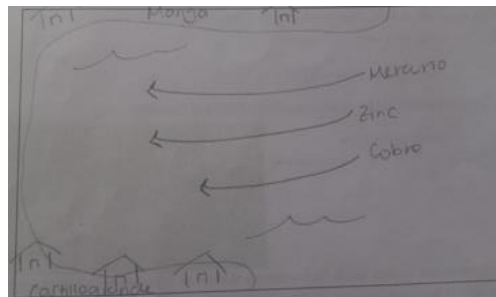
E.2



El estudiante muestra el vertimiento de desechos sólidos proveniente de edificios que se encuentran aledaños a la bahía y desechos de petróleo que vienen de las empresas.

NIVEL 1

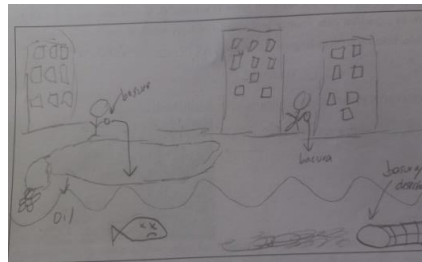
E.3



El estudiante muestra barrios (manga, Castillogrande) se evidencian a través de las casas que dibuja, los cuales se encuentran alrededor de la bahía, coloca fuentes de contaminantes que ingresan a la bahía como el cobre, mercurio y zinc.

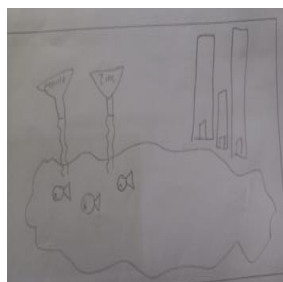
NIVEL 1

E.4



El estudiante muestra el canal del dique por el cual llegan los desechos a la bahía, parece esbozar algo de la playa y árboles alrededor. El estudiante dibuja la bahía y en sus alrededores edificios, muestra que llegan el mercurio y el zinc hacia los peces.

E.5



	E.6	El estudiante representa a una persona tirando basura en el mar, también a un bote en el cual se tiran tres desechos y peces con figura que están recibiendo esos desechos contaminados.	NIVEL 2
2. En tus propias palabras explica que sucederá en los próximos años, si sigue esta problemática en la bahía	E.1	<i>“Los ecosistemas hídricos se verán grandemente afectados si esto sigue causando fenómenos como la eutrofización”.</i>	
	E.2	<i>“Si seguimos sin ponerle importancia a esta problemática en unos cuantos años la bahía será inhabitable para muchos seres vivos y se pondría de un color más oscuro”.</i>	
	E.3	<i>“Muchos mas cartageneros van a empezar a enfermarse gracias a esta contaminación, a largo plazo puede que desarrolle diversos problemas de salud que deterioren su calidad de vida”.</i>	
	E.4	<i>“El agua de la bahía estará completamente contaminada y todo el ecosistema se dañaría, causándole gran problema a la ciudad en puntos ambientales económicos”.</i>	
	3. Imagina que eres un científico que va a analizar la calidad del	E.5	<i>“En algunos años, las especies que habitan en la bahía de Cartagena van a comenzar a morir. Además puede afectar la vida en la tierra, cuando cosas como el color, el olor ya no lo vuelvan algo atractivo”</i>

agua de la bahía, que criterios utilizas para comprobar que el cuerpo de agua está contaminado.	E.6	<i>“Los pocos animales que pueden se extinguirían, y el olor sería putrefacto y el color sería feo”.</i>	
	E.1	<i>“Observar el color y el contenido del agua”.</i>	NIVEL 2
	E.2	<i>“pH, los registros químicos, sólidos y físico químicos”.</i>	NIVEL 3
	E.3	<i>“Primero a simple vista analizar el tono de color del agua. Luego, medir el pH de una muestra y compararlo con medidores de pH a otros diferentes cuerpos de agua, para así poder identificar si hubo contaminación en ese cuerpo de agua”.</i>	NIVEL 4
	E.4	<i>“Los niveles de sustancias dañinas, el pH, la cantidad de ecosistema dañado y en peligro”.</i>	NIVEL 2
	E.5	<i>“Si se observa contaminantes en el agua y que tan alta es la concentración en esta”.</i>	NIVEL 1
4. Cómo crees que se puede resolver está problemática ambiental.	E.6	<i>“Muestras de agua y del subsuelo, muestras de especies que vivan ahí”.</i>	NIVEL 2
	E.1	<i>“Pensando críticamente en cómo atacar la problemática sin perjudicar a nadie”.</i>	NIVEL1
	E.2	<i>“Buscando un nuevo lugar para echar los desechos ya que, siendo realistas la alcaldía no va a detener el comercio para defender el medioambiente. Aunque puede promover el cuidado del medioambiente”.</i>	NIVEL 2
	E.3		

5. Explica los pasos que utilizas para resolver esta problemática ambiental.	E.4	<p><i>“Primero creo que para resolver esta problemática se debe velar por el bienestar de las comunidades aledañas a la zona, al tomar precauciones para reducir su exposición a la contaminación, segundo se puede implementar recursos y procesos menos dañinos que reemplacen las sustancias utilizadas en el proyecto de ampliación para que así sea más sostenible, y el medioambiente no sea perjudicado”.</i></p>	NIVEL 4
	E.4	<p><i>“Poniendo normas a nivel nacional que no se permitan a las empresas privadas llegar a este punto. Revisiones cada mes y sanciones económicas cada vez que no se cumplan”.</i></p>	NIVEL 2
	E.5	<p><i>“Se puede monitorear los sectores donde se está contaminando e imponer fuertes sanción, para los logre culpables de esto. Además, tomar pruebas de contaminación para monitorear si está la mejora”.</i></p>	
	E.6	<p><i>“Imponiendo ciertos esquemas de seguridad y reglas más estrictas: También regular el uso de las lanchas para darle un respiro a la bahía”.</i></p>	NIVEL 1
	E.1	<p><i>“Paso 1: En primer lugar considero la gravedad del asunto para decidir si quiera vale la pena analizar la problemática. Paso 2: Luego veo cuáles son las causas principales. Paso 3: Ataco cada una de las causas con propuestas de soluciones que no se hayan probado antes.</i></p>	NIVEL 4

	<i>Paso 4: Probar diferentes alternativas de solución hasta lograr el objetivo”.</i>	
E.2	<p><i>“Paso 1: Primero, leí el problema que se presentaba y lo analicé de pie a cabeza.</i></p> <p><i>Paso 2: Luego, comencé a investigar más y traté de encontrar el problema principal.</i></p> <p><i>Paso 3: Descubrí que el problema se debe al comercio de la ciudad.</i></p> <p><i>Paso 4: Finalmente, después de haberlo pensado llegué a la conclusión de que este problema no puede ser solucionado puesto que el comercio de la ciudad no se puede detener o limitar por el medioambiente.”</i></p>	NIVEL 2
E.3	<p><i>“Paso 1: Analizar quienes pueden ser los perjudicados con esta problemática y identificar como serian afectados. Esto facilita el trabajo a la hora de diseñar un plan de acción para que se hagan los cambios adecuados buscando el bienestar de la mayoría.</i></p> <p><i>Paso 2: Identificar cuáles son los factores que están causando esta problemática ambiental para poder sustituirlos por algo que mejore el medioambiente”.</i></p>	NIVEL 3
E.4	<p><i>“Paso 1: Primero, evaluar la problemática establecida y las causas y evaluar que tan grave es para la sociedad.</i></p> <p><i>Paso 2: Después de evaluar todas las posibles soluciones para la problemática y descartar las opciones que afecten mucho el empleo, la economía y el tiempo que se demore.</i></p>	NIVEL 4

Paso 3: Pensar en las personas y compañías que se necesiten para llevar a cabo estas estrategias.

Paso 4: Evaluar los efectos positivos a largo plazo de las medidas nuevas”.

E.5

“Paso 1: Leer el texto, e identificar cual es la problemática que es presentada en la bahía de Cartagena.

Paso 2: Ver exactamente cuáles son los factores que están afectando la bahía. En el texto me contaron que se presentan materiales como el zinc y como el mercurio.

Paso 3: Identificar los posibles culpables y sanciones que se pueda implementar sanción a los culpables. Por los materiales que hay, se puede decir que cosas como las fabricas tienen mucho que ver.

Paso 4: Poner las posibles soluciones y realizar un plan de acción para salvar nuestra bahía”.

E.6

“Paso 1: Reconocer la problemática presentada en el texto que dice que hay contaminación de la bahía.

Paso 2: Ver que materiales contaminan la bahía y en el texto me dice que son zinc y mercurio.

Paso 3: Implementar mayor vigilancia para hallar a los culpables y sancionarlos.

Paso 4: Proponer un plan de acción a las entidades correspondientes en el tema”.

NIVEL 3

Nota: Fuente, Elaboración propia.

7.1 DISCUSIONES FINALES DEL INSTRUMENTO PRETEST SITUACIÓN PROBLEMA 1

En la primera pregunta los estudiantes a partir de un dibujo representan una ilustración de cómo ellos perciben la contaminación de la bahía de Cartagena, según planteado en la situación problema 1 (Ver anexo 3) los resultados (ver figura 3) muestran que el 100% de los estudiantes se encuentran en el nivel 1, lo cual indica que ellos sólo redescubren el problema y no logran inferir o tener por lo menos una opinión propia frente a la situación ambiental que se les plantea, esto se debe a que es posible según Jessup (2017) que el origen puede deberse en la formación académica de los estudiantes la cual ha priorizado el trabajo memorístico con bajo nivel de profundización de los contenidos, los procesos carentes de significados y trascendencia siendo estos olvidados fácilmente.

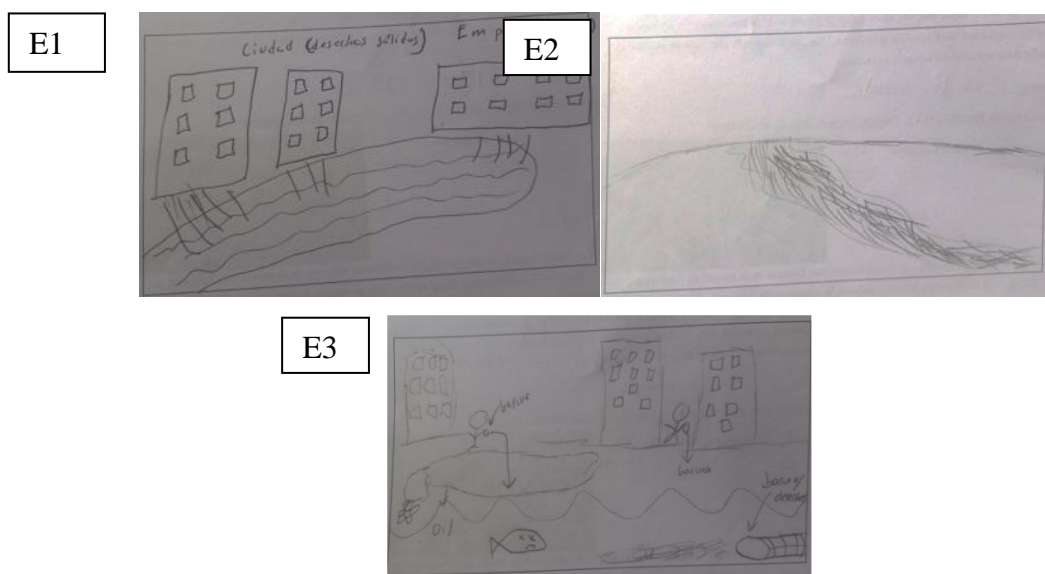
Por consiguiente, se toma como ejemplo la ilustración de la respuesta de la pregunta 1 del estudiante codificado como E1 (Ver Fig. 3) allí se evidencia el esfuerzo mental que debe hacer el estudiante para extraer el significado de cada elemento involucrado en el cual tenga sentido y coherencia Tamayo et al., (2007). Sin embargo, los estudiantes en su mayoría demuestran que no hay una suficiente comprensión real del problema ya que los dibujos demuestran muy poco el origen de la contaminación de la bahía (caso del E2, E4) (Ver fig. 3), como tampoco se muestra que estos reconozcan la naturaleza de los contaminantes; pese que el texto descriptivo del problema enuncie explícitamente las fuentes de contaminación.

