

**FORTALECIMIENTO DE HABILIDADES DEL PENSAMIENTO CRÍTICO: EL CASO
DE LOS CONTAMINANTES EMERGENTES EN AGUAS**

LAURA JAZMÍN ALDANA CASAS

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
MAESTRIA EN DOCENCIA DE LA QUÍMICA
BOGOTÁ, COLOMBIA
2024

**FORTALECIMIENTO DE HABILIDADES DEL PENSAMIENTO CRÍTICO: EL CASO
DE LOS CONTAMINANTES EMERGENTES EN AGUAS**

LAURA JAZMÍN ALDANA CASAS

Tesis de maestría para optar por el título de Magister en Docencia de la Química

DIEGO ALEXANDER BLANCO MARTÍNEZ
MAGISTER EN CIENCIAS – QUÍMICA
DIRECTOR

YOLANDA LADINO OSPINA
DOCTORA EN EDUCACIÓN
MAGISTER EN DOCENCIA DE LA QUÍMICA
CODIRECTORA

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
MAESTRÍA EN DOCENCIA DE LA QUÍMICA
BOGOTÁ, COLOMBIA
2024

NOTA DE ACEPTACIÓN

FIRMA DEL EVALUADOR INTERNO

FIRMA DEL EVALUADOR EXTERNO

FIRMA DEL DIRECTOR

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a la madre Tierra, quién sin ella no gozaría de salud, paciencia, buena energía y capacidad para vencer cualquier barrera. Además de incitarme a la superación en cualquiera de los ámbitos de la vida.

Dedico este trabajo al universo por permitirme contar con la dicha de existir, ser y formarme desde los distintos constructos cognitivos, emocionales y sociales.

Sin lugar a duda, lo dedico completamente a mis padres ***Gilma*** y ***Eder***, quiénes me brindaron las bases más importantes de mi educación, me infundaron valores, me forjaron en carácter y han sido el camino de motivación para cumplir mis sueños e ideales. Aquellos que con cada palabra precisa me invitan a realizar lo más complejo de la vida y a lograrlo.

AGRADECIMIENTOS

Es importante agradecer a cada una de esas personas que desde el ámbito académico, profesional y afectivo se han encontrado acompañando este camino por la maestría, buscando mi crecimiento y fortalecimiento conceptual y pedagógico.

Es así como le agradezco al profesor **Diego Alexander Blanco** quién me ha brindado sus conocimientos y habilidades para fortalecer cada apartado de este trabajo de investigación, así como su calidez humana y afabilidad.

Por otra parte, le agradezco a la profesora **Yolanda Ladino** quién además de sus conocimientos y experticia profesional me ha brindado su apoyo para encaminar un buen trabajo de investigación.

Agradecerle al profesor evaluador **Royman Pérez** quién con su bonita actitud, palabras asertivas, discurso elocuente y experiencia profesional permitió que se modificara, aceptara y enriqueciera este trabajo investigativo, así como a la profesora evaluadora **Leidy Ariza** por sus oportunos aportes, comentarios y opiniones para fortalecerlo.

A su vez, agradezco a los estudiantes del grado 903^o de la Institución Educativa San Rafael de Albania – La Guajira por su disposición y esfuerzo para contribuir académicamente con las actividades dispuestas según el presente trabajo de investigación.

Asimismo, agradezco infinitamente a mi familia, amigos, colegas y compañeros con los cuales he logrado acercamientos maravillosos a partir de momentos agradables y felices, así como el encuentro de palabras amables y motivadoras para continuar en el campo de la educación.

TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN	8
2.	FORMULACIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA	10
3.	JUSTIFICACIÓN	12
4.	OBJETIVOS	14
4.1.	Objetivo General	14
4.2.	Objetivos Específicos.....	14
5.	ANTECEDENTES	15
5.1.	Habilidades del pensamiento crítico	15
5.2.	Aprendizaje basado en retos (ABR).....	17
5.3.	Implicaciones de los contaminantes emergentes	20
6.	MARCO CONCEPTUAL.....	24
6.1.	Habilidades del pensamiento crítico “Solución de problemas y toma de decisiones”	24
6.2.	Estrategia metodológica: Aprendizaje basado en retos (ABR)	26
6.3.	Contaminantes emergentes.....	28
6.4.	Tratamientos avanzados para la remoción de los contaminantes emergentes	29
7.	METODOLOGÍA.....	30
7.1.	Paradigma, Metodología y Método de investigación.....	30
7.2.	Fases de investigación e instrumentos de recolección de datos	31
7.3.	Técnicas para analizar los datos.....	32
7.4.	Criterios de calidad de la investigación.....	34
8.	RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	36
8.1.	Fase I/Etapa inicial: Actividades diagnósticas	36
8.2.	Fase II/Etapa intermedia: Actividad N° 1 y N° 2.....	40
8.3.	Fase III/Etapa avanzada: Actividad N° 3 y N° 4	43
8.4.	Fase IV/Etapa final: Validación del instrumento de caracterización de habilidades de pensamiento crítico “solución de problemas y toma de decisiones”.....	45
8.4.1.	Análisis descriptivo de la parte I del instrumento de validación	47
8.4.2.	Análisis descriptivo de la parte II del instrumento de validación	51
8.4.3.	Selección de situaciones a implementar para conocer el fortalecimiento de habilidades de pensamiento crítico en un grupo de estudiantes	53
8.5.	Abordaje de reto: “El poder de filtrar lo invisible”	54
8.5.1.	Nivel básico.	54
8.5.2.	Nivel avanzado.....	56
8.6.	Evaluación del fortalecimiento de habilidades del pensamiento crítico “toma de decisiones y solución de problemas” a través de un instrumento final.	58
8.6.1.	Habilidad del pensamiento crítico “Solución de problemas”	58
8.6.2.	Habilidad del pensamiento crítico “Toma de decisiones”	60

9.	CONCLUSIONES	62
10.	RECOMENDACIONES.....	64
11.	BIBLIOGRAFÍA.....	65
12.	ANEXOS.....	68

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Habilidades del pensamiento crítico.....	25
Tabla 2.	Tratamientos avanzados y sus tipos.	29
Tabla 3.	Fases, etapas e instrumentos	31
Tabla 4.	Categorías según cada habilidad del pensamiento crítico.	33
Tabla 5.	Metodología desarrollada para la presente investigación.	35
Tabla 6.	Respuestas obtenidas por parte del grupo de estudiantes en la investigación.	39
Tabla 7.	Respuestas obtenidas por parte del grupo de estudiantes en la investigación.	44
Tabla 8.	Respuestas obtenidas para los parámetros fisicoquímicos de las muestras de agua	45
Tabla 9.	Información de los participantes del proceso de validación.	46
Tabla 10.	Clasificación por situación frente a las habilidades de pensamiento crítico.	46
Tabla 11.	Resultados obtenidos de la parte II de la situación 1 y 3.	51
Tabla 12.	Resultados obtenidos de la parte II de la situación 2,4 y 5.	52
Tabla 13.	Resultados obtenidos de la parte II de la situación 2,4 y 5.	58
Tabla 14.	Resultados frente a la situación 1 enfocada a la solución de problemas.	59
Tabla 15.	Resultados frente a la situación 2 enfocada a la toma de decisiones.	60

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Procesos del pensamiento crítico	24
Figura 2.	Etapas del aprendizaje basado en retos (ABR)	27
Figura 3.	Elementos del aprendizaje basado en retos	27
Figura 4.	Nube de palabras con las respuestas de la primera pregunta	41
Figura 5.	Nube de palabras con las respuestas de la segunda pregunta	42
Figura 6.	Red conceptual a partir de la categoría A.	47
Figura 7.	Red conceptual a partir de la categoría B.	48
Figura 8.	Red conceptual a partir de la categoría C.....	48
Figura 9.	Red conceptual a partir de la categoría D.....	49
Figura 10.	Red conceptual a partir de la categoría E	50
Figura 11.	Red conceptual a partir de la categoría F	51
Figura 12.	Representación de prototipos de filtración	55
Figura 13.	Tratamientos primarios, secundarios y terciarios relacionados al prototipo de filtración.....	56
Figura 14.	Prototipos de filtro e identificación de parámetros fisicoquímicos.	57

1. INTRODUCCIÓN

Este trabajo de investigación se centra en el fortalecimiento de las habilidades de pensamiento crítico, toma de decisiones y solución de problemas en estudiantes de noveno grado 903º de la Institución Educativa San Rafael de Albania – La Guajira, a través de la metodología del aprendizaje basado en retos (ABR) aplicada a la problemática de los contaminantes emergentes en aguas.

Las habilidades de pensamiento “toma de decisiones y solución de problemas” son esenciales en el proceso formativo de los estudiantes para desenvolverse críticamente en un mundo cambiante, con nuevas necesidades y problemáticas socioambientales. De este modo, los estudiantes estarán en la capacidad de reflexionar, compartir percepciones y participar de la toma de decisiones fundamentadas o informadas desde los referentes teóricos propios de la Química para la solución de problemas desde contextos particulares al abordar un reto científico.

En este sentido, a través de la metodología del aprendizaje basado en retos (ABR) se establecen diferentes etapas para acercar al estudiante a una problemática, definirla y abordarla desde su contexto, además de fortalecer y desarrollar habilidades del pensamiento crítico (Observatorio de innovación educativa, 2015).

Tal es el caso de la problemática de los contaminantes emergentes en el recurso hídrico. Se ha encontrado que estos se encuentran presentes en el ciclo urbano del agua, iniciando en la captación y en procesos como la potabilización, distribución, uso, conducción, escorrentía y efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales, principalmente donde solo se hacen tratamientos primarios. Se ha demostrado que estos contaminantes se aportan a través de múltiples fuentes, dentro de las cuales se contemplan aguas residuales domésticas, industriales e institucionales (Peña-Guzmán et al 2024).

De igual modo, se ha encontrado la dificultad de realizar estudios avanzados acerca de los contaminantes emergentes dado que estos se detectan en el orden de partes por millón o incluso por billón, requiriendo instrumentos de laboratorio y herramientas costosas para su determinación, identificación y cuantificación (Peña-Guzmán et al 2024).

En el presente documento se muestra una justificación encaminada hacia el abordaje de la problemática de los contaminantes emergentes, los cuales han generado un impacto

significativo sobre el medio ambiente y la salud humana. Estos han sido reportados de acuerdo con su disposición inadecuada o excreciones humanas impactando a las aguas subterráneas y superficiales. Siendo una situación desconocida por parte de la comunidad educativa y, por tanto, se hace pertinente su abordaje desde el aula de clase para involucrar y fortalecer habilidades necesarias para el desarrollo del pensamiento crítico. En este sentido, se busca mediar el proceso de aprendizaje de los estudiantes a través de la estrategia metodológica del aprendizaje basado en retos (ABR), así como fortalecer las habilidades del pensamiento crítico como es el caso de la solución de problemas y la toma de decisiones. En seguida, se presenta la pregunta de investigación y los objetivos que orientaron este trabajo de investigación. Asimismo, se evidencian los antecedentes y referentes conceptuales los cuales se basaron en las habilidades de pensamiento crítico “solución de problemas y toma de decisiones”, el aprendizaje basado en retos (ABR) y los contaminantes emergentes. Posterior a ello, se describe la metodología que se tuvo en cuenta para el desarrollo y aplicación del presente trabajo, la cual se encuentra estructurada en cuatro etapas: inicial, intermedia, avanzada y final. Finalmente, se visibilizan los resultados y sus respectivos análisis de acuerdo con las etapas descritas, así como las respectivas conclusiones.

2. FORMULACIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

En la actualidad, ante el desarrollo de nuevas tecnologías de análisis y los avances en cuanto a la determinación de contaminantes emergentes se ha logrado detectar su presencia en aguas residuales, subterráneas e incluso después de haber pasado por un tratamiento previo, lo cual representa un riesgo potencial para la vida, teniendo en cuenta que tanto las personas como los animales pueden incorporarlos a través del agua potable o de otras fuentes por bioacumulación en hortalizas y vegetales. Según González (2016) estos contaminantes son procedentes de fármacos, pesticidas, drogas de abuso, surfactantes, entre otras sustancias. Algunos de estos tienden a persistir en las matrices de agua, ya que son difícilmente alterados por tratamientos convencionales.

Lo anterior conlleva, a que con el paso del tiempo se detecten nuevos compuestos orgánicos e inorgánicos en las matrices de agua y se sumen a los ya existentes e incluso se formen intermediarios ante el incremento de su grado de toxicidad, por lo cual se dificulta su tratamiento y se requieran elevados costos para su eliminación (González, 2016).

Asimismo, se consideran compuestos con alto riesgo para la salud y el medio ambiente, ya que, al presentar gran afinidad por los tejidos grasos, se pueden generar procesos de bioacumulación, bioconcentración y biomagnificación en los organismos, lo cual alteraría los eslabones de la cadena alimenticia, así como persistir no solamente en el agua sino también en los suelos (González, 2016).

Es así como las plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) se han encargado de eliminar la mayor cantidad de contaminantes, sin embargo, los emergentes dadas sus propiedades químicas, lipofilicidad y ubicuidad se mantienen en el medio ambiente y están presentes en sedimentos, aguas superficiales y agua potable (Muñiz, 2021).

Teniendo en cuenta dicha problemática y sus efectos para la comunidad, es fundamental reconocerla desde la educación, para que desde el proceso de enseñanza-aprendizaje se apropien metodologías aplicadas a la resolución de problemas enfocados al contexto, se relacionen contenidos de tipo científico para su comprensión y haya una aproximación directa a la situación que se pretende analizar para la búsqueda y aplicación de soluciones (Observatorio de innovación educativa, 2015).

Es así como desde la educación básica secundaria se debe incentivar a los estudiantes a tener autonomía, adaptarse a los cambios, tener iniciativa, potenciar la curiosidad y prepararse para la resolución de problemas reales. Por tanto, debe contribuir a que los estudiantes desarrollen la capacidad de argumentar hechos y problemas sociales, tomar decisiones fundamentadas y actuar. De tal manera que, se favorezca el desarrollo de las habilidades del pensamiento crítico “toma de decisiones y solución de problemas” (Oliveras, Sanmartí & Simón, 2018).

En tal sentido, mediante la metodología del aprendizaje basado en retos (ABR) se busca integrar elementos teóricos y prácticos para el aprendizaje de los estudiantes, con los cuales comprendan su entorno, orienten su acción de manera creativa y responsable, profundicen en una situación problemática real, definan un reto e implementen para éste una solución (Observatorio de innovación educativa, 2015).

Para lo anterior se necesitaría del reconocimiento y selección de información relevante, contrastación de diferentes alternativas de solución, comunicación de resultados, construcción de recursos e interpretación del entorno, lo cual hace parte de las fases del aprendizaje basado en retos (ABR) (Beltrán & Torres, 2009).

De acuerdo con la problemática de los contaminantes emergentes en el agua y su riesgo potencial frente a la salud y el medio ambiente, se hace necesario incorporar el aprendizaje basado en retos (ABR) con la intención de reconocer dicha problemática y diseñar un reto para el fortalecimiento de las habilidades del pensamiento crítico, toma de decisiones y solución de problemas en estudiantes de educación básica secundaria, en tal sentido, la pregunta de investigación que orientó este trabajo es:

¿Qué caracteriza el diseño de un reto centrado en los contaminantes emergentes en aguas para el fortalecimiento de las habilidades de pensamiento crítico, toma de decisiones y solución de problemas, en un grupo de estudiantes de grado 903º de la I.E. San Rafael de Albania – La Guajira?

3. JUSTIFICACIÓN

Este trabajo de investigación se considera relevante y pertinente porque el Departamento de Química de la Universidad Pedagógica Nacional se caracteriza en sus procesos de formación en Química y ciencias afines por la búsqueda de objetos de estudio en el contexto del entorno y su realidad para ser investigados y solucionados a partir de estrategias y acciones interdisciplinarias. Así como, producir y difundir conocimiento didáctico para mejorar las prácticas educativas (Universidad Pedagógica Nacional, 2023).

En tal sentido, el objeto de estudio que se presenta y es de interés investigativo por parte de la comunidad científica debido al aumento de la concentración de los principios activos o metabolitos secundarios en las geósferas terrestres, es el de los contaminantes emergentes. Según Gil et al (2012) son considerados como compuestos de distinto origen y naturaleza Química, los cuales han sido inadvertidos en el agua, aire, suelo o sedimentos, y como consecuencia generan problemas para el ambiente y la salud humana. Incluso al ser compuestos en concentraciones traza se presentan dificultades para su cuantificación y remoción.

Tal es el caso de algunos contaminantes emergentes que han sido reportados en aguas subterráneas y superficiales además de encontrarse en el agua potable. Teniendo en cuenta que dicha contaminación proviene directamente de las excreciones en donde parte de estos no son metabolizados por el cuerpo y, por otra parte, provienen de la disposición inadecuada de sus residuos (Quesada et al, 2009).