Por esta razón, en la Fig. 2 se evidencia que todos los estudiantes tienen una idea general de lo que puede estar contaminando la bahía, y aunque la situación problema explícitamente dice *“la contraloría nacional confirmó la presencia de sustancias peligrosas como mercurio, zinc y cobre, en aguas de la caribeña ciudad de Cartagena, tras recibir una denuncia por posibles daños ambientales provocados por el proyecto de ampliación del canal de acceso a la bahía”*, los estudiantes en sus dibujos no representan los metales que están contaminando directamente a la bahía. De la misma forma se trae a consideración lo que España y Prieto (2010) expresan acerca de los problemas sociocientíficos los cuales implican situaciones que requieren que el estudiante tenga un conocimiento científico y este aún no se ha consolidado, teniendo en cuenta lo dicho por los

autores esta es la razón por la cual a los estudiantes se les dificulta hacer la representación del problema en cuestión.

Por otro lado, ellos plasman en su dibujo una redescrición que se toma de la experiencia del problema planteado ubicándose en el nivel 1, ya que la característica principal es el uso de las mismas expresiones planteadas en el problema y terminan describiendo lo que observaron, según Tamayo (2014).

Figura 2 Ilustración del estudiante E1, E2 y E3



7.1.1 Análisis De Las Respuestas De Los Estudiantes En La Pregunta 2

Los estudiantes E1, E2, E3 y E4 tiene en común que se encuentran en el nivel 2, ellos no sólo redesciben el problema, sino que manifiestan una opinión propia de la situación, se toma como ejemplo al estudiante E2 y E3, el estudiante E2 dice *“Si seguimos sin ponerle importancia a esta problemática en unos cuantos años la bahía será inhabitable para muchos seres vivos y se pondría de un color más oscuro”* y el estudiante E3 expresa *“Muchos mas cartageneros van a empezar a enfermarse gracias a esta contaminación, a largo plazo puede que desarrolle diversos problemas de salud que deterioren su calidad de vida”*. Las anteriores respuestas, comprueban en términos generales que los estudiantes justifican con pocos fundamentos teóricos lo que sucederá en un cuerpo de agua como la bahía si se sigue contaminando a futuro, es posible que tengan

escaso dominio de los conceptos científicos tales como el ecosistema hídrico, propiedades físico-químicas del agua y los contaminantes descritos en la situación problema, esto hizo que presentaran dificultades para relacionarlos con el problema de su entorno y las posibles consecuencias. Para Rivas (2018), el concepto de las interacciones de los ecosistemas es esencial para que el estudiante pueda explicar que todo a su alrededor se encuentra en una conexión recíproca en la cual cada elemento que hace parte del sistema tiene una función que si falla desencadena consecuencias negativas a los integrantes del mismo.

Consecuentemente, se muestra la respuesta del estudiante codificado como E3 quien afirma *“muchos más cartageneros van a empezar a enfermarse gracias a esta contaminación, a largo plazo puede que desarrolle diversos problemas de salud que deterioren su calidad de vida”*. Para esta respuesta, se evidencia una percepción de las consecuencias del problema de manera superficial, la razón de esta dificultad es explicada por Jessup (2017), la cual expone que este tipo de respuestas se debe a la falta de pensamiento creativo en el estudiante ya que tiene poca preparación para asumir la vida cotidiana y como consecuencia al estudiante se le dificulta su capacidad para resolver problemas que estén relacionados con su realidad.

De otra parte, los estudiantes E5 y E6 se encuentran en el nivel 3, hay una evidencia de entendimiento de uno o dos variables del problema, pero no demuestran la relación que existe entre ellas por ejemplo la respuesta del E5 dice *“En algunos años, las especies que habitan en la bahía de Cartagena van a comenzar a morir. Además puede afectar la vida en la tierra, cuando cosas como el color, el olor ya no lo vuelvan algo atractivo”*, el estudiante reconoce las consecuencias de la contaminación al deteriorar el ecosistema la cual trae consigo en un futuro la extinción de los peces, sin embargo, hace una interrupción de su idea principal al pasar hablar de la vida en la tierra demostrando así un escaso fundamento teórico frente a la relación de la contaminación y los signos de alarma como lo es el color y olor de la bahía con el ecosistema terrestre.

Y el estudiante E6 expresa: *“Los pocos animales que pueden se extinguirían, y el olor sería putrefacto y el color sería feo”*. El estudiante utiliza variables como el color y el olor los cuales se utilizan como parámetros físicos para determinar la contaminación del agua, además establece que estas características se deben a la extinción de los peces por

causa de la contaminación de la bahía, para Tamayo (2014), el uso y relación de las variables las cuales pueden ser empleadas por los estudiantes al referirse a las situaciones que se plantean, insinúan comprensiones superficiales de los fenómenos, en ese orden de ideas la aprehensión de la situación a la que hace referencia el problema está mediado por la apariencia externa del fenómeno.

7.1.2 Análisis De Las Respuestas De Los Estudiantes En La Pregunta 3

Considerando la pregunta 3, el estudiante debe asumir el rol de científico con el propósito de identificar los criterios que utilizó para realizar el análisis de la calidad del agua, cabe resaltar, que para Quintanilla y Labarrere (2010) este tipo de pregunta son de gran importancia, permite al estudiante desarrollar competencias en el campo disciplinar y en su accionar en la vida cotidiana de tal manera que sean capaces de contribuir en el desarrollo social. Además cuando en la pregunta se le sugiere al estudiante imaginar que es un científico, este juego de roles es una actividad verdadera de problemas auténticos relacionados con su entorno que ayuda al estudiante a desarrollar su potencial para resolver problemas, es por esto que Torres (2011) expresa que el juego de roles contribuye a que los estudiantes propongan diversas explicaciones y cuestionamientos que les posibilita enfrentarse apropiadamente antes las diversas problemáticas; asimismo contemplan las influencias mutuas entre ciencia, tecnología y sociedad.

7.1.3 Análisis De Las Respuestas De Los Estudiantes En La Pregunta 4

Los estudiantes E1 y E6 se encuentran en el nivel 1, los estudiantes E2, E4 y E5 en el nivel 2 y el estudiante E3 se encuentra en el nivel 4, es de notar que esta pregunta muestra que la mayoría de los estudiantes se encuentran en un nivel bajo y tuvieron dificultades para resolver problemas sociocientíficos de carácter ambiental esto se debe a la poca comprensión de la situación problema relacionándolo con su entorno, razón por la cual, ellos al escribir evidencian pocos elementos resolutivos para solucionar el problema, es posible que tengan escaso dominio del concepto científico de estudio. Para Torres (2010) el abordaje de las cuestiones sociocientíficas es fundamental en la formación del estudiante porque los prepara para trabajar en controversias sobre temas sociales, políticos y

ambientales entre otros, lo cual contribuye en la formación de ciudadanos críticos con conocimiento, capaces de actuar adecuadamente en la toma de decisiones. Por su parte, el estudiante codificado E3 se encuentra en un nivel 4 el cual expresa *“Primero creo que para resolver esta problemática se debe velar por el bienestar de las comunidades aledañas a la zona, al tomar precauciones para reducir su exposición a la contaminación, segundo se puede implementar recursos y procesos menos dañinos que reemplacen las sustancias utilizadas en el proyecto de ampliación para que así sea más sostenible, y el medioambiente no sea perjudicado”* considerando lo anterior, se evidencia que el estudiante puede identificar con facilidad los datos proporcionados en la situación, además logra presentar justificaciones derivadas de la experiencia directa pero las justificaciones no cuentan con un respaldo teórico según Tamayo (2014).

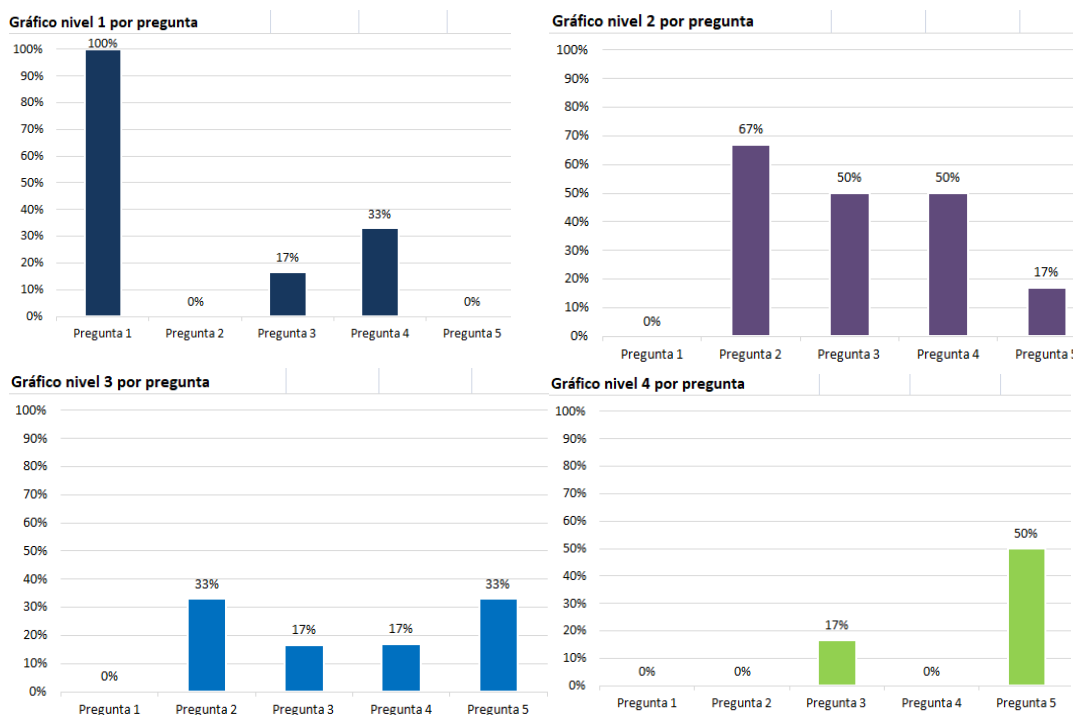
7.1.4 Análisis de las respuestas de los estudiantes en la pregunta 5

En la pregunta 5 se pretende reconocer los pasos que utilizaron los estudiantes antes para resolver el problema. Ahora entrando en detalle en el nivel 2 se ubica el estudiante E2, en el nivel 3 los estudiantes E3 y E6 y por último en el nivel 4 los estudiantes E1, E4 y E5, se destaca que estos tres últimos ubicados en el nivel 4 cuando explican los pasos a seguir que realizaron para dar solución al problema lo realizan de manera coherente, sin embargo, al ver las soluciones que proponen no están acordes a los pasos propuestos, es por esto que se necesitan construir relaciones significativas entre lo que se piensa cómo se debe resolver el problema y plasmarlo coherente cuando se describe la solución. Teniendo en cuenta lo antes planteado y a la luz de esos posibles inconvenientes en el proceso de enseñanza-aprendizaje García (2010), explica que “la actividad de resolución de problemas es una estrategia que permite incorporar los conceptos de diferentes disciplinas al pensamiento del estudiante, construir relaciones significativas y que se reconozcan los procedimientos asociados” (p.132). Por otro lado, los estudiantes identifican variables sin justificar las posibles relaciones, los cuales hacen de manera superficial según Zona y Giraldo (2017) esto es posible ya que los estudiantes en este nivel “no están en capacidad de identificar las variables independiente (la causa) y dependiente (el efecto), que hacen posible este tipo de relación” (p.139).

7.1.5 Conclusiones Sobre Niveles De Resolución De Problemas Y Niveles De Aprendizaje Del Análisis Del Pretest De La Situación Problema 1

En términos generales, podemos ver en la figura 2 (Ver Figura 2), el resultado del análisis se expresa en valores de porcentajes para la categorización de los niveles de resolución de problemas, de acuerdo con los criterios establecidos en la categoría de análisis (Ver tabla 2), que dan evidencia de la tendencia de los niveles de resolución en las que se encuentran los estudiantes luego de haber desarrollado las preguntas del pretest.