En consideración con lo anterior, siendo una problemática que afecta los ecosistemas por bioacumulación y biomagnificación, a la salud humana y considerarse como una situación desconocida por la comunidad educativa, se hace fundamental abordarla desde el aula de clase para generar procesos formativos encaminados a la apropiación de conocimientos, fomentar la sensibilización por el cuidado del entorno y la generación de acciones concretas en la comunidad (Ramírez, 2008).

En consecuencia, se hace necesario involucrar y fortalecer habilidades del pensamiento crítico, teniendo en cuenta las transformaciones y necesidades de la sociedad actual. Es así como la toma de decisiones y solución de problemas se hacen indispensables por su relevancia para la definición de los problemas, el reconocimiento de objetivos y el planteamiento de alternativas de solución (Beltrán & Torres, 2009).

De igual manera, mediante la estrategia metodológica del aprendizaje basado en retos (ABR) se busca que los estudiantes aprendan y se vinculen a su entorno para favorecer la comprensión de contenidos y el fortalecimiento de las habilidades de pensamiento crítico. De acuerdo con el Observatorio de innovación educativa (2015) dicha estrategia permite el trabajo colaborativo y en comunidad para la solución real de un reto, además de considerarse como una oportunidad para relacionar situaciones del contexto a la enseñanza y aprendizaje, y proponer acciones reales que puedan ser llevadas a cabo por los estudiantes.

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo General

Analizar las habilidades de pensamiento crítico, toma de decisiones y solución de problemas” que se fortalecen, en un grupo de estudiantes de noveno grado 903º de la I.E. San Rafael de Albania – La Guajira, cuando se estudian los contaminantes emergentes en aguas mediante la estrategia metodológica del aprendizaje basado en retos (ABR).

4.2. Objetivos Específicos

Identificar las habilidades de pensamiento crítico “toma de decisiones y solución de problemas”, en un grupo de estudiantes de noveno grado 903º mediante una secuencia de actividades asumida desde la estrategia metodológica del aprendizaje basado en retos (ABR) bajo el caso de los contaminantes emergentes en aguas.

Caracterizar los elementos conceptuales y metodológicos del aprendizaje basado en retos (ABR) que se incorporan en un reto mediado por una serie de actividades para el fortalecimiento de las habilidades de pensamiento crítico objeto de estudio.

Elaborar un instrumento y validarlo para caracterizar las habilidades de pensamiento crítico, toma de decisiones y solución de problemas en un grupo de estudiantes de noveno grado 903º.

5. ANTECEDENTES

En este apartado se presentan algunos aportes, metodologías investigativas y estrategias relacionados con las habilidades de pensamiento “toma de decisiones y solución de problemas”, el aprendizaje basado en retos (ABR) y los contaminantes emergentes.

5.1. Habilidades del pensamiento crítico

Facione (2007) en su ensayo, profundiza en el pensamiento crítico como el propósito de probar una idea, interpretar los significados detrás de la idea y resolver un problema, además de que es considerado como una tarea colaborativa más no competitiva. Por otra parte, destaca algunas habilidades importantes como: interpretar, analizar, inferir, explicar, evaluar y autorregular.

A través de la interpretación se pueden comprender y expresar significados, mediante el análisis se identifican inferencias supuestas y reales entre los enunciados, desde las inferencias se seleccionan los elementos clave para extraer conclusiones razonables o formular hipótesis, a partir de la explicación se presenta el razonamiento propio con reflexión y coherencia para comunicar argumentos de forma verbal o escrita, mediante la evaluación se valora la credibilidad de la información y de los resultados, y desde la autorregulación se reflexiona frente a los juicios propios utilizados en el razonamiento o resultados propios (Facione, 2007).

A partir de la reflexión teórica de Tamayo, Zona & Loaiza (2015) se dan a conocer algunas perspectivas y categorías relacionadas al pensamiento crítico. En estas, se encuentra la importancia de apropiar prácticas pedagógicas y didácticas adecuadas a los procesos cognitivos de los estudiantes para avanzar en la formación del pensamiento crítico, teniendo en cuenta que, los niños poseen ciertas destrezas cognitivas que los hacen más sensibles a su entorno, lo cual se explica desde cómo sus inferencias y percepciones son explicadas a partir de la cotidianidad.

Por tanto, desde muy cortas edades los niños son resolutivos y autónomos en sus observaciones, pues manipulan objetos y elaboran hipótesis en torno a su comportamiento, crean representaciones, clasifican la información, relacionan sus explicaciones con vivencias cotidianas, para finalmente, construir su propio conocimiento. Por lo cual, es importante aprovechar dichas destrezas en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias ya que pueden

aportar a la implementación de estrategias con las cuales se apropie el conocimiento científico y se favorezcan las actitudes hacia la ciencia y los avances científicos.

Algunas de las categorías mencionadas por los autores se refieren a potenciar la argumentación en los estudiantes a través de enunciados, textos, discursos y acciones para comprender la naturaleza, identificar y resolver problemas, y tener en cuenta la metacognición para controlar, valorar y planificar lo que se quiere aprender (Tamayo, Zona & Loaiza, 2015).

Por otra parte, en la investigación desarrollada por Orduz & Tuay (2021) se presenta un análisis bibliométrico de algunos trabajos enfocados a la formación del pensamiento crítico. Por lo cual, para evidenciar su desarrollo se requiere realizar preguntas adecuadas, hacer uso de información pertinente, seleccionar y organizar la información de manera que se pueda razonar a partir de la misma, y generar conclusiones confiables con las que se tomen decisiones acerca del mundo.

Asimismo, se requiere organizar material de enseñanza basado en problemas, el cual se aplique a través de trabajo cooperativo, debates, mesas redondas, proyectos, entre otros. Mediante estos, analizar y discutir argumentos, identificar su estructura, evaluarlos y retroalimentarlos con el fin de mantener una postura crítica, sin anular al otro, más bien tratar de convencer con argumentos (Orduz & Tuay, 2021).

Con los resultados del estudio documental realizado por las autoras Torres & García (2022) se encuentra que el pensamiento crítico es relacionado a partir de una perspectiva de desarrollo humano y sostenible. Para lo cual, se hace uso de la racionalidad social y ambiental para el reconocimiento de problemáticas, así como su incidencia en ciertos grupos poblacionales. En este sentido, se analizan las interacciones del ser humano con la naturaleza a partir de sus procesos socioculturales frente a sus prácticas socioambientales, se construyen explicaciones basadas en normatividades y posibles alternativas que conllevan a la protección y conservación del territorio, mediante la participación ciudadana y la toma de decisiones. Por otra parte, las autoras recomiendan integrar conocimientos técnicos y científicos a los problemas socioambientales con el propósito de encontrar un equilibrio social y ambiental (Torres & García, 2022).

En el estudio abordado por Causado et al (2015) se considera el pensamiento crítico como la capacidad para definir una postura a partir de los argumentos propios. Asimismo, relacionan las consideraciones de Elder & Paul (2003) para explicarlo desde el modo de pensar frente a

cualquier tema o situación teniendo en cuenta la importancia de analizar, evaluar y crear. De tal manera que, un pensador crítico tiene la capacidad de construir preguntas esenciales, ser objetivo, recopilar y seleccionar la información que es relevante, comunicarse de forma asertiva y construir conclusiones a partir de problemas complejos.

A su vez, los autores del estudio sugieren que el pensamiento crítico debe ser abordado desde las habilidades cognitivas ya que facilitan la apropiación del conocimiento, en donde, se recolecta, comprende, analiza, procesa y guarda la información, para que se utilice cuando sea necesario, y desde las aptitudes mentales, ya que el pensador tendría una visión más amplia del mundo, para interpretarlo, comprenderlo, valorarlo y transformarlo de manera positiva (Causado et al., 2015).

En este sentido, el estudiante será autónomo, autosuficiente, creativo, curioso, innovador y se interesará por la investigación. Es así como, los autores citan a Patiño (2010) para resaltar la necesidad de fomentar el hábito de cuestionarse, proponer alternativas y tener capacidad creativa, y hacer uso de la ciencia para enseñar a pensar, integrar el conocimiento, aprender de la experimentación y construir una estructura cognitiva cada vez más sólida.

Los aportes teóricos citados anteriormente aportan al presente trabajo de investigación desde la importancia de desarrollar las habilidades de pensamiento crítico para profundizar diversas situaciones, analizarlas y comprenderlas (Facione, 2007). Asimismo, la necesidad de integrar prácticas pedagógicas y didácticas afines con los procesos cognitivos de los estudiantes e implementar estrategias que permitan potenciar diferentes habilidades en los estudiantes (Tamayo, Zona & Loaiza, 2015). De igual modo, organizar material de enseñanza con preguntas adecuadas, información pertinente y presentación de problemas (Orduz & Tuay, 2021). Por otra parte, reconocer problemáticas desde la racionalidad social y ambiental, para lo cual se requiere de la participación, solución de problemas y toma de decisiones en las prácticas socioambientales (Torres & García, 2022). En consecuencia, los estudiantes tendrían la capacidad para interactuar con cualquier situación además de potenciar aptitudes mentales (Causado et al, 2015). Asimismo, con el fin de contribuir al fortalecimiento de las habilidades referenciadas, se relaciona a continuación una revisión acerca del aprendizaje basado en retos (ABR) desde sus principales aportes teóricos.

5.2. Aprendizaje basado en retos (ABR)

En el documento presentado por el Instituto Tecnológico de Monterrey (2015) se presentan ciertas comparaciones, así como algunas diferencias entre el aprendizaje basado en retos, aprendizaje vivencial, aprendizaje basado en problemas y el aprendizaje basado en proyectos. Según el aprendizaje vivencial, los estudiantes aprenden a través de sus experiencias, en donde, los estudiantes aplican lo aprendido en problemas reales, descubren información, analizan soluciones e interactúan con la comunidad educativa.

Por otra parte, mediante el aprendizaje basado en problemas se plantea una situación del entorno físico o social, esta se suele utilizar en casos ficticios. El objetivo se encuentra en resolverla sin necesidad de abordarla en la realidad, logrando el desarrollo del aprendizaje. A su vez, con el aprendizaje basado en proyectos se presenta un problema del mundo real con la intención de que los estudiantes construyan una solución específica y relacionen sus conocimientos para llevar a cabo un proyecto asignado (Instituto Tecnológico de Monterrey, 2015).

Finalmente, el aprendizaje basado en retos (ABR) permite la interacción de los estudiantes con problemáticas abiertas y generales, sobre las cuales se define el reto que abordarán en el proceso. A partir del reto se apropia el conocimiento y se concretan los recursos o herramientas que se necesitarán para su desarrollo (Instituto Tecnológico de Monterrey, 2015).

En el artículo presentado por Gibert et al (2018) dan a conocer el aprendizaje basado en retos (ABR) como la metodología que relaciona conceptos generales desde los cuales los estudiantes obtienen los retos para abordarlos en diferentes etapas. Los retos abordan situaciones que involucran a la comunidad más cercana, por lo que sus resultados generan un impacto sobre la comunidad. Asimismo, esta metodología fomenta el uso de las tecnologías de la información y la comunicación con la intención de explorar diferentes fuentes de información para adquirir nuevas ideas y comunicar los resultados obtenidos.

Esta metodología se hace integral al aplicarse a diferentes contenidos curriculares, ya que se pueden abordar situaciones reales para generar soluciones de aplicación local. En tal sentido, los estudiantes desglosan el reto desde los eventos que ocurren en su entorno, asociando lo aprendido en el aula y lo percibido fuera de esta (Gibert et al., 2018).

Para el abordaje del reto recomiendan integrar elementos como: idea general, pregunta esencial, reto, preguntas, actividades y recursos guía, solución, implementación, evaluación, validación, documentación y publicación, reflexión y diálogo, ya que permiten el desarrollo de habilidades, así como generar la calidad en los entregables y productos obtenidos del proceso (Gibert et al., 2018).

En el documento propuesto por Bilbao et al (2021) se presenta el desarrollo de la metodología del aprendizaje basado en retos (ABR) mediante un reto global relacionado con la sostenibilidad, en donde los estudiantes en Gestión de Negocios de la Universidad del País Vasco debían involucrarse para establecer la respectiva solución. Inicialmente, los docentes presentaron el reto a los estudiantes, mediante la explicación de la importancia de los objetivos del desarrollo sostenible (ODS) para la sociedad. El reto se encontró en el diseño de un “Menú sostenible” con materias primas bajo criterios de producción sostenible y responsable. Por equipos de trabajo, se debía generar una propuesta innovadora con principios económicos, sociales y medioambientales. Al finalizar, cada equipo exponía el menú correspondiente mediante una página web, en la cual debía mostrarse un portafolio acerca de la actividad económica. Dicho trabajo se organizó a partir de 11 fases estructuradas las cuales permitieron llegar a la solución del reto.

Mediante dicha actividad los estudiantes se aproximaron de forma real al reto de la sostenibilidad, ya que se enfrentaron a una situación cotidiana, desde la cual reflexionaron, analizaron y crearon para la adquisición de soluciones innovadoras, además de lograr el desarrollo de competencias sostenibles (Bilbao et al., 2021).

En el trabajo presentado por Bustos et al (2019) se considera importante el aprendizaje basado en retos (ABR) al facilitar la participación de los estudiantes, ya que toman sus propias decisiones, organizan materiales y recursos de acuerdo con el reto presentado, y enriquecen su solución mediante diferentes estímulos. El reto se suele plantear a partir de una situación próxima al estudiante para que haya conexión entre la temática y los estímulos externos. El reto se presenta mediante una pregunta provocadora para el estudiante, por lo cual, se motiva a los estudiantes a compartir sus conocimientos y habilidades investigativas para la obtención de un producto final.

Se encuentran diferentes productos finales que se pueden obtener en el trabajo escolar de los centros educativos desde la metodología del aprendizaje basado en retos (ABR). Algunos de

estos son: murales, cómics, exposiciones orales y escritas, murales, carteles, pequeñas investigaciones, folletos, grabaciones audiovisuales, folletos, blogs, entre otros (Bustos et al., 2019). Es importante que el diseño, desarrollo y finalización del reto se encuentre sistematizado en diferentes fases o etapas, en donde los contenidos y actividades relacionados sean claros para que aporten a la consecución del reto y su solución (Bustos et al., 2019).

Los estudios mencionados anteriormente aportan al presente proyecto de investigación desde la importancia de abordar la estrategia metodológica del aprendizaje basado en retos (ABR) a través de problemáticas abiertas y generales, pues a partir de estas se genera el reto, el cual conduce a la apropiación de conocimiento. Esta es su principal diferencia con respecto a otro tipo de metodologías del aprendizaje (Instituto Tecnológico de Monterrey, 2015). Los retos deben abordar situaciones que involucren a la comunidad para que generen un impacto significativo en esta. Asimismo, es importante utilizar tecnologías de la información y la comunicación para explorar información, así como divulgar los resultados (Gibert et al, 2018). De igual modo, hay evidencias del alcance de dicha metodología con respecto a la reflexión, el análisis y la creación de soluciones innovadoras (Bilbao et al., 2021). Por consiguiente, se genera una mayor participación en los estudiantes debido a la necesidad de tomar sus propias decisiones, organizar material y recursos e implementar una solución concreta en una comunidad cercana (Bustos et al., 2019). De tal manera que, dicha metodología se abordó a partir del ibuprofeno como contaminante emergente, por lo cual se hace pertinente mencionar algunos estudios en términos de su identificación y cuantificación, así como su impacto al medio ambiente y la salud humana.

5.3. Implicaciones de los contaminantes emergentes

De acuerdo con el artículo de García-Gómez et al (2011) se refieren a los contaminantes emergentes como aquellos productos farmacéuticos, del cuidado personal, surfactantes, aditivos industriales y una gran variedad de compuestos químicos que modifican las funciones endocrinas. Estos se suelen encontrar en bajas concentraciones (partes por millón o partes por trillón) y en su gran mayoría no están regulados o reglamentados.

A pesar de que, a través de la historia las plantas de tratamiento de aguas residuales han sido diseñadas con el objetivo de eliminar materia orgánica y diferentes tipos de contaminantes, con el surgimiento de los contaminantes emergentes y sus amplias propiedades químicas ha sido necesaria la utilización de tratamientos avanzados para incorporar de forma segura las

aguas residuales al medio ambiente. Tal es el caso de los sistemas membranales ya sea biológicos o no biológicos y procesos de oxidación avanzada considerados como los más apropiados para eliminar contaminantes emergentes en concentraciones traza.

Asimismo, se presentan algunos tratamientos del tipo fisicoquímico (coagulación, flotación y cloración) para eliminar compuestos farmacéuticos a pesar de que no se obtenga una remoción significativa, a su vez, se hace alusión a como los procesos de adsorción por carbón activado y tratamientos de oxidación permiten remover contaminantes emergentes de forma efectiva. En el caso del carbón activado resulta ser el adsorbente más eficaz, especialmente para aguas residuales que contienen materia orgánica refractaria y compuestos no biodegradables (García-Gómez et al., 2011).