Figura 3 Niveles de resolución de los estudiantes por pregunta de la situación problema 1



En la primera pregunta los estudiantes a partir de un dibujo representan una ilustración de cómo ellos perciben la contaminación de la bahía de Cartagena, según planteado en la situación problema 1 (Ver anexo 3) los resultados muestran que el 100% de los estudiantes se encuentran en el nivel 1, lo cual indica que ellos sólo describen el problema y no logran inferir o tener por lo menos una opinión propia frente a la situación ambiental que se les plantea, esto se debe a que es posible según Jessup (2017) que el

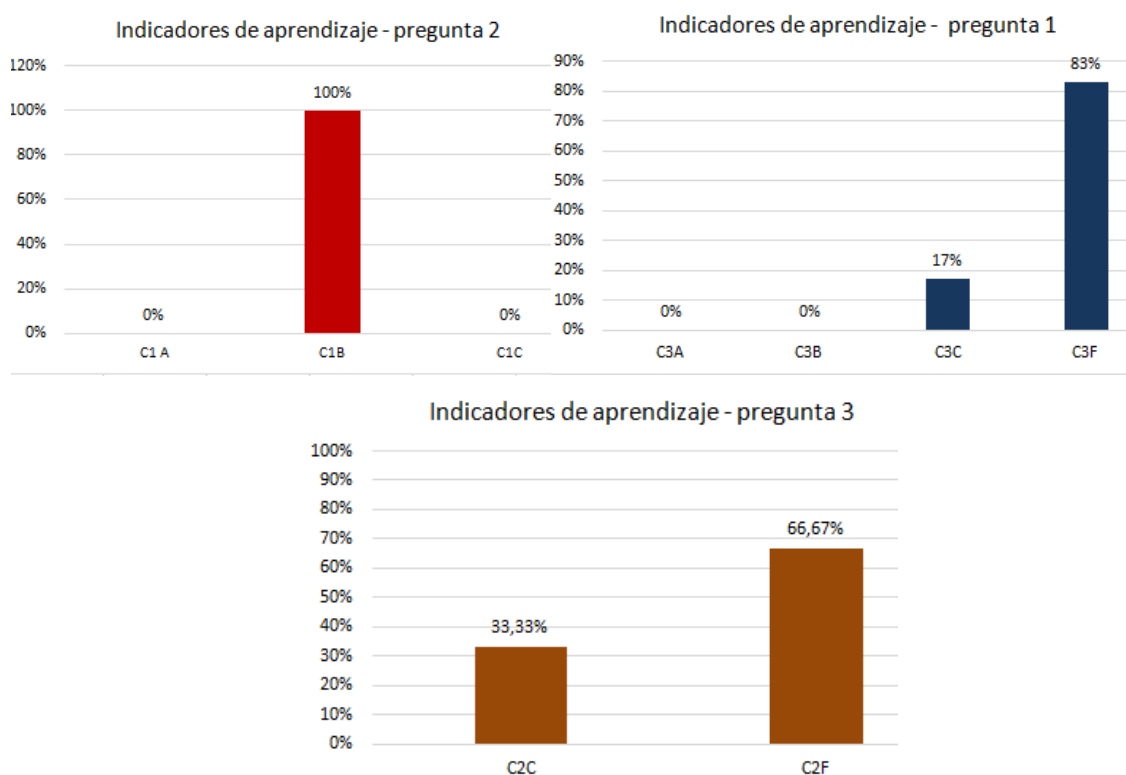
origen puede deberse en la formación académica de los estudiantes la cual ha priorizado el trabajo memorístico con bajo nivel de profundización de los contenidos, los procesos carentes de significados y trascendencia siendo estos olvidados fácilmente.

A grandes rasgos y a través de la figura 2 que hace referencia al gráfico donde los estudiantes se encuentran en el nivel 2, se destaca que los estudiantes en un 67% se encuentran en este nivel aquí ellos han demostrado la capacidad de redescubrir y dar opinión acerca de su predicción de lo que puede suceder en años si se sigue contaminando el mar mientras que el 33 % se encuentra en el nivel 3, este dato es interesante porque aunque los estudiantes se encuentran en la etapa del pretest se entiende que esta intervención didáctica es una oportunidad para movilizar su pensamiento creativo, su habilidad de resolver problemas a niveles de resolución superiores.

En lo que respecta al nivel 3 sólo en las preguntas 3 y 5 los estudiantes se ubican en este nivel y el 50% de los estudiantes alcanzan a reconocer las variables relacionadas con los parámetros físico-químicos que determinan la calidad del agua, y en el caso de la pregunta 5 en la que se pretende reconocer los pasos que utilizaron los estudiantes antes para resolver el problema, es por esto que se trae a consideración la Figura 2 (ver fig. 2) en la que se demuestra que el porcentaje más alto de estudiantes se ubica en el nivel 4 con un 50%, luego sigue el nivel 3 con un 33% y por último el nivel 1, según los resultados en este tipo de pregunta la mayoría de ellos alcanzan a proponer estrategias para la resolución del problema de manera superficial, identifica y relaciona variables o factores y puede o no justificar sus relaciones.

Por otro lado, haciendo referencia a los resultados de los niveles de aprendizaje que fueron categorizados (ver tabla 3), a continuación se muestran los resultados de estos a partir de los siguientes gráficos (ver fig.4) que muestran la tendencia en cuanto a lo que se refiere al aprendizaje de contaminación hídrica.

Figura 4 Niveles de aprendizaje de la situación problema 1 del análisis del pretest



Según estos resultados los estudiantes en cada uno de los criterios como los son: importancia de agua y sus usos (C1), parámetros fisicoquímicos del agua (C2) y contaminación hídrica (C3), el 100% tiene dificultades para reconocer la importancia del agua y sus usos, 66,67% demuestra que necesita un esfuerzo para identificar los parámetros físico-químicos del agua y el 83% por ciento presentan inconvenientes para reconocer los problemas de contaminación de su región por lo cual se hace necesario realizar intervenciones didácticas a futuro que contribuyan en el mejoramiento del aprendizaje de los estudiantes.

Tabla 6 Análisis del Pretest Situación Problema 2

SITUACIÓN PROBLEMA 2. Contaminación en las playas de Cartagena



Pregunta	Estudiante	Respuesta	Nivel
1. ¿Cuál crees que es el origen de la contaminación en las playas? Justifique su respuesta.	E.1	<i>“Falta de educación y falta de sentido de pertenencia. A la gente no le duele tirar basura porque sienten que no son dueños de la playa. Que no es de ellos”.</i>	1
	E.2	<i>“La mayoría de contaminantes vienen del hombre, así mismo los vendedores ambulantes y los turistas siendo los principales responsables”.</i>	
	E.3	<i>“Creo que la falta de educación y cultura por cuidar el medioambiente han permitido la contaminación que se ve en las playas. Si las personas tuvieran sentido de pertenencia por sus playas/ciudad y hubiera una concientización por parte de la comunidad, el medioambiente estaría mejor cuidado”.</i>	4
	E.4	<i>“Midiendo los niveles de contaminación con el medioambiente y el ecosistema”.</i>	1
	E.5	<i>“El origen viene de todas las personas que visitan la bahía, que tenemos como mala costumbre, poner todo en la arena, y no limpiar cuando terminamos de usar el espacio”.</i>	2
2. ¿Cómo se logró confirmar que	E.6	<i>“El origen es la gente que llega a visitar las playas y no las cuidan al igual que los vendedores ambulantes esto me lo dice el texto”.</i>	1

el mar está contaminado? Justifique su respuesta	E.1	<i>“Por su aspecto”.</i>	1
	E.2.		
		<i>“Pues no es muy difícil darse cuenta sólo necesitas pasar por una playa para ver el estado deplorable en el que está”.</i>	
	E.3	<i>“Simplemente observando la imagen a yendo a nuestras playas y mirar a nuestro alrededor, encontramos todos estos residuos que venden y utilizan nuestros ciudadanos como “botellas plásticas, colillas de cigarrillo, tapas”, etc”.</i>	2
	E.4	<i>“Se hicieron exámenes para demostrar el estado de la calidad del agua”.</i>	
3. Explica que variables fisicoquímicas usarías para analizar la calidad del agua de ese mar contaminado. ¿Por qué?	E.5	<i>“Por el exceso de basura que se puede observar en cada rincón de la bahía. Además de animales siendo afectado por ello”.</i>	
	E.6	<i>“Al ver cambios en el color del agua, menos animales, olores fuertes y el exceso de basura había basuras”.</i>	
	E.1	<i>“Conductividad, densidad y demás análisis cuantitativo”.</i>	3
	E.2	<i>“pH, desechos sólidos, químicos y orgánicos”.</i>	
	E.3	<i>“La cantidad de residuos que hay en nuestro mar se puede identificar en las propiedades químicas de su agua como la alcalinidad, claridad y el pH”.</i>	
	E.4	<i>“Medir porcentajes de agua limpia y agua contaminada”.</i>	
4. Describe las posibles soluciones que propones para esta	E.5	<i>“Densidad, partículas del aire, y conductividad. Ya que estas pueden demostrar si el agua o el aire tienen algo que no tiene porque esta usaría muestras, usaría muestras, y medidores especiales”.</i>	2
	E.6		

problemática ambiental.		<i>“Usaría muestra de agua y arena al igual que muestras de animales para analizar si hay cambios anormales en estos o contaminación”.</i>	
	E.1	<i>“Analizar la situación y reunirse con quienes nos puedan garantizar su solución”.</i>	1
	E.2	<i>“Los vendedores ambulantes deben tener un local propio y hay que ser mas estrictos con los turistas”.</i>	2
	E.3		1
	E.4	<i>“Plan de educación de reciclaje a todos los ciudadanos”.</i>	
		<i>“-Sanciones económicas. -Posible tiempo en una cárcel debido a la suma de multas. -Enseñanza pública acerca el cuidado del medioambiente”.</i>	2
5. Explica los pasos que utilizas para resolver esta problemática ambiental.	E.5	<i>“Realizar programa de limpieza, que inciten a los colombianos a limpiar y mantener en buen estado nuestra playa. Además de poner basureros en todas partes para que la gente tenga donde poner desechos”.</i>	
	E.6	<i>“Cerrar las playas algunos días y una jornada de limpieza y recuperación del mar y controles mas estrictos”.</i>	
	E.1	<i>“Paso 1.Preguntarme porqué alguien contamina una playa. Paso 2: Pensar en soluciones que afronten directamente a la problemática identificada. Paso 3: Analizar quienes pueden ayudarme a ejecutar las soluciones de la mejor manera. Paso 4: Pensar en nuevas alternativas de solución hasta conseguir el resultado esperado”.</i>	2
	E.2	<i>“Paso 1: Primero, leí previamente el artículo que me fue mostrado.</i>	

E.3	<p><i>Paso 2: Luego, pude ver con facilidad cuáles eran los responsables de los desechos en las playas.</i></p> <p><i>Paso 3: Después, busqué lugares donde hay poca y mucha contaminación y anoté las razones por las cuales se encontraban así.</i></p> <p><i>Paso 4: Finalmente, escogí las mejores ideas que a mi parecer iban a hacer un impacto positivo”.</i></p>	1
E.4	<p><i>“Paso 1: Conseguir ayuda del gobierno local (Alcaldía) para que apoye y facilite el proyecto.</i></p> <p><i>Paso 2: Investigar la manera más sencilla y eficiente de implementar esta práctica.</i></p> <p><i>Paso 3: Exponer y comunicar esta estrategia a todos los ciudadanos para que le pongan en práctica (de ahí la ayuda del gobierno).</i></p> <p><i>Paso 4: Recoger la basura de los hogares y así reciclarlas para poner el plan de acción y ayuda a nuestro mar”.</i></p>	2
E.5	<p><i>“Paso 1: Evaluar la problemática contra la cual nos encontramos y en cómo esta nos esta afectando.</i></p> <p><i>Paso 2: Pensar en las posibles soluciones para enfrentar esta problemática y descartar que afecten muy gravemente a la sociedad, la economía o las que serían muy difíciles de implementar en la sociedad.</i></p> <p><i>Paso 3: De las soluciones que nos quedan evaluar cual sería la mejor de implementar y las más efectiva que puedan disminuir los efectos a largo plazo.</i></p> <p><i>Paso 4: Evaluar las entidades y personas que necesiten para poder implementar la solución”.</i></p> <p><i>“Paso 1: Leer e identificar la problemática que se presentó en el texto. Palabras como basura o colillas de cigarrillo me lo confirmaron.</i></p> <p><i>Paso 2: Ver qué factores específicos son los que se encuentran en la playa de Castillo.</i></p> <p><i>Contaminantes, tipo de ellos, etc.</i></p>	

	<p><i>Paso 3: Pensar cuáles son los posibles culpables que hay para esta contaminación. Por el tipo de basura, pude inferir que fue por humanos.</i></p> <p><i>Paso 4: Pensar en las posibles soluciones que se pueden crear para solucionar el problema de la bahía que presenta”.</i></p>	3
E.6	<p><i>“Paso 1: Leer cuál es la problemática y analizar el problema.</i></p> <p><i>Paso 2: Empezar a buscar soluciones y hacer un plan de trabajo (jornadas de limpieza).</i></p> <p><i>Paso 3: Analizar y presentar el plan a alguien que me puede ayudar.</i></p> <p><i>Paso 4: Presentar el plan a la entidad correspondiente y que nos ayuden a solucionar la problemática”.</i></p>	

Nota. Fuente: Elaboración propia.

7.2 DISCUSIONES FINALES DEL ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN PROBLEMA

2

Este caso en términos generales habla de una problemática de contaminación de las playas de Castillogrande a partir de basuras que se describen en la unidad didáctica (ver anexo 3), es por ello que a continuación se analizan las respuestas de los estudiantes para cada una de las preguntas planteadas.

Con respecto a la primera pregunta, la respuesta de los estudiantes E2, E4 y E6 se ubica en el nivel 1, el estudiante E2 expresa *“La mayoría de contaminantes vienen del hombre, así mismo los vendedores ambulantes y los turistas siendo los principales responsables”*, el estudiante E4 dice *“Midiendo los niveles de contaminación con el medioambiente y el ecosistema”*, por último, cabe destacar la respuesta del estudiante codificado como E6 *“El origen es la gente que llega a visitar las playas y no las cuidan al igual que los vendedores ambulantes esto me lo dice el texto.”* Esta respuesta muestra que el estudiante está percibiendo el problema desde el punto de vista de un contexto social al decir que el origen de la contaminación de las playas son las personas. Desde el punto de vista de las ciencias naturales desde un carácter ambiental dejando de lado que el origen de la contaminación también se da a partir de las basuras vertidas por los vendedores ambulantes y los turistas que se encuentran en el sector, pese a ello su respuesta no se

puede considerar como “inadecuada”, para el autor Garret (1987) este tipo de situaciones para las que pueden existir varias respuestas las cuales ninguna de ellas sean correctas o equivocadas en términos absolutos, sino simplemente sea la más adecuada para un determinado conjunto de circunstancias, él considera que posiblemente hayan un conjunto de factores en conflicto en las que no se pueda estar seguros que se logre escoger la mejor respuesta.

Así mismo, Hodson y Reid (1993) (citado por España y Prieto, 2010), explican que los problemas sociocientíficos son como un contexto de aprendizaje en el cual los problemas reales pueden ser controvertidos y complejos lo que hace que se puedan considerar desde diferentes perspectivas. Para ellos, este tipo de problemas pueden ser valorados como buenos contextos que contribuyen en el desarrollo del pensamiento científico. Por otra parte, al exponer el estudiante E6 en su respuesta “...esto me lo dice el texto”, según Tamayo (2014) este tipo respuesta es característica del nivel 1 debido al empleo de las mismas expresiones utilizadas en la situación presentada, de tal manera que él dice que los estudiantes terminan describiendo lo que observaron en la pregunta.

Con respecto a los estudiantes E1 y E5 se encuentran en el nivel 2 expresan su opinión acerca del origen de la contaminación de playa considerando que ellos también han contribuido a este problema; por ejemplo el estudiante E5 dice *“El origen viene de todas las personas que visitan la bahía, que tenemos como mala costumbre, poner todo en la arena, y no limpiar cuando terminamos de usar el espacio.”*, aquí se evidencia que el estudiante se identifica con el problema en cuestión y tiene una experiencia directa con el mismo, según Velásquez (2015) se traduce en aprendizaje, debido a que él considera que el individuo asimila saberes y aprende de las experiencias del medio en la que no siempre se requiere de un docente que enseñe; esta respuesta en particular al estudiante decir que en la playa se contamina si se vierte basuras y desde su experiencia dice que debe recoger para evitar que esta se contamine. Velásquez (2015) refuerza que el aprendizaje y el medioambiente están fuertemente ligados para él no hay aprendizaje sino hay un contacto e interacción directo con el entorno.

En el nivel 4 el estudiante E3 expresa *“Creo que la falta de educación y cultura por cuidar el medioambiente han permitido la contaminación que se ve en las playas. Si las*

personas tuvieran sentido de pertenencia por sus playas/ciudad y hubiera una concientización por parte de la comunidad, el medioambiente estaría mejor cuidado”, el estudiante E3 muestra una integración entre la cultura de las personas y el cuidado del medio ambiente como afecta a la naturaleza en este caso las playas de Castillogrande, siendo consciente de la problemática y expone una reflexión acerca de la concientización de la comunidad. El estudiante da por sentado que con ello se resuelve el problema de contaminación en las playas, es por esto que según la subcategoría del nivel 3 (ver tabla 3) este propone estrategias para la resolución de problemas de manera superficial, identificando así en este caso dos variables como lo es la falta de educación y la falta de cultura que origina la contaminación en las playas, sin embargo el estudiante no puede justificar o sustentar la relación entre estas dos variables como también sus estrategias carecen de un fundamento teórico; para Tamayo (2014), “ Los estudiantes identifican con cierta facilidad los datos proporcionados en la situación, se refieren a la conclusión, logran presentar justificaciones derivadas de la experiencia directa, pero no respaldan teóricamente estas justificaciones”(p.38).

7.2.1 Situación Problema 2: Análisis De Las Respuestas De Los Estudiantes De La Pregunta 2

En consideración a la pregunta 2 la cual hace énfasis en que los estudiantes expongan con argumentos la razón del porqué el mar está contaminado, los estudiantes E1 y E2 se ubicaron en nivel 1 mientras que los estudiantes E3, E4, E5 y E6 en el nivel 2. Considerando la respuesta del E1 que dice “*Por su aspecto*”, demuestra que tiene pocos elementos para explicar que ocasionó la contaminación en la playa, es posible que desconozca el contexto social y ambiental de su entorno por lo que no fue fácil explicar con mayor amplitud el origen de la contaminación, este tipo de escenarios en el aula son propicios para que el docente a través de la enseñanza problémica contribuya en el desarrollo de la habilidad resolutoria del estudiante, García (2000) concibe el conocimiento como un proceso en el que se desarrolla formas de pensamiento o realidades, el cual da lugar a la creatividad, además insiste en la modificación del tipo de actividad que se le

ofrece al estudiante a través de un sistema de procedimientos y métodos con la finalidad de producir la activación del pensamiento.

Por su parte, los estudiantes E3, E4, E5 y E 6 se caracterizaron por estar ubicados en el nivel 2, el estudiante E3 declara “*Simplemente observando la imagen a yendo a nuestras playas y mirar a nuestro alrededor, encontramos todos estos residuos que venden y utilizan nuestros ciudadanos como “botellas plásticas, colillas de cigarrillo, tapas”, etc*”, el estudiante codificado como E4 afirma “*Se hicieron exámenes para demostrar el estado de la calidad del agua*”, por su parte el estudiante E5 “*Por el exceso de basura que se puede observar en cada rincón de la bahía. Además de animales siendo afectado por ello*”, y por último el E6 dice “*Al ver cambios en el color del agua, menos animales, olores fuertes y el exceso de basura había basuras*”.

Los anteriores estudiantes redesciben la experiencia utilizando sus propias opiniones respecto a la pregunta que se les planteó, tienen en común que las opiniones las hacen desde sus vivencias con esta problemática, sin embargo el E4, asume que “*se hicieron exámenes para determinar la calidad del agua*”, ahora bien Mora (2015) afirma que este tipo de problemas donde no hay datos en los enunciados obliga a los estudiantes a pensar en términos de hipótesis, el cual es el medio eficaz para sacar a la luz las preconcepciones de los estudiantes y a su vez, conlleva al estudiante a pensar en cuáles son los parámetros pertinentes y la forma en que estos intervienen.

7.2.2 Situación Problema 2: Análisis De Las Respuestas De Los Estudiantes En La Pregunta 3

En términos generales, la pregunta 3 hace énfasis en la identificación de variables o factores que les permite confirmar la contaminación del mar.

Ahora bien, en el nivel 2 la respuesta del E4 expresó “*Medir porcentajes de agua limpia y agua contaminada*”, aquí el estudiante infiere que al medir los porcentajes de agua limpia y contaminada puede constatar que está el mar contaminado, pero no explica con argumentos que variables contribuyen para determinar si el cuerpo de agua como el mar lo está, para que el estudiante pueda hacer este ejercicio debe conocer acerca de la contaminación del agua y sus contaminantes, además de aquellos parámetros físicos y

químicos que pueden determinar ese nivel de contaminación. Para Perales (1998) algunas variables que pueden influir en la tarea de resolver problemas tales como: La naturaleza del enunciado, el contexto de la resolución, y el solucionador este último trata acerca del conocimiento teórico, habilidades cognitivas y otras variables como la actitud, ansiedad, edad, etcétera. Consecuentemente García (1998) hace mención de la creatividad y la resolución de problemas en la que explica que cuando el estudiante elabora ideas se debe recurrir al pensamiento lógico, al intelecto y al juicio, además considera que las ideas seleccionada se le deben dar cuerpo que implique que este relacione la nueva idea que el estudiante tiene con otros saberes y con otros campos problémicos.

Por otro lado, en el nivel 3 se ubican los estudiantes E1, E2 y E3 quienes demuestran que tiene la habilidad de identificar una o dos variables, o uno o dos factores que se relacionan con el problema, por ejemplo el estudiante E3 expresa *“La cantidad de residuos que hay en nuestro mar se puede identificar en las propiedades químicas de su agua como la alcalinidad, claridad y el pH.”* En esta idea que expresa el estudiante identifica algunos de los parámetros que permiten determinar el nivel de contaminación del agua tales como la alcalinidad y el pH, es importante resaltar que el estudiante cuando habla de propiedades químicas y parámetros físicos químicos lo comprende como si fuera el mismo concepto, no logrando establecer sus diferencias y sus relaciones, esto se debe a que no tiene una comprensión conceptual del mismo. Para García (2000) explica que el desarrollo de la comprensión conceptual trae consigo un aumento continuo en el nivel de significados de los conceptos, que conlleva al alumno a aprender a determinar los conceptos necesarios para resolver el problema, a especificar las regularidades y a establecer las relaciones encontradas en el interior de los fenómenos representados por estos conceptos y así alcanzar a usar de forma apropiada estos para resolver el problema, y consecuentemente transferirlos para explicar y predecir otros fenómenos.

7.2.3 Situación Problema 2: Análisis De Las Respuestas De Los Estudiantes En La Pregunta 4

En términos generales los estudiantes E1y E3 se categorizaron según sus respuestas en el nivel 1, mientras que en el nivel 2 se ubicaron los estudiantes E2, E4, E5 y E6, esto

indica que estos no alcanzaron a identificar las variables o factores que pudieran contribuir a solucionar la problemática ambiental asociada con el entorno donde viven, sino que sólo dan opiniones de lo que sintió o pensó acerca del problema; si se toma como ejemplo el estudiante E3 este dice “*Plan de educación de reciclaje a todos los ciudadanos.*” En su respuesta el estudiante evidencia la dificultad que presenta en identificar los posibles factores que contribuyen para resolver la problemática propuesta, esto se debe a que tiene poco dominio del conocimiento científico, es por ello que Frazer (1993, citado por Jessup, (1998), p.3), explica que la resolución de problemas se compone de un proceso en el cual se utiliza el conocimiento de una disciplina determinada, así como también de técnicas y habilidades que la componen para salvar la brecha que considera que la resolución de problemas constituye un proceso en el cual se utiliza el conocimiento de una determinada disciplina, así como las técnicas y habilidades de ella para salvar la brecha que existe entre el problema y su solución.

De igual manera, en el nivel 2 se encuentra el estudiante E4 quien expresa “*Cerrar las playas algunos días y una jornada de limpieza y recuperación del mar y controles mas estrictos.*” en este punto el estudiante identificó dos variables “*jornada de limpieza*” y “*controles mas estrictos*”, para él estas dos posibles soluciones centradas en la labor social ayudarán a mitigar la contaminación del mar, este tipo de reflexiones se logran a partir de la resolución de problemas sociocientíficos los cuales son esenciales para fomentar el desarrollo del pensamiento creativo. Además el abordaje de las cuestiones sociocientíficas Santos (2007), (citado por Arias & Dallagnol, 2016), explica que la resolución de este tipo de problemas “es una oportunidad para que el estudiante construya en su rol de ciudadano, el conocimiento, habilidades y valores suficientes para tomar decisiones y soluciones responsables en relación con su realidad” (p. 1321).