Según León (2018) han sido reportados muchos de los contaminantes emergentes como compuestos de disrupción endocrina (EDC), lo cual genera una alarma global. Estos han sido caracterizados como agentes externos que intervienen con la formación, liberación, transporte, actividad o desplazamiento de hormonas naturales del cuerpo que mantienen la homeostasis, el desarrollo, la reproducción y el comportamiento.

Sus efectos en los ecosistemas ha sido inminente ya que han dado lugar a la reducción de la fertilidad en machos, la reducción en la tasa de eclosión de huevos de peces y aves y la alteración del comportamiento de apareamiento adulto, lo cual conlleva a una serie de implicaciones sobre la calidad de vida silvestre y humana.

En cuanto al estudio de los contaminantes emergentes se tiene que una de sus limitaciones de su análisis es la falta de equipos, técnicas y métodos estandarizados para su determinación. Sin embargo, se hace necesario implementar tratamientos avanzados que conlleven a la remoción de dichos contaminantes, tal es el caso de ciudades como Pereira en donde se han encontrado el cien por ciento de algunos contaminantes después del tratamiento de la planta, como es el caso del ibuprofeno (León, 2018).

A partir del artículo de Zarazúa-Morín et al (2024) mencionan a los residuos provenientes de industrias textiles y farmacéuticas, hospitales, hogares o productos de cuidado personal como contaminantes emergentes. Estos se caracterizan por su dificultad para eliminarse en las plantas de tratamiento o purificadoras de agua dada su estabilidad química. No se encuentran regulados o normados, por lo que no hay un límite de descarga establecido, siendo este un

problema prioritario, debido a que causan un efecto negativo a largo plazo en la biodiversidad, los hábitats, el desarrollo de resistencias bacteriológicas, entre otras.

Entre los principales contaminantes emergentes se encuentran los fármacos, los cuales no se pueden sintetizar completamente por el cuerpo humano, por lo cual una gran parte de estos termina como desechos en lo acuíferos, los cuales posteriormente se filtran en los mantos subterráneos y suelos, alterando al ecosistema y la salud humana (Zarazúa-Morín et al., 2024).

A partir del estudio realizado por Alean et al (2021) se evaluó la presencia de cinco contaminantes emergentes: ibuprofeno, naproxeno, cafeína, triclosán y gemfibrozilo en muestras de agua de consumo humano, residual y superficial tomadas en el departamento de Córdoba, siendo uno de los primeros estudios en reportar este tipo de contaminantes.

Para tal fin, se tomaron muestras de agua superficial en el río Sinú, ubicando la parte alta, media y baja de la cuenca del río. Por otra parte, las muestras de agua de consumo humano se tomaron en Montería, dado que prevalece la mayor cantidad de población, allí se ubicaron viviendas conectadas al sistema de distribución de agua de consumo humano, finalmente, las muestras de agua residual se tomaron en los canales de descarga de aguas residuales domésticas y residuos sólidos, ya que no hay una eficiente red de alcantarillado (Alean et al., 2021).

Estas muestras se guardaron en botellas de vidrio ámbar a una temperatura de 4°C, se transportaron al laboratorio de Toxicología y Gestión Ambiental de las Universidad de Córdoba y se aplicó la técnica de extracción en fase sólida (SPE) para el análisis de las muestras de agua, mientras que la detección y cuantificación se realizó por cromatografía líquida de alta eficacia con detector de arreglo de diodo y fluorescencia molecular (HPLC-DAD-FLD) (Alean et al., 2021).

En los resultados obtenidos se encontró que el ibuprofeno se detectó con mayor frecuencia, con respecto a los demás compuestos. Este se caracteriza por su ubicuidad al permanecer en el medio ambiente y causar desequilibrio en los ecosistemas. Asimismo, de acuerdo con sus características hidrofílicas como ácido orgánico débil y su vertimiento continuo al ambiente este tiene la facilidad de permanecer en el agua, acumularse en el sedimento, plantas y organismos acuáticos (Alean et al., 2021).

Los estudios que se presentan anteriormente contribuyen al presente trabajo de investigación desde la definición, identificación y caracterización de los contaminantes emergentes, siendo estos un grupo variado de productos farmacéuticos, del cuidado personal, surfactantes y aditivos industriales con amplias propiedades químicas y con facilidad de permanecer en los ecosistemas, alterando la calidad de vida de las especies. Es por esto por lo que, se hace necesaria la implementación de tratamientos avanzados, tal es el caso de sistemas membranales, procesos de oxidación avanzada, procesos de adsorción por carbón activado para remover contaminantes emergentes que se encuentran en bajas concentraciones de forma efectiva. Finalmente, se presenta el caso de los fármacos y su impacto sobre el medio ambiente, teniendo en cuenta que este grupo de compuestos no se sintetiza completamente por el cuerpo humano, por lo cual una gran parte de estos termina como desechos en el agua, mantos subterráneos y suelos.

6. MARCO CONCEPTUAL

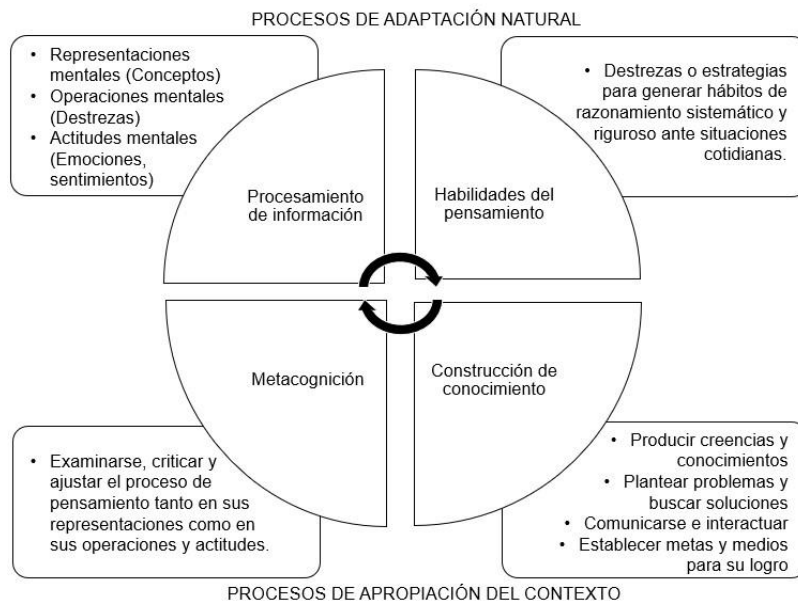
Se presenta el marco de referencia con el cual se exponen los fundamentos conceptuales en los que se enmarca el trabajo de investigación, entre los que se destacan: habilidades del pensamiento crítico, específicamente solución de problemas y toma de decisiones, la metodología del aprendizaje basado en retos, la problemática de los contaminantes emergentes y algunos tipos de tratamientos.

6.1. Habilidades del pensamiento crítico “Solución de problemas y toma de decisiones”

El proceso de pensamiento crítico consiste en la autovaloración o metacognición frente a cada una de las creencias, representaciones, estructuras cognitivas o esquemas respecto a la realidad que se busca expresar (Bezanilla et al., 2018), lo anterior se evidencia en la Figura 1. En este sentido Villarini (2003) propone cuatro momentos, los cuales se dividen en procesos de adaptación natural y procesos de apropiación del contexto, siendo fundamentales para la construcción del pensamiento crítico.

En los procesos de adaptación natural se encuentra el procesamiento de la información y las habilidades del pensamiento crítico, mientras que en los procesos de apropiación del contexto se encuentra la construcción de conocimiento y la metacognición.

Figura 1. Procesos del pensamiento crítico. Tomado y adaptado de: Villarini (2003)



Teniendo en cuenta que las habilidades del pensamiento se conciben previas a la construcción del conocimiento, se hace necesario definir las, por tanto, Halpern (2006) divide las habilidades

en cinco tipos: habilidad de razonamiento verbal, habilidad de análisis de argumentos, habilidad de prueba de hipótesis, habilidad en el uso de riesgo e incertidumbre y habilidad en la toma de decisiones y resolución de problemas. Los pensadores críticos utilizan dichas habilidades en diferentes contextos para definir o entender una situación y encaminarla hacia su solución.

Otros autores como Bezanilla et al (2018) dividen las habilidades en: analizar, razonar, cuestionar, evaluar, tomar decisiones y actuar. Las cuales de algún modo coinciden con las que presentan autores como Ennis, Facione, Paul y Elder en sus diferentes trabajos. Dichas habilidades se evidencian cuando se enfrenta una situación problema en la cual se debe actuar de forma analítica y razonable para proceder con una acción, la cual repercute de manera positiva o negativa en un determinado contexto (Bezanilla et al., 2018).