7.2.4 Situación Problema 2: Análisis De Las Respuestas De Los Estudiantes En La Pregunta 5

Por último, se realizó el análisis de los pasos que los estudiantes utilizaron antes de dar solución al problema de la contaminación de las playas de Cartagena, consecuentemente, en el nivel 1 se encuentra el estudiante E3, quien demuestra en su

respuesta que no tiene una secuencia lógica de los pasos que propuso para resolver el problema (ver tabla 6) la manera como responde hace pensar que los pasos que dio como respuesta no están relacionados con el proceso mental que hizo antes para dar la solución al problema, sino como si cada paso fuera una propuesta de solución para mitigar la contaminación, es posible que sea la primera vez que enfrenta este tipo de preguntas y por lo tanto tenga insuficiencia en sus preconcepciones, para Perales (1993), este tipo de situaciones se dan en la resolución de problemas ya que esta se caracteriza por ser independiente en la estructura lógica y en gran manera dependiente de la representación mental y comprensión de parte el sujeto, además de sus ideas previas acerca de los conceptos implicados.

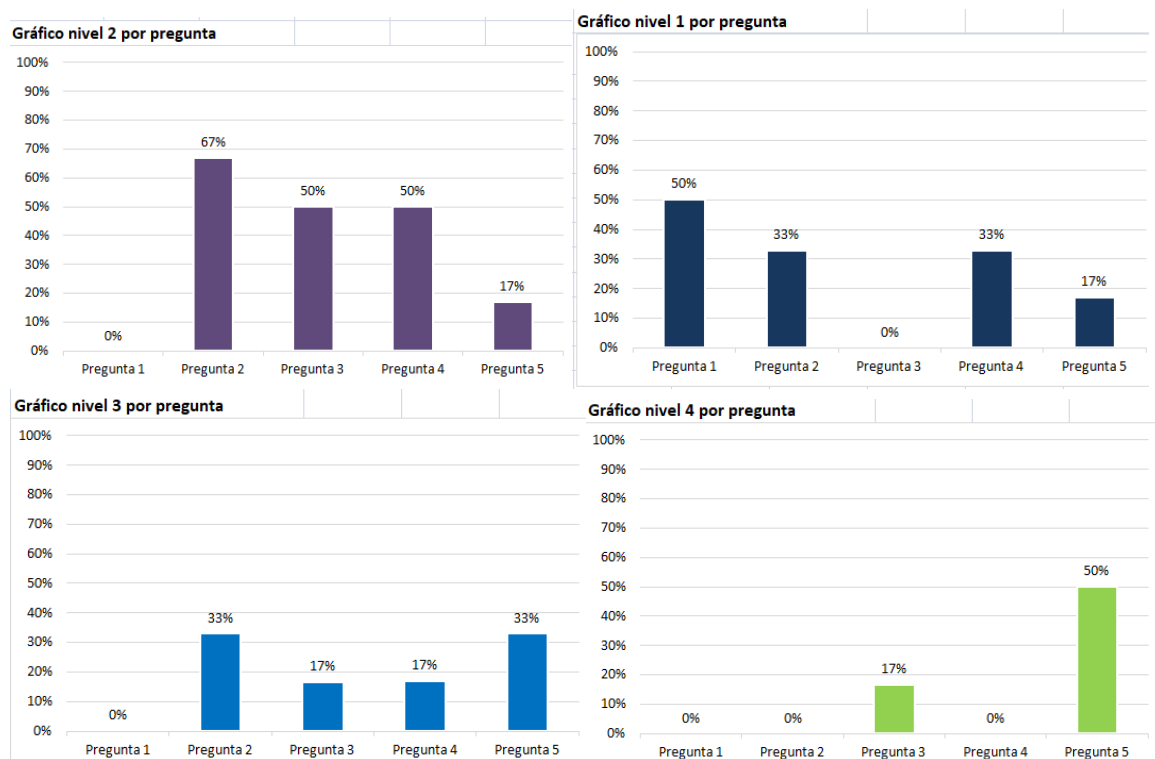
Con relación a los estudiantes E1, E2, E4 estos se ubicaron en el nivel 2, se toma como ejemplo al estudiante E1, el cual indica en sus pasos antes de resolver el problema haciéndose preguntas del porqué alguien contamina la playa, luego en las soluciones posibles hasta finalizar en las nuevas alternativas de solución sin embargo no hay coherencia entre los pasos que dijo que hizo para dar con la solución ya que si se analiza su respuesta anterior donde dice como resolver el problema el expresa “*Analizar la situación y reunirse con quienes nos puedan garantizar su solución.*” este tipo de situaciones suele pasar cuando el estudiante a través del problema logra tomar conciencia de la situación y por eso está en la incesante búsqueda de encontrarla; para Flórez, Loaiza y Velásquez (2019) a través de las estrategias de concientización, el estudiante logra transformar su forma de percibir la realidad y alcanza a relacionarlas con las experiencias de su vida, al ser conscientes de la realidad que afectan sus contextos se da lugar al planteamiento de ideas posibles de intervención en las cuales se vea favorecido su aprendizaje.

Por último, se toma como ejemplo el estudiante E5 a través de su respuesta (ver tabla 6), demuestra que hace una lectura textual de lo que se plasma en la situación problema 2, además sabe que existen factores específicos que están contaminando la playa según la lectura, trata de inferir y buscar posibles soluciones, según Kempa (1986) el estudiante en este punto debe relacionar el contenido de la pregunta con su estructura de conocimientos lo cual le ayudará a comprender la naturaleza del problema.

7.2.5 Conclusiones Sobre Niveles De Resolución De Problemas Y Niveles De Aprendizaje Del Análisis Del Pretest De La Situación Problema 2

En términos generales, podemos ver en la figura 4 (Ver Fig. 4), el resultado del análisis se expresa en valores de porcentajes para la categorización de los niveles de resolución de problemas, de acuerdo con los criterios establecidos en la categoría de análisis (Ver tabla 2), que dan evidencia de la tendencia de los niveles de resolución en las que se encuentran los estudiantes luego de haber desarrollado las preguntas del pretest.

Figura 5 Niveles de resolución de los estudiantes por pregunta de la situación problema 2



En lo que respecta a la primera pregunta del cuestionario habla sobre el origen de la contaminación de las playas los resultados arrojaron que el 50% de los estudiantes(ver figura 4) en sus concepciones iniciales el 50% se encontraron en el nivel 1, el 33% en el nivel 2 y un menor porcentaje en el nivel 4, también se puede resaltar que en términos generales la intención de las respuestas muestra que el estudiante buscó hacer una

redescripción del problema sociocientífico con un énfasis haciendo apreciaciones frente a la situación problema que se estaba planteando.

En consideración a la pregunta 2 la cual hace énfasis en que los estudiantes expongan con argumentos la razón del porqué el mar está contaminado, el gráfico que aparece en la fig. 4 (Ver fig.4) demuestra que según la categoría de análisis descrita anteriormente el 67% de los estudiantes están el nivel 2, mientras que el 33% por ciento se ubicaron en el nivel 1, también se puede evidenciar la necesidad de intervenir a través de la resolución de problemas como una estrategia de aprendizaje ya que ninguno de los estudiantes lograron ubicarse en los niveles 3, 4,5 y 6. Según García (2010) en la aplicación de la resolución de problemas como estrategia para la enseñanza describe en sus conclusiones acerca del estudiante con respecto a la resolución de problemas matemáticos en la cual expone que una de las dificultades que evidenció es que estos no utilizan los argumentos para solucionar el problema.

En términos generales, la pregunta 3 hace énfasis en la identificación de variables o factores que les permite confirmar la contaminación del mar, en este punto el 50% de los estudiantes se ubicaron en el nivel 2 y el otro 50% en el nivel 3 (ver fig.4), demostrando así que equitativamente se ubicaron en estos dos niveles, se destaca que la mitad de los estudiantes que están en el nivel 3 reconocen por lo menos una o dos variables o factores que están relacionados con los conceptos de parámetros físico-químicos del agua.

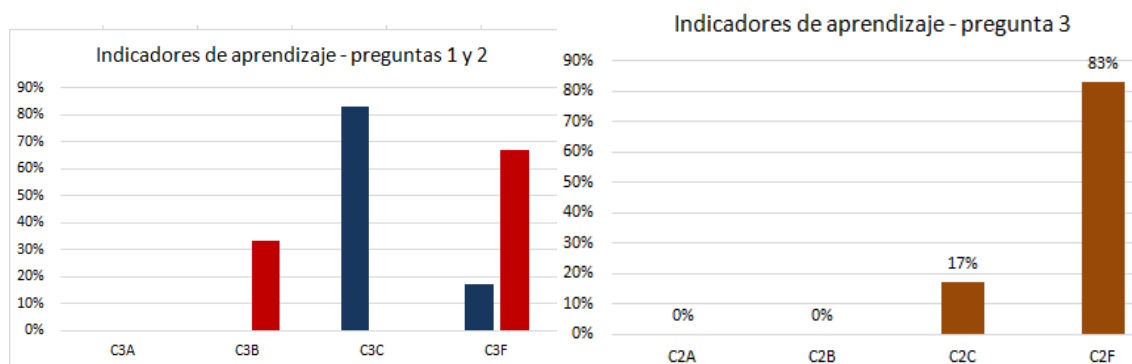
En la pregunta 4 sobresale el nivel 2 de resolución de problemas con un porcentaje del 67%, mientras que el 33% se ubicó en el nivel 1 (ver Fig. 4), esta pregunta llevó al estudiante a buscar soluciones en términos de la concientización de la ciudadanía acerca del cuidado del medio ambiente demostrando así que este tipo de problemas sociocientíficos son una plataforma interesante en donde el estudiante pueda desarrollar habilidades resolutivas a partir de problemas que son cercanos a su entorno natural.

Por último, se realizó para la pregunta 5 el análisis de los pasos que los estudiantes utilizaron antes de dar solución al problema de la contaminación de las playas de Cartagena, cuyos resultados demostraron que las respuestas del 50% de los estudiantes están sujetos a la redescripción del problema orientadas en su opinión personal del rol que

asumen como ciudadanos y lo que han escuchado o visto desde su experiencia, mientras que el 33% se ubica en el nivel 3 y en el 17% en el nivel 1.

Por su parte, los resultados en el proceso de aprendizaje (Ver fig. 5). demuestran las dificultades que presentan los estudiantes para reconocer los posibles contaminantes que se encuentran en las playas de Castillogrande a su vez identificar los factores o variables que contribuyen a determinar la calidad del agua, el 80% de los estudiantes se encuentran en un nivel básico y el 60% se encuentran en un nivel debajo del básico según el criterio de aprendizaje respectivamente.

Figura 6 Niveles de aprendizaje de la situación problema 1 del análisis del pretest



Para la pregunta 3 (ver figura 6) los indicadores de aprendizaje arrojan que el 83% de los estudiantes alcanza a reconocer por lo menos 3 factores de los 9 que están relacionado con los parámetros físico-químicos, esto se debe al escaso conocimiento científico escolar acerca de la contaminación hídrica lo cual amerita una intervención didáctica a partir de la resolución de problemas sociocientífico que garanticen una evolución conceptual acerca del mismo.

8 CONCLUSIONES

En este trabajo investigativo se permite llegar a las siguientes conclusiones:

- Este análisis muestra que la tendencia de los estudiantes es ubicarse entre los niveles 1 y 2, y una minoría se ubicó en los niveles 3 y 4.
- Se evidencia en los resultados que en las ideas iniciales los estudiantes, la mayoría de ellos se les dificultó reconocer la contaminación hídrica y sus contaminantes, esto se debe al poco dominio del concepto científico escolar acerca de esta temática.
- Se hace necesario incorporar estrategias de aprendizaje enfocado en la resolución de problemas sociocientíficos en el aula escolar para movilizar pensamientos de orden superior en los estudiantes.
- Los estudiantes alcanzaron a identificar problemas ambientales de su comunidad sin embargo presentaron dificultades para exponer posibles soluciones y plantear estrategias para resolver este tipo de problemas.

9 RECOMENDACIONES

- Se hace necesario seguir trabajando desde el aula en estrategias con enfoque sociocientífico que les permita a los estudiantes aprender acerca de la contaminación hídrica basándose en resolución de problemas.
- Es importante seguir trabajando llevando recursos en el aula en el cual el estudiante pueda tener experiencias significativas con su entorno que les permita comprender con mayor impacto las implicaciones que tiene la contaminación del agua.
- Se hace necesario vincular el diseño de unidad didáctica propuesto al currículo escolar para a futuro hacer estudios que permitan sacar conclusiones acerca del impacto en el aprendizaje de los estudiantes basados en la resolución de problemas del medioambiente.

10 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, S., Barroso, J. (2015). *La triangulación de datos como estrategia en investigación educativa*. Píxel-Bitt. Revista de Medios y Educación(47). doi:doi:
- Aguirre, L., Aristizábal, L. (2018) *Incidencia de la Resolución de Problemas en las Transformación de las Prácticas Educativas para el Desarrollo Sostenible*.
- Álvarez, O. (2013). Las unidades didácticas en la enseñanza de las Ciencias Naturales, Educación Ambiental y Pensamiento Lógico Matemático. Itinerario educativo, 27(62),115-135.
- Arias, H., Dallagnol, F. (2016). Abordaje de Cuestiones Sociocientíficas: una alternativa para trabajar la interdisciplinariedad y vivenciar interacciones CTSA. Tecné, Episteme y Didaxis: TED.
- Bárcena, A. (2015). *Estudio de la influencia de una metodología investigativa de resolución de problemas en el aprendizaje de la química en alumnos de bachillerato*. (Doctoral dissertation, Universidad Complutense de Madrid).
- Boscán, M., Montero, L., (2012). *Metodología basada en el método heurístico de Polya para el aprendizaje de la resolución de problemas matemáticos*. Escenarios, 10(2), 7-19.
- Caríssimo M., Fonalleras, M., Giordano, M., (2013), *Escritura en ciencias, Ecosistemas acuáticos* - 1a ed. - Buenos Aires: Ministerio de Educación de la Nación, 150 p.
- Centro de Escritura Javeriano. (2018). Normas APA, sexta edición. Cali, Colombia: Pontificia Universidad Javeriana, seccional Cali.
- Córdoba, M., Del Coco, V, Basualdo, J. (2010). *Agua y salud humana. Química viva*, 9(3), 105-119.
- Córdoba, R., De Keizer, O., Guerrero, E. (2006). *La aplicación del enfoque ecosistémico en la gestión de los recursos hídricos*. UICN, Quito, Ecuador, 78.
- Coronel, M., Curotto, M., (2008). *La resolución de problemas como estrategia de enseñanza y aprendizaje*. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de Catamarca Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias. Argentina, 7(2), 1-15.

- Challenger, A., (2001). *Estrategias para la conservación de ecosistemas*. Gaceta Ecológica, (61), 22-29.[fecha de Consulta 1 de Abril de 2023]. ISSN: 1405-2849.
- Flórez G, Loaiza I y Velázquez J. (2019). *El enfoque de solución de problemas en la enseñanza de las ciencias sociales, naturales y la educación ambiental*. Boletín divulgativo de la red de estudios rurales, 8(1).
- Furió Mas, C., Iturbe Barrenetxea, J., & Reyes Martín, J. V. (1994). *Contribución de la resolución de problemas como investigación al paradigma constructivista de aprendizaje de las ciencias*. Revista Investigación en la Escuela, 24, 89-100.
- Gangoso, Z. (1999). *Investigaciones en la Resolución de Problemas en Ciencias*. Investigações em Ensino de Ciências, 4 (1), 7-50.
- García, B. (2010). *Aplicación de la estrategia de resolución de problemas en la enseñanza de Física, Química y Matemáticas en la USTA*. Hallazgos, 7(14), 129-148.
- García, J. (1998). *La creatividad y la resolución de problemas como bases de un modelo didáctico alternativo*. Revista educación y pedagogía, (21), 145-173.
- García, J., (2000). *La solución de situaciones problemáticas: una estrategia didáctica para la enseñanza de la química*. Enseñanza de las Ciencias Revista de Investigación y Experiencias Didácticas.
- García, J., Rentería, E. (2013). *Resolver problemas y modelizar: un modelo de interacción*. Magis: Revista Internacional de Investigación en Educación, 5(11), 297-33
- García, A., Rodríguez, S. (2013). *Cambio actitudinal de estudiantes de octavo grado hacia el aprendizaje de interacciones biológicas mediante la resolución de problemas*. Enseñanza de las ciencias, (Extra), 01478-1482.
- García, .D. (2017). *Diseño de un proyecto de aula pedagógico desde la problemática de la contaminación del agua como un problema socio-científico para el desarrollo de competencias del siglo XXI*. Facultad de Ciencias.
- Garrett, R. M. (1988). *Resolución de problemas y creatividad: implicaciones para el currículo de Ciencias*. Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas, 224-230.
- Girbau García. Enfermería Comunitaria I. Salud Pública. Masón 2002, Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente (libro electrónico).

- González, M., Pinzón, T., (2020). *Unidad Didáctica y Lúdica para Explicar el Fenómeno de Contaminación del Agua*. Zona Próxima, (32). 41-50.
- Hernández, R., Fernández, C., Baptista, M. (2014). Metodología de la investigación (Sexta edición ed.). México D.F: McGraw Hill.
- Jessup, M. N. J. C. (1998). *Resolución de problemas y enseñanza de las ciencias naturales*. Tecné, Episteme y Didaxis: TED, (3).
- MEN, M. D. (2004). *Estándares básicos de competencias en ciencias naturales y ciencias sociales*. Santa Fe de Bogotá.
- Mora, W. (2015). *La Resolución de Problemas: De la Didáctica de las Ciencias Centrada en los Ejercicios a la Resolución de Problemas Experimentales como Investigación*.
- Kempa, R. F. (1986). *Resolución de problemas de química y estructura cognoscitiva*. Enseñanza de las Ciencias, 4(2), 099-110.
- Perales, F. (1993). *La resolución de problemas: una revisión estructurada*. Enseñanza de las Ciencias, 11(2), 170-178
- Perales, F. (1998). *La resolución de problemas en la didáctica de las ciencias experimentales*. Revista educación y pedagogía, (21), 119-143.
- Quintanilla, M.; Joglar, C.; Jara, R.; Camacho, J.; Ravanal, E.; Labarrere, A. y otros. (2010). *Resolución de problemas científicos escolares y promoción de competencias de pensamiento científico. ¿Qué piensan los docentes de química en ejercicio?* Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas, 185-198.
- Ramos, M., Muñoz, L. (2015), *La Enseñanza de la Química Ambiental: Una propuesta fundamentada en la controversia científica y la resolución de problemas*. Tecné Episteme y Didaxis: TED, (38).
- Rivarosa, A. y Perales, J. (2006) *La resolución de problemas ambientales en la escuela y en la formación inicial de maestros*. Revista iberoamericana de educación, 2006, vol. 40, p. 111-124.
- Rodiles-Hernández, R., González-Díaz, A. A., & González-Acosta, A. F. (2013). Ecosistemas acuáticos. *Chiapas*, 73(834), 100.

- Rodríguez, D., Zapata, P., (2003). *La resolución de problemas en el área de bioquímica: un enfoque cognitivo y metacognitivo*. Tecné, Episteme y Didaxis: TED, (13).
- Sánchez, O. (2007). *Ecosistemas acuáticos: diversidad, procesos, problemática y conservación. Perspectivas sobre conservación de ecosistemas acuáticos en México*, 11.
- Ojeda D., Barbosa C y Etal , el medio ambiente en Colombia , Ecosistemas
- Tamayo, O. (2014), *Pensamiento Crítico Dominio- Específico en la Didáctica de las Ciencias*.Tecné Episteme y Didaxis: TED, (36).
- Tamayo, Ó. E., Zona, R., Loaiza, Y. (2015). *El pensamiento crítico en la educación. Algunas categorías centrales en su estudio*. Revista Latinoamericana de Estudios Educativos (Colombia), 11(2), 111-133.
- Téllez, Ana. (2016). libro Química Ambiental, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua UNAN - Managua Facultad regional Multidisciplinaria de Estelí FAREM Estelí, Managua -Nicaragua.
- Torres, N. (2011). *Las cuestiones sociocientíficas: una alternativa de educación para la sostenibilidad*. Luna azul, (32), 45-51.
- Velázquez. J. (2005). *El medio ambiente, un recurso didáctico para el aprendizaje*. Revista Latinoamericana de Estudios Educativos. (Colombia), 1(1), 116-124.
- Zona, J y Giraldo, J., (2017). *Resolución de Problemas: Escenario del Pensamiento Crítico en la Didáctica de las Ciencias*. Revista Latinoamericana de Estudios Educativos (Colombia), 13(2), 122-150.

11 ANEXOS

Anexo 1

GRUPO DE INVESTIGACIÓN COGNICIÓN Y EDUCACIÓN

INVESTIGACIÓN:

Título: LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS COMO UNA ESTRATEGIA PARA EL APRENDIZAJE DE LA CONTAMINACIÓN HÍDRICA

Ciudad y fecha: _____

Yo, _____ una vez informado sobre los propósitos, objetivos, procedimientos de intervención y evaluación que se llevarán a cabo en esta investigación y los posibles riesgos que se puedan generar de ella, autorizo a _____, estudiante de la Maestría en Enseñanza de las Ciencias de la Universidad Autónoma de Manizales, para la realización de los siguientes procedimientos:

1. _____
2. _____

Adicionalmente se me informó que:

- Mi participación en esta investigación es completamente libre y voluntaria, estoy en libertad de retirarme de ella en cualquier momento.
- No recibiré beneficio personal de ninguna clase por la participación en este proyecto de investigación. Sin embargo, se espera que los resultados obtenidos permitan mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje de la Institución Educativa Colegio Jorge Washington
- Toda la información obtenida y los resultados de la investigación serán tratados confidencialmente. Esta información será archivada en papel y medio electrónico. El archivo del estudio se guardará en la Universidad Autónoma de Manizales bajo la responsabilidad de los investigadores.
- Puesto que toda la información en este proyecto de investigación es llevada al anonimato, los resultados personales no pueden estar disponibles para terceras personas como empleadores, organizaciones gubernamentales, compañías de seguros u otras instituciones educativas. Esto también se aplica a mi cónyuge, a otros miembros de mi familia y a mis médicos.

Hago constar que el presente documento ha sido leído y entendido por mí en su integridad de manera libre y espontánea.

HUELLA

Firma

Documento de identidad _____ No. _____ de _____

Huella Índice derecho:

Anexo 2

Consentimiento informado

Yo _____, acudiente del estudiante: _____ y de _____ años de edad, acepto de manera voluntaria que él (ella) se incluya como sujeto de estudio en el proyecto de investigación denominado: *La resolución de problemas como una estrategia de aprendizaje de la contaminación hídrica*, luego de haber conocido y comprendido en su totalidad, la información sobre dicho proyecto, riesgos si los hubiera y beneficios directos e indirectos de su participación en el estudio, y en el entendido de que:

- La participación del alumno no repercutirá en sus actividades ni evaluaciones programadas en el curso.
- No habrá ninguna sanción para el estudiante en caso de no aceptar la invitación.
- El estudiante podrá retirarse del proyecto si lo considera conveniente, aun cuando el investigador responsable no lo solicite, informando sus razones para tal decisión. Asimismo, si así lo deseo, puedo recuperar toda la información obtenida de la participación del estudiante.
- No haré ningún gasto, ni recibiré remuneración alguna por la participación en el estudio.
- Se guardará estricta confidencialidad sobre los datos obtenidos producto de la participación, con un número de clave que ocultará la identidad del estudiante.
- Si en los resultados de la participación del alumno se hiciera evidente algún problema relacionado con el proceso de aprendizaje, se le brindará orientación al respecto.
- Puedo solicitar, en el transcurso del estudio información actualizada sobre el mismo, al investigador responsable.

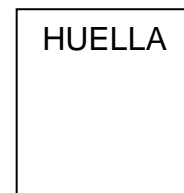
Lugar y Fecha: _____

Nombre y firma del participante: _____

Firma: _____

Número de cédula: _____

Huella índice derecho:




Nombre y firma de quien proporcionó la información para fines de consentimiento.

TESTIGOS

Nombre: Luz Ángela Zamora Castro

Anexo 3

Fecha: _____

	UNIDAD DIDACTICA		AÑO 2022
DOCENTE Información de Contacto	Luz Ángela Zamora Castro Luz.zamora@cojowa.edu.co	Asignatura	Química Ambiental
Código Estudiante		Grado	12

TEMA: CONOCIENDO NUESTRO ENTORNO. (Ver Anexo 3)

Estándar: Evalúo el potencial de los recursos naturales, la forma como se han utilizado en desarrollos tecnológicos y las consecuencias de la acción del ser humano sobre ellos.