Teniendo en cuenta que para el presente trabajo de investigación se busca fortalecer la habilidad de toma de decisiones y solución de problemas, en la Tabla 1 se mencionan dichas habilidades desde lo que menciona Albertos (2015) quién retoma la propuesta de Halpern para definir las, así como algunos aportes realizados por Bezanilla et al (2015) para el planteamiento de respectivas categorías y su consecución.

Tabla 1. Habilidades del pensamiento crítico. Tomado y adaptado de: Albertos (2012); Bezanilla et al (2015)

Pensamiento crítico		
<i>Habilidades</i>	<i>Categorías</i>	<i>Implicación</i>
<i>Solución de problemas</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Analizar el problema, punto de partida, objetivo, dificultades y recursos. - Capacidad de análisis frente a una situación, para guiar el actuar y el desarrollo de una acción o actividad. 	<ul style="list-style-type: none"> - Identificar el problema - Establecer un propósito - Razonar, reflexionar y construir argumentos propios
<i>Toma de decisiones</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Analizar y evaluar alternativas, teniendo en cuenta valores, limitaciones, recursos, consecuencias y costos. - Decisiones razonadas en base a un conocimiento objetivo. 	<ul style="list-style-type: none"> - Analizar la información disponible - Identificar objetivos - Identificar alternativas - Seleccionar la alternativa y ponerla en práctica

En este sentido, la solución de problemas según Zona & Giraldo (2017) es una habilidad centrada en el conocimiento de un problema a partir de una situación presentada, esta suele tener dificultades, por lo que el estudiante es quién se encarga de encontrar, diseñar y organizar la ruta a emplear para la resolución del problema. Dado que exige la ejecución de determinadas tareas para conseguir los logros propuestos, se logra el desarrollo de procesos cognitivos sólidos y la especificidad de los procesos de resolución. Por lo tanto, al resolver un

problema se produce la apropiación y dominio de saberes, además de autovalorar los conocimientos adquiridos necesarios en el aprendizaje de contenidos.

Por otra parte, bajo lo que mencionan Carvajal & Valencia (2016) la toma de decisiones se considera como la asociación de experiencias previas para orientar la opción más acertada acerca de un proceso problémico causado en un contexto y momento determinado. Por lo tanto, es uno de los aspectos más importantes para favorecer el desarrollo y formación del estudiante teniendo en cuenta su entorno cotidiano, así como el aula en el que convive con otros estudiantes. En este sentido, los profesores como líderes y guías del proceso de aprendizaje deben intervenir en trabajar la toma de decisiones desde tempranas edades con el propósito de que dicha formación sea paralela al crecimiento del estudiante, además del fortalecimiento de los procesos cognitivos. Por lo anterior, se relaciona el aprendizaje basado en retos como estrategia metodológica para el fortalecimiento de las habilidades mencionadas, el cual se describe en el siguiente apartado.

6.2. Estrategia metodológica: Aprendizaje basado en retos (ABR)

El aprendizaje basado en retos (ABR) es una estrategia metodológica que involucra al estudiante desde el hacer o actuar en un tema de estudio, para lo cual se requiere una perspectiva del mundo real. Este acercamiento permite la estimulación de experiencias del estudiante en un contexto determinado. Mientras se aprovecha el interés de los estudiantes por el trabajo práctico, se desarrollan habilidades esenciales. Este enfoque presenta elementos comunes con el aprendizaje basado en proyectos y el aprendizaje basado en problemas, sin embargo, también comparten diferencias (Observatorio de innovación educativa, 2015).

Según el Observatorio de innovación educativa (2015) se diferencia con respecto al aprendizaje basado en proyectos que en lugar de presentar a los estudiantes un problema a resolver, se dan a conocer problemáticas abiertas y generales sobre las cuales los estudiantes pueden determinar el reto a resolver. Y con el aprendizaje basado en problemas, que antes de utilizar casos ficticios para abordar un problema y generar el aprendizaje, se utilizan situaciones reales para obtener soluciones que incidan en un lugar o población determinada.

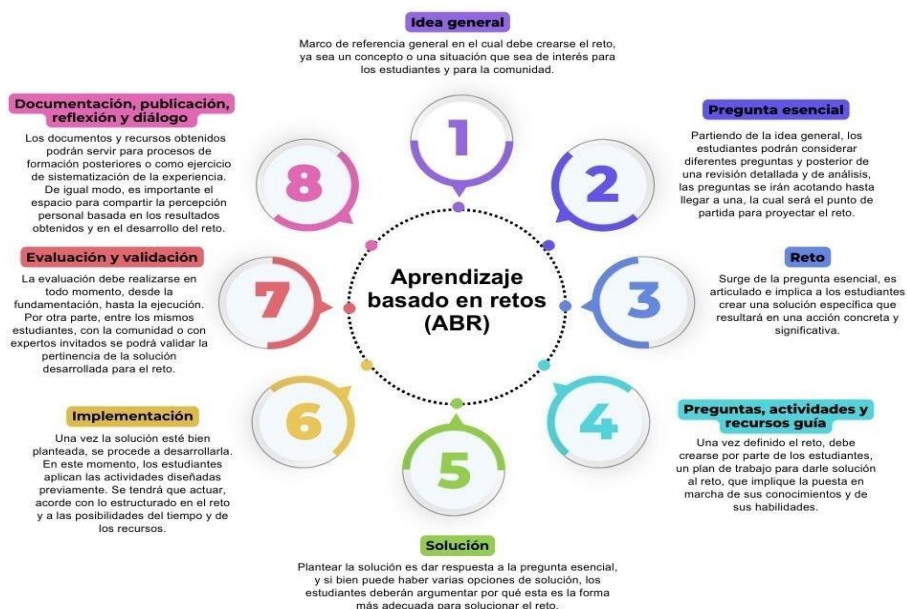
El aprendizaje basado en retos (ABR) presenta 4 etapas, las cuales se dividen en: etapa inicial, etapa intermedia, etapa avanzada y etapa final. Estas son fundamentales para el desarrollo del respectivo enfoque. Cada una de estas etapas se describen en la Figura 2.

Figura 2. Etapas del aprendizaje basado en retos (ABR). Adaptado de: Suarez (2019)



Por otra parte, dichas etapas se asocian con 8 elementos claves del aprendizaje basado en retos citados por el Observatorio de innovación educativa (2015) los cuales se dividen en: idea general, pregunta esencial, reto, preguntas, actividades y recursos guía, solución, implementación, evaluación y validación, documentación, publicación, reflexión y diálogo. Estos elementos se presentan en la Figura 3.

Figura 3. Elementos del aprendizaje basado en retos. Adaptado de: Observatorio de innovación educativa (2015)



Esta estrategia metodológica, en lo que se refiere a la evaluación, no establece un método específico de evaluación general y unificado. Sin embargo, los docentes pueden ser autónomos en la utilización de estrategias con las cuales se valoren o retroalimenten los

procesos y/o productos obtenidos durante las etapas de aplicación, anteriormente mencionadas en la Figura 2 (Gibert et al., 2018).

Durante la selección o diseño de los instrumentos de evaluación se debe tener en cuenta la relación entre entregables o productos de la solución del reto y las habilidades desarrolladas durante el proceso de aprendizaje de los estudiantes. Aunque no se descartan los métodos tradicionales de evaluación, se recomienda la integración de herramientas de evaluación alternativas (rúbricas, diarios de campo, presentaciones, reportes, videos, entre otros) ya que no solamente se evalúa el aprendizaje de nuevos conocimientos, sino su aplicación para la resolución de problemas o situaciones reales (Gibert et al., 2018). Teniendo en cuenta la importancia de temas contextualizados desde los cuales se puedan analizar problemas, apropiar conocimientos y solucionar problemas reales del entorno, a continuación, se relacionan los contaminantes emergentes desde sus principales características.

6.3. Contaminantes emergentes

Los contaminantes emergentes son compuestos químicos de diferente origen y naturaleza, cuya presencia genera efectos dañinos en el medio ambiente y los humanos. Estos se han considerado compuestos no regulados, por lo que se utilizan sin ningún limitante. Estos compuestos se caracterizan por ser bioacumulables y tóxicos, los cuales se encuentran en bajas concentraciones (partes por billón o partes por trillón) en vertientes de aguas residuales, subterráneas e incluso de consumo humano (Reinoso, Serrano & Orellana, 2017).

Entre los contaminantes emergentes se encuentran los residuos de productos de higiene personal y de limpieza, fármacos, drogas de abuso, desechos químicos, plaguicidas, entre otros. En este sentido, es importante construir conocimiento acerca de su origen, transformación y los efectos que generan, para trabajar en mecanismos de remoción y así garantizar la calidad del agua para evitar repercusiones en la salud humana y los organismos acuáticos (Reinoso, Serrano & Orellana, 2017).