DBA: Analiza cuestiones ambientales actuales, cómo el calentamiento global, contaminación, tala de bosques y minería, desde una visión sistémica (económico, social, ambiental y cultural).

Ciencia Tecnología y Sociedad: Justifico la importancia del recurso hídrico en el surgimiento y desarrollo de comunidades humanas.

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE:

1. Reconocer las características principales de los ecosistemas hídricos que se encuentran en nuestra región.
2. Comprender la importancia del agua como recurso natural, sus usos y sus propiedades físicas y químicas.
3. Identificar los parámetros físicos, químicos y biológicos que nos permiten determinar la calidad del agua.
4. Reconocer los contaminantes hídricos y su incidencia en el medioambiente.
5. Resolver problemas de contaminación hídrica de nuestra región o entorno ofreciendo soluciones pertinentes que mejoren la calidad de vida de los ecosistemas acuáticos.

Estimado estudiante en esta unidad didáctica aprenderá a reconocer los ecosistemas hídricos, la importancia del agua como recurso natural, sus propiedades químicas y físicas e

identificaremos los parámetros físicos, químicos y biológicos que nos permiten determinar la calidad del agua. Por otro lado, reconoceremos como se lleva a cabo la contaminación hídrica y sus fuentes de contaminación, estas actividades que se desarrollarán pretenden ayudarle en su comprensión, analizará el impacto ambiental causado por el hombre y propondrá posibles soluciones a estos problemas ambientales que se presentan en nuestro entorno, espero que disfrute aprendiendo juntos de esta temática fascinante.

Bienvenidos.



RECURSOS:

Lápices, colores, cuaderno, computador, Libro de Química-Ambiental.pdf, laboratorios.

CONCEPTOS INVOLUCRADOS: Ecosistema acuático, agua, bahía, mar, ciénaga, propiedades físicas, propiedades químicas, parámetros físicos, parámetros químicos, parámetros biológicos, contaminación, contaminantes orgánicos, contaminantes inorgánicos residuos humanos, medioambiente.

MOMENTO INICIAL (PRETEST)

Apreciado estudiante, a continuación, se presentan una serie de preguntas las cuales tienen como propósito indagar por sus ideas sobre la temática de la contaminación ambiental y sobre su capacidad para resolver problemas. Por favor responda con toda la sinceridad posible. Este test no tiene ninguna evaluación.

Caso: _____ Edad: _____ Grado: _____

SITUACIÓN PROBLEMA 1: Contaminación de la Bahía de Cartagena

Bahía de Cartagena



La siguiente imagen muestra uno de los ecosistemas hídricos de la ciudad de Cartagena, en el año 2016 la contraloría nacional confirmó la presencia de sustancias peligrosas como mercurio, zinc y cobre, en aguas de la caribeña ciudad de Cartagena, tras recibir una denuncia por posibles daños ambientales provocados por el proyecto de ampliación del canal de acceso a la bahía. La queja, interpuesta por un consultor de la Corporación de Inspectoría Ambiental, aseguraba que tras el dragado de la bahía han quedado residuos ‘en concentraciones que constituyen factores de riesgo para la salud de las comunidades’ aledañas al lugar, ahondó el ente de control. En ese sentido, la entidad aseguró que la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales y los organismos de sanidad local y nacional deben identificar los niveles de concentración de estas sustancias en los ecosistemas naturales y las consecuencias de salud que provocan en la población. (Noticia tomada del periódico el Tiempo).

Resuelve las siguientes preguntas con base a la información anterior.

1. Dibuja cómo te imaginas que sería el proceso de contaminación de la bahía.

2. En tus propias palabras explica que sucederá en los próximos años, si sigue esta problemática en la bahía de Cartagena.

3. Imagina que eres un científico que va a analizar la calidad del agua de la bahía, que criterios utilizas para comprobar que el cuerpo de agua está contaminado.

4. Cómo crees que se puede resolver esta problemática ambiental.

5. Explica los pasos que utilizas para resolver esta problemática ambiental.

Paso 1:

Paso 2:

Paso 3:

Paso 4:

SITUACIÓN PROBLEMA 2: Contaminación en las playas de Castillo grande.



La contaminación de playas y océanos es una de las problemáticas que más inquieta a las entidades ambientales de nuestra ciudad de Cartagena, ya que son el “pan de cada día” y en su mayoría generadas por las acciones del hombre.

En la cotidianidad los vendedores ambulantes, turistas y demás personas vierten desechos en las playas tales como: botellas plásticas, colillas de cigarrillos, tapas metálicas, botellas de vidrio, desechos de alimentos, mascarillas entre otros, por lo anterior se requiere que como ciudadanos brindemos soluciones con compromiso social para el cuidado y protección de nuestro entorno natural y así minimizar el impacto negativo en nuestro medioambiente. (Fuente: elaboración propia).

Resuelve las siguientes preguntas:

1. ¿Cuál crees que es el origen de la contaminación en las playas? Justifique su respuesta.

2. ¿Cómo se logró confirmar que el mar está contaminado? Justifique su respuesta.

3. Explica que variables fisicoquímicas usarías para analizar la calidad del agua de ese mar contaminado. ¿Por qué?

4. Describe las posibles soluciones que propones para esta problemática ambiental.

5. Explica los pasos que utilizas para resolver esta problemática ambiental.

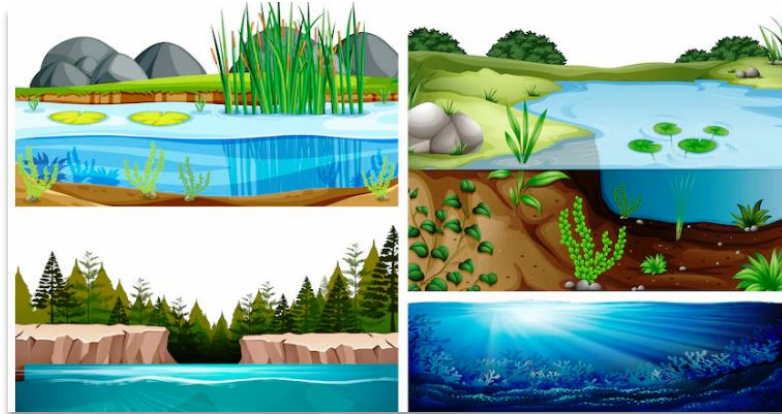
Paso1:

Paso2:

Paso3:

Paso4:

Momento II. APRENDIENDO JUNTOS : Ecosistemas acuáticos y el agua.



Introducción de ecosistemas hídricos.

Los ecosistemas acuáticos tropicales comprenden una amplia gama de hábitat. Por ejemplo, lagunas costeras, estuarios, lagos grandes y caudalosos ríos, llanuras aluviales, pequeños arroyos, manantiales, acuíferos y humedales los cuales se caracterizan por tener una elevada productividad biológica. Estos hábitat albergan una gran variedad de organismos, entre los cuales se encuentran los peces óseos, tiburones y rayas; diversas especies de crustáceos como camarones, langostinos y jaibas; algunos reptiles como tortugas, caimanes y cocodrilos; así como aves y mamíferos terrestres que utilizan estos ambientes para aprovechar los recursos de alimentación y las áreas de crianza o reproducción que éstos les proporcionan. Por lo anterior, se hace necesario reconocer como funciona el ecosistema hídrico para poder conservarlo y así evitar su deterioro en el medio ambiente.

Ecosistemas acuáticos: Recordemos que un ecosistema es una comunidad de organismos de diferentes especies que interactúan entre sí y con el medio en el que viven. El agua como un gran ecosistema posee características abióticas y bióticas.

Entre las primeras tenemos la temperatura, la densidad, la turbidez, las sales en disolución, la penetración de la luz en el agua. Los gases más importantes disueltos en el agua son el oxígeno y el dióxido de carbono. Normalmente, el oxígeno (O₂) se encuentra en el agua en una proporción de 9 mg/litro, a una temperatura de 15 C, y el dióxido de carbono (CO₂) en una relación de 4 mg/litro.

Las reacciones que producen estos gases en el agua cambian fácilmente su composición química. Así cuando aumenta el O₂ disminuye el CO₂ y viceversa. Según el tipo de agua,

existen sólidos disueltos en ella. (Ver tabla 1). Estas sales son importantes para el desarrollo de la vida en ecosistemas de agua dulce.

Tabla 1. Sólidos disueltos en agua.

Sólidos	Mg/Litro
Carbonatos	20-30
Sulfatos	8-10
Cloruros	6-8
Nitratos	0,3-0,6
Fosfatos	0,01-0,05

Tomado del libro de ciencias naturaleza y salud de 8 grado.

Por tanto, conocer el comportamiento de los parámetros fisicoquímicos del agua es una herramienta necesaria para establecer medidas de conservación del recurso, protección de la vida acuática, determinar su uso en actividades recreativas, generación de energía eléctrica o su uso en el sector agropecuario que comprenden riego agrícola, agua de consumo para animales, el establecimiento de unidades acuícolas y de sistemas integrados. Sin embargo, el deterioro de la calidad y la escasez del agua ocasionados por factores naturales y por actividades del hombre son problemáticas que afectan la producción de alimentos, la salud, la estabilidad política y social a nivel mundial.

Clases de Ecosistemas acuáticos. Dentro de los ecosistemas acuáticos hallamos tres grandes grupos: los mares, cuya característica principal es su salinidad, los estuarios, que se caracterizan por tener agua salobre (mezcla de agua salada proveniente del mar y agua dulce proveniente de un río); y las aguas continentales (de agua dulce) las cuales se clasifican en lóticos (aguas corrientes) y lénticos (aguas quietas) entre las cuales se encuentran los lagos, los ríos, las aguas subterráneas y los pantanos. (Ver fig. 1)



→ Las barreras de coral y las ostras son algunos de los organismos más afectados con la acidificación de los océanos.

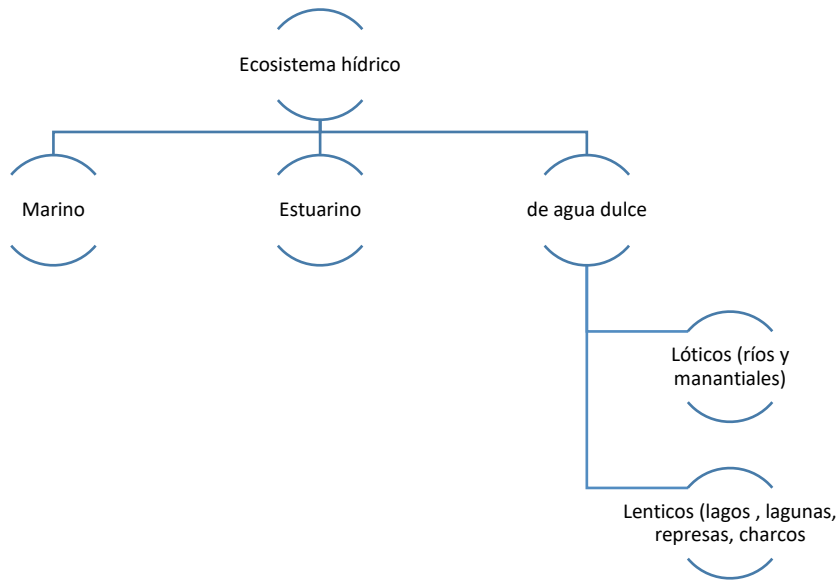


Figura 1. Mapa conceptual de Ecosistema Hídrico.

Importancia del agua como recurso natural.

Es bien sabido por todos que, no podemos vivir sin agua. Ella es tan necesaria como los alimentos que ingerimos y como el aire que respiramos. Pues como se afirma, es esencial para el desarrollo de la vida en nuestro planeta. Indiscutiblemente la vida se inició en el agua, esta fue el medio inicial para su desarrollo por las características especiales de sus moléculas y sus propiedades únicas (solvente universal, sus convenientes valores de punto de fusión, punto de ebullición, punto de congelación, calor de vaporización y tensión superficial). El agua como soporte para la vida acuática, es importante para el desarrollo de múltiples formas de vida, tanto microscópicas como macroscópicas. Aunque los organismos terrestres han desarrollado órganos especializados para vivir fuera del agua, ésta es la molécula más abundante en todos los seres vivos, los cuales se encuentran conformados de 70 a 95% por

este líquido. Se estima que los seres humanos necesitamos de 2-3 litros de agua potable para mantener el equilibrio hídrico.