De acuerdo con Tejada, Quiñonez & Peña (2014) de todos los contaminantes emergentes, los que probablemente ocasionan mayor preocupación y que se han estudiado con gran importancia, son los fármacos. Según las propiedades fisicoquímicas de los fármacos y sus metabolitos, estos compuestos alcanzan las aguas subterráneas, contaminan los acuíferos, quedan retenidos en el suelo, y se acumulan en el ecosistema y en los seres humanos, tal es el caso del ibuprofeno, al cual se le atribuyen características de fácil bioacumulación, así como

de permanecer en el agua después de aplicados los tratamientos convencionales. Teniendo en cuenta que estos no son del todo satisfactorios ya que muchos compuestos persisten sin ninguna alteración se hace necesario recurrir a tratamientos avanzados con amplia efectividad, los cuales se describen en el siguiente apartado.

6.4. Tratamientos avanzados para la remoción de los contaminantes emergentes

Dada la importancia de estudiar nuevos contaminantes como los emergentes y su amplia gama de propiedades químicas, en la Tabla 2 se describen algunos tratamientos avanzados para la remoción de este tipo de compuestos.

Tabla 2. Tratamientos avanzados y sus tipos. Tomado y adaptado de: García-Gómez et al (2011); Gil et al (2012)

Tratamientos	Tipos de tratamientos	Descripción
Tratamientos fisicoquímicos	Coagulación y floculación	Mediante la coagulación se añade una sustancia química capaz de reaccionar con las partículas suspendidas en el agua formando aglomerados. Posteriormente, con la floculación se reúnen los coágulos formados al añadir un polielectrolito al agua y de esta manera eliminarlos por sedimentación, filtración o flotación.
Procesos de adsorción	Carbón activado	Los procesos de adsorción son efectivos para remover contaminantes emergentes dadas sus interacciones hidrofóbicas con los compuestos orgánicos polares. Es así como el carbón activado resulta ser un buen adsorbente, y es utilizado para aquellas aguas residuales que contienen materia orgánica refractaria y compuestos no biodegradables.
Procesos de oxidación por ozono	Oxidación por ozono	La oxidación por ozono se caracteriza por el ataque directo de ozono sobre los compuestos contaminantes o por la obtención de radicales hidroxilos dado su gran potencial de oxidación.
Tratamientos biológicos	Lodos activados y filtros de goteo biológico	Los lodos activados y filtros de goteo biológico convierten los compuestos orgánicos disueltos en agua en biomasa para posteriormente separarla por sedimentación.
Procesos de oxidación avanzada	Cavitación, oxidación fotocatalítica, reacciones Fenton	La cavitación (irradiación ultrasónica o mediante válvulas, orificios, entre otros), la oxidación fotocatalítica (radiación UV o luz solar con catalizadores semiconductores) y las reacciones de Fenton (entre iones Fe y peróxido de hidrógeno) son procesos utilizados para la obtención de radicales hidroxilos para oxidar la mayoría de los compuestos contaminantes.
Nanofiltración con membranas	Ósmosis inversa y nanofiltración	La tecnología de filtración por membranas tales como la ósmosis inversa y la nanofiltración permiten eliminar efectivamente diferentes contaminantes. Sin embargo, la nanofiltración es menos efectiva que la ósmosis inversa ya que no se genera una remoción completa de contaminantes. Sin embargo, esta última, presenta un alto consumo energético lo cual la hace desfavorable.

7. METODOLOGÍA

7.1. Paradigma, Metodología y Método de investigación

Este trabajo de investigación se fundamentó desde el *paradigma interpretativo* ya que, a través del análisis situacional de un fenómeno como es el caso de los contaminantes emergentes en aguas, se comprenden sus particularidades, se posibilita el desarrollo de metodologías bajo la relación de realidades que confluyen en diferentes escenarios, y de esta manera, destacar diversos datos, perspectivas y formas de darle sentido a las situaciones de la cotidianidad. Así, el conocimiento se genera como producto de un ejercicio de construcción humana que no termina al llegar a posibles respuestas y soluciones frente a los problemas, sino que cambia y permite otras posibilidades epistemológicas (Miranda & Ortiz, 2020). La metodología que se tuvo en cuenta en el presente trabajo es *cualitativa* ya que su intención se basa en obtener datos como conceptos, percepciones, creencias, emociones, prácticas y experiencias asociados a un grupo específico de personas. Según Hernández-Sampieri & Mendoza (2018) mencionan que: “*el propósito del enfoque cualitativo es examinar la forma en que ciertos individuos perciben y experimentan fenómenos que los rodean, profundizando en sus puntos de vista, interpretaciones y significados*”.

El método utilizado para el presente trabajo de investigación fue *investigación-acción* dado el interés por propiciar el cambio social, transformar la realidad y que las personas tomen conciencia acerca de su papel en dicho proceso de transformación. Es por esto por lo que, se involucran a 20 estudiantes del grado 903º de la Institución Educativa San Rafael de Albania – La Guajira en los problemas que afectan su contexto y en las decisiones sobre cómo resolverlos desde un marco referencial interpretativo y crítico. Este método permitió usar técnicas de recolección de datos como diagnósticos, reuniones grupales y actividades de discusión para recolectar los datos mediante cuestionarios (preguntas abiertas y cerradas), documentos, fotografías y disertaciones. El diseño fue de *secuencia didáctica asumida desde el planteamiento de un reto*, que según el Observatorio de Innovación Educativa del Tecnológico de Monterrey (2015): “*de esta manera se involucra activamente al estudiante en una situación problemática real, relevante y de vinculación con el entorno, la cual implica la definición de un reto y la implementación de una solución*”. Mediante este se buscó dar respuesta a la pregunta: ¿Qué caracteriza el diseño de un reto centrado en los contaminantes emergentes en aguas para el fortalecimiento de las habilidades de pensamiento crítico, toma de decisiones y solución de problemas, en un grupo de estudiantes de grado 903º de la I.E. San Rafael de Albania – La Guajira?

7.2. Fases de investigación e instrumentos de recolección de datos

La metodología del presente trabajo se desarrolló en cuatro fases con sus respectivas etapas como se mencionan en la Tabla 3. La *primera fase*, estuvo orientada en introducir a los estudiantes en el aprendizaje basado en retos (ABR), explicar la problemática, realizar el bosquejo del reto e indagar por sus habilidades de pensamiento crítico “solución de problemas” y “toma de decisiones”. Para esto, se abordaron dos actividades diagnósticas. La *segunda fase*, condujo a planear e indagar el reto, por lo tanto, se diseñó una secuencia de actividades relacionada a la problemática inicial además de ajustarse a los resultados esperados en el reto. En este sentido, se desarrollaron las dos primeras actividades de la secuencia, actividad No 1 “El impacto de los contaminantes emergentes” y a la actividad No 2 “Juego de roles: Un contaminante emergente presente en el río Ranchería”. La *tercera fase*, conllevó a que los estudiantes se involucraran en el reto, en la búsqueda de la mejor solución, así como en los recursos a utilizar para su desarrollo. Para ello, se continuo con la realización de la actividad No 3 “Identificación de parámetros fisicoquímicos del agua” y la actividad No 4 Kits “Análisis de parámetros fisicoquímicos del agua”. Finalmente, en la *cuarta fase* se socializaron los resultados y las soluciones implementadas para el reto propuesto, de igual forma, se aplicó el instrumento de caracterización de habilidades del pensamiento crítico “solución de problemas” y “toma de decisiones” para evaluar su fortalecimiento en los estudiantes.

El contexto del trabajo se sitúa en la I.E. San Rafael de Albania con 20 estudiantes de noveno grado 903º, jornada única, quienes hacen parte de una institución pública, ubicada en el municipio de Albania – La Guajira. Este fue un grupo mixto, identificados como mujeres y hombres, con edades entre 14 y 15 años.

Tabla 3. Fases, etapas e instrumentos. Elaboración propia.