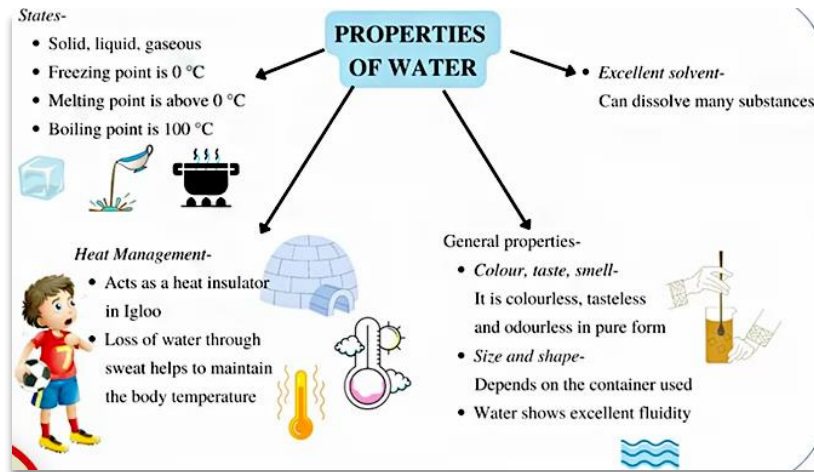


Ahora bien, la capacidad de disolución de diferentes sustancias convierte al agua el medio de transporte ideal de muchos materiales tanto dentro de los organismos como en la biosfera. En los animales, la sangre, la linfa y la orina son tres líquidos con altos contenidos de agua que transportan sustancias dentro de estos seres vivos. Todos los mamíferos y algunos reptiles se “refrigeran” eficientemente perdiendo calor por evaporización del sudor; gracias al elevado calor de evaporización del agua que conforma sus cuerpos. Las plantas superiores son capaces de transportar elementos nutritivos en disolución desde las raíces hasta las hojas, por el elevado grado de cohesión interna del agua líquida, a causa de la existencia de enlaces de hidrógeno. Muchas de las propiedades biológicas de las proteínas y los ácidos nucleicos, derivan de sus interacciones con las moléculas de agua del medio que las rodea. Todas las reacciones químicas que se producen en las células tienen lugar en solución acuosa. El agua se encuentra involucrada en los importantes procesos metabólicos de los seres vivos: la fotosíntesis y la respiración celular.

Por último el agua, es un recurso natural muy valioso ya que posee distintos usos tales como: recurso alimentario, fuente de riego, fuente de vida, medios de comunicación y materia prima.

Fuente: Téllez, Ana (p.p. 59-61).

Propiedades Físicas y Químicas del Agua.



Debido a las características especiales que tiene el agua como recurso natural, vamos a estudiar [las propiedades del agua](#) dar click en el link anterior, ya habiendo leído acerca de ello dialogaremos y profundizaremos acerca de estas propiedades además de su importancia e impacto en los distintos ecosistemas hídricos. Teniendo en cuenta esta discusión resolveremos el siguiente problema.

SITUACIÓN PROBLEMA 3. Salvemos al río Viejo del Sur de Bolívar.



Los habitantes de una zona rural del Sur de Bolívar se abastecen de agua para consumo de una quebrada cercana al río viejo, donde algunas personas realizan actividades relacionadas con la extracción minera en la mina de San Carlos; allí se extrae oro utilizando métodos artesanales en donde hay presencia de mercurio y cianuros. (Fuente: Elaboración propia).



Antes de responder las siguientes preguntas se hace necesario que usted realice una consulta e investigue en qué consiste los métodos artesanales en la extracción el oro, esto es con el fin de que tenga los elementos necesarios para responder con mayor amplitud.

1. Qué problemas cree usted que están enfrentando el ecosistema hídrico y su hábitat. Justifique su respuesta.

2. Cuáles creen que son las posibles consecuencias si los habitantes consumen el agua del río. (Considere tener en cuenta las propiedades del agua). Justifique su respuesta.

3. ¿Qué otros problemas surgen a partir de la situación planteada?

4. Qué alternativas podrías dar para recuperar este recurso natural.

5. Explica los pasos que utilizas para resolver esta problemática ambiental.

Paso1:

Paso2:

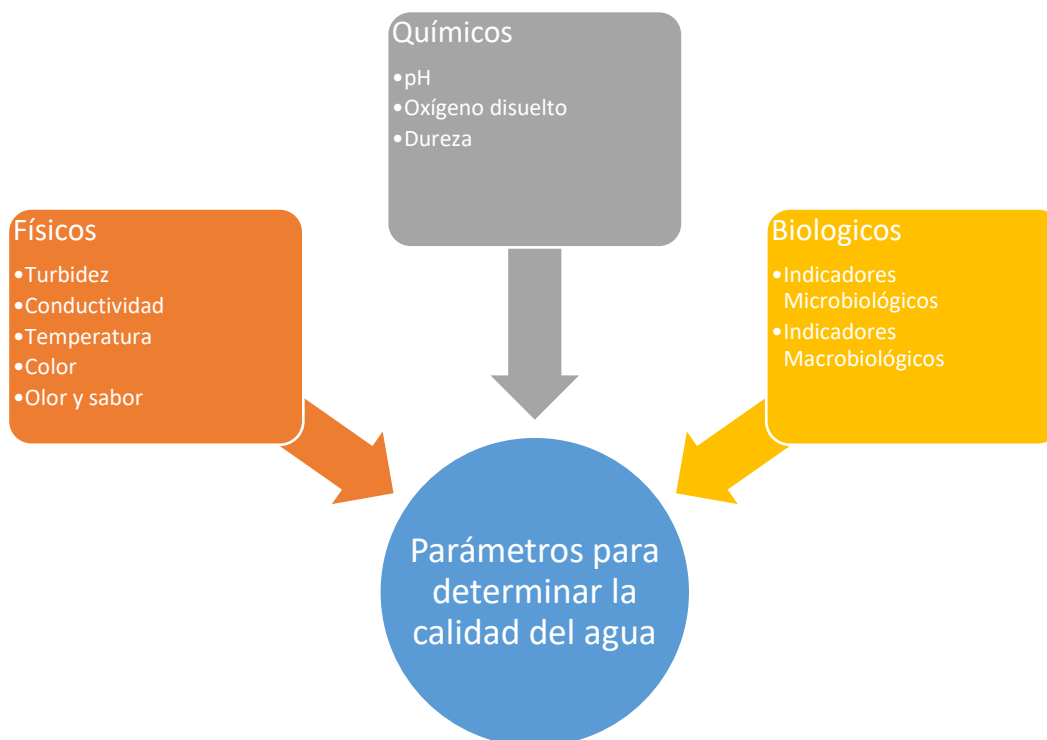
Paso3:

Paso4:

Los parámetros físicos, químicos y biológicos contribuyen en el análisis de la calidad del agua .Estos aspectos resultan de gran importancia, así pues, la calidad del agua es una variable muy importante del medio hídrico en lo que respecta a la caracterización ambiental y la planificación del recurso. Esto, con el propósito de obtener una perspectiva general sobre los niveles de intervención derivados de las actividades humanas y así poder tomar decisiones en función de una adecuada gestión de este valioso recurso, lo que lo que justifica la realización de dichos análisis para su adecuada caracterización.

A través del siguiente mapa conceptual estaremos identificando los parámetros físicos, químicos y biológicos que permiten determinar la calidad del agua en cualquier ecosistema acuático. (ver mapa conceptual). y en el siguiente link [parámetros físicos, químicos y biológicos](#) encontrará de la página 74 a la 84 con mayor detalle estos parámetros. (Ver Figura 2).

Figura 2. Mapa conceptual de los parámetros químicos para determinar la calidad del agua.



¡Vamos al Laboratorio!

A continuación vamos al laboratorio a determinar algunas de las propiedades físicas y químicas del agua(Ver link), a través del cual usted podrá comprobar la forma como puede determinar la densidad, el punto de fusión, la tensión superficial del agua y la solubilidad del agua como solvente universal.



SITUACIÓN PROBLEMA 4. Contaminación en la Ciénaga de la Virgen.



La ciénaga de la virgen se encuentra en el norte de Cartagena, la cual esta enfrentando un creciente problema ambiental. La edilesa Marcia Escobar Galé habló con preocupación del estado de la ciénaga de la Virgen, cuerpo de agua y ecosistema que es el pulmón natural de toda la localidad. La líder denunció el presunto daño ambiental que estaría causando el vertimiento de aguas residuales a la ciénaga de la Virgen. Adujo que esto sería por el mal manejo que la empresa Aguas de Cartagena del sistema del Emisario Submarino, que en palabras de la edilesa “en su momento fue vendido como un proyecto que permitiría canalizar las aguas servidas de la ciudad, hasta el lugar de expulsión, sin afectar e impactar el medio ambiente que ofrece el complejo cenagoso más importante de los cartageneros”.

Fuente: Periódico el Universal de Cartagena

1. Describe las características principales de este ecosistema y como se puede ver afectado por esta contaminación ambiental.

2. ¿Crees que Cartagena presenta contaminación hídrica desenfrenada?

¿Marca con una X Si _____, No _____ Por qué?

3. ¿Cuáles son los posibles factores que inciden en esta problemática identificada?.
Menciónalas.

Factor 1 ¿Por qué?

Factor 2: ¿Por qué?

4. Si pudieras visitar al director del medioambiente en la ciudad, que soluciones le propondrías

para mejorar la situación de la contaminación de la ciénaga de la virgen?

Explica los pasos que utilizas para resolver esta problemática ambiental.

Paso1:

Paso2:

Paso3:

Paso4:

Momento III

Después de haber aprendido acerca de las características de los ecosistemas acuáticos, la importancia de estos para nuestro medioambiente, reconocer las propiedades químicas y físicas del agua y aquellos parámetros que nos ayudan a determinar la calidad de la misma, en esta fase final tendremos la oportunidad de conocer con mayor amplitud acerca de la [contaminación del agua y fuentes de contaminación](#) (dar click al link anterior), a partir de esta lectura con la ayuda de su profesor discutiremos sobre el origen de las contaminación de las aguas y sus fuentes de contaminación, luego usted resolverá nuevamente las preguntas del pretest inicial.

Anexo 4

Rúbrica de la Unidad Didáctica: Conociendo nuestro entorno.

Logros:

1. Comprender la importancia del agua como recurso natural, sus usos y sus propiedades físicas y químicas.
2. Identificar los parámetros físicos, químicos y biológicos que nos permiten determinar la calidad del agua.
3. Reconocer los contaminantes hídricos y su incidencia en el medioambiente.
4. Resolver problemas de contaminación hídrica de nuestra región o entorno ofreciendo soluciones pertinentes que mejoren la calidad de vida de los ecosistemas acuáticos.

CRITERIOS	Sobresaliente(A) (90-100)	Notable(B) (80-89)	Suficiente(C) (70-79)	Muy deficiente(F) (0-69)
Generalidades de los ecosistemas hídricos	El estudiante reconoce todos los ecosistemas acuáticos	El estudiante reconoce la mayoría de los ecosistemas acuáticos	El estudiante reconoce algunos de los ecosistemas acuáticos	El estudiante no reconoce los ecosistemas acuáticos
Importancia del agua y sus usos.	El estudiante comprende por lo menos 5 aspectos de la importancia del agua y sus usos como recurso natural	El estudiante comprende por lo menos 4 aspectos del uso del agua como recurso natural	El estudiante comprende por lo menos 3 aspectos de la importancia del agua como recurso natural	El estudiante comprende por lo menos 3 aspectos de la importancia del agua como recurso natural
Parámetros Físico-químicos del Agua.	El estudiante identifica por lo menos 9 parámetros físico- químicos del agua	El estudiante reconoce por lo menos 7 parámetros físico-químicos del agua	El estudiante reconoce 6 parámetros físico - químicos del agua	El estudiante reconoce 5 o menos parámetros físico-químicos del agua.
Contaminación Hídrica	El estudiante reconoce por lo menos 8 contaminantes hídricos en los ecosistemas acuáticos	El estudiante reconoce 7 de los contaminantes hídricos en los ecosistemas acuáticos	El estudiante 6 de los contaminantes hídricos en los ecosistemas acuáticos	El estudiante 6 de los contaminantes hídricos en los ecosistemas acuáticos