Fases y etapas		Descripción	Actividad	Habilidad
Fase 1. Identificar la problemática	Etapa inicial	En esta etapa se realizó un diagnóstico acerca de las habilidades de solución de problemas y toma de decisiones en el grupo de estudiantes seleccionado para la investigación mediante el abordaje de dos actividades iniciales. Por otra parte, se seleccionó el aprendizaje basado en retos (ABR) como estrategia metodológica para el abordaje de un reto asociado al planteamiento de un problema, así como el diseño de diferentes actividades didácticas como soporte conceptual y práctico para el favorecimiento del desarrollo de un reto.	Actividad diagnóstica I (Anexo 3): Enfocada a la identificación de la habilidad de solución de problemas. Actividad diagnóstica II (Anexo 4): Orientada a la identificación de la habilidad de toma de decisiones.	Solución de problemas Toma de decisiones

<p>Fase 2. Elaborar la secuencia</p>	<p>Etapa intermedia</p>	<p>En esta etapa se fortaleció la secuencia de actividades asumida desde el planteamiento de un reto, para lo cual se realizaron los ajustes necesarios buscando cumplir con los objetivos propuestos y la pregunta problema planteada inicialmente. En este sentido, se deja por sentado el reto y las actividades que se desarrollaron durante la investigación.</p>	<p>Actividad No 1 (Anexo 5): Enfocada hacia el análisis de una noticia que aborda el problema de los contaminantes emergentes. Actividad No 2 (Anexo 6): Fomentada a la participación desde una perspectiva crítica y autónoma mediante un juego de roles.</p>	<p>Solución de problemas Toma de decisiones</p>
<p>Fase 3. Implementar y evaluar la secuencia</p>	<p>Etapa avanzada</p>	<p>En esta etapa se desarrolló el reto a partir de la búsqueda de información, interacción entre estudiantes y profesor, participación en las actividades implementadas y relación con el problema planteado desde su contexto cotidiano.</p>	<p>Actividad No 3 (Anexo 7): Se identificaron parámetros fisicoquímicos del agua a partir del trabajo con el simulador PhET. Actividad No 4 (Anexo 8): Se analizaron los parámetros fisicoquímicos en muestras de agua como trabajo práctico de laboratorio.</p>	<p>Solución de problemas Toma de decisiones</p>
<p>Fase 4. Retroalimentación</p>	<p>Etapa final</p>	<p>En esta etapa se socializaron los resultados obtenidos y las soluciones implementadas por equipos de trabajo en el reto planteado. Estos se divulgaron entre el grupo de estudiantes y se realizaron las posteriores discusiones. Asimismo, se implementó un instrumento de caracterización de habilidades del pensamiento crítico.</p>	<p>Reto planteado (Anexo 9): Se desarrolló un nivel básico desde la teoría para el planteamiento de un prototipo de filtro y un nivel avanzado para su implementación. Instrumento de caracterización de habilidades del pensamiento crítico (Anexo 10): Este fue previamente validado y ajustado con la intención de evaluar el fortalecimiento de las habilidades en el grupo de estudiantes.</p>	<p>Solución de problemas Toma de decisiones</p>

7.3. Técnicas para analizar los datos

La información obtenida con la secuencia de actividades asumida desde el planteamiento de un reto se analizó de manera cualitativa, siendo importante el establecimiento de unidades de análisis, las cuales llevan a agrupar descripciones y darles un sentido de interpretación. Las unidades de análisis o significados adecuados aparecen después de la revisión minuciosa de los datos, las cuales se codifican por comparación constante entre ellas para generar o descubrir categorías y designarles un código o nombre. Es así como se descubren las categorías más relevantes del fenómeno o problema analizado. Así como por cada categoría se asumen patrones los cuales se podrían llegar a repetir en la medida en que diferentes participantes proporcionen respuestas similares. En todo el proceso permanentemente se verifica la veracidad de los datos y se evalúa toda la información para obtener un panorama completo o explorar el sentido general de los datos (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018). En la Tabla 4 se mencionan las categorías establecidas por cada habilidad del pensamiento crítico bajo las cuales se organizaron los datos y se prepararon para sus posteriores análisis.

Tabla 4. Categorías según cada habilidad del pensamiento crítico. Tomado y adaptado de: Albertos (2015); Bezanilla et al (2015)

Habilidades del pensamiento crítico	Categorías de análisis	Indicadores de desempeño
Solución de problemas	A: Identificación de problemas relacionados al ineficiente tratamiento de aguas.	Conocer el problema para la búsqueda de soluciones viables y coherentes.
	B: Explicación de los argumentos utilizados en contra o a favor de un problema.	Ejecutar tareas de determinada exigencia.
	C: Selección de soluciones precisas y encaminadas a la puesta en marcha de estrategias razonables.	Buscar el logro de los objetivos propuestos.
Toma de decisiones	D: Planteamiento de propuestas acerca de qué son, cómo se generan y de qué manera reducir el impacto de los contaminantes emergentes.	Establecer un plan de acción para lograr un objetivo.
	E: Identificación de posibles consecuencias ante la dificultad de acceder al servicio de agua potable.	Obtener información objetiva acerca del campo de análisis.
	F: Planteamiento de soluciones ante las consecuencias generadas en el contexto social, cultural, económico y ambiental.	Actuar con precisión y con plena confianza en la razón.

El instrumento que se diseñó, para caracterizar las habilidades del pensamiento crítico “solución de problemas” y “toma de decisiones” fue sometido a un proceso de validación (Anexo 1). Para ello, participaron 12 personas, entre las cuales se encontraron estudiantes de grado décimo de otra institución, un ingeniero ambiental, estudiantes de licenciatura en biología, un licenciado en química y un biólogo. Sus observaciones, aportes y sugerencias fueron tenidas en cuenta para verificar su consistencia (Anexo 10), así como consolidar el instrumento definitivo (Anexo 11) a implementar con los estudiantes de la presente investigación. En este instrumento se presentan dos situaciones cada una dividida en dos partes. En la primera situación se refleja la problemática de no utilizar tratamientos para las aguas residuales domésticas además de verterse al mar. Por tanto, se muestra como al utilizar la planta buchón de agua se logra remover el color de las aguas e incluso eliminar contaminantes peligrosos. A partir de esta situación, la *parte I* se enfoca en el análisis de dos preguntas abiertas acerca de los tipos de problemas y estrategias a implementar. Mientras la *parte II* se enfoca en la selección de la mejor solución. En la segunda situación se describe la importancia del tratamiento de las aguas residuales para mejorar la calidad de vida de las comunidades, sin embargo, se requieren altas inversiones para no solamente optar por tratamientos convencionales sino recurrir a tratamientos avanzados. En este sentido, la *parte I* busca analizar consecuencias y soluciones ante el difícil acceso al agua potable, mientras que la *parte II* se enfoca en la selección de la mejor opción para mejorar el servicio de agua potable.

7.4. Criterios de calidad de la investigación

En la presente investigación se tuvieron en cuenta tres criterios de calidad, el primero se refiere a la *credibilidad* que se logró a través de las observaciones y conversaciones realizadas con los participantes en la investigación, asimismo, mediante el proceso de recolección de información se produjeron ciertos hallazgos que fueron reconocidos por los participantes como una aproximación asertiva sobre su nivel cognitivo y afectivo. Cabe mencionar que la recopilación de datos y el uso de la información se trata de forma anónima y se utiliza solamente para fines investigativos, por lo cual se hace firmar un consentimiento informado a los padres de familia de los estudiantes participantes en la investigación. Este criterio se logra cuando los investigadores, para confirmar los hallazgos y revisar algunos datos particulares, vuelven a los informantes durante la recolección de información (Castillo & Vázquez, 2003).

El segundo criterio de calidad fue la *confirmabilidad*, teniendo en cuenta que los resultados reportados de la investigación guardaran veracidad, como es el caso de las descripciones realizadas por los participantes en cada una de las actividades. En este sentido, se busca identificar los alcances y limitaciones para controlar los posibles juicios o críticas que genera el fenómeno de los sujetos participantes. Para lo cual, es necesario que los instrumentos utilizados para la recolección de datos muestren los objetivos del estudio, que el investigador realice transcripciones textuales de los datos recolectados en las actividades implementadas, y que la escritura de los resultados se contraste con la literatura existente sobre el tema, respetando la citación de las fuentes (Noreña et al., 2012).

Finalmente, el tercer criterio utilizado para la investigación fue el de *transferibilidad* dada la posibilidad de extender los resultados del estudio a otras poblaciones. Esto permite que los fenómenos estudiados en la investigación estén íntimamente vinculados a los momentos, a las situaciones del contexto y a los sujetos participantes. Se logra este criterio en la medida en que se desarrolla una descripción detallada del contexto en el que se realiza la investigación y de los estudiantes. Dicha descripción servirá para realizar comparaciones y descubrir lo común y lo específico con otros estudios (Noreña et al., 2012). En conclusión, la Tabla 5 presenta la metodología desarrollada para la presente investigación.

Tabla 5. Metodología desarrollada para la presente investigación. Elaboración propia.

Pregunta	Objetivos	Diseño metodológico	Técnicas de recolección de datos	Análisis de datos	Criterios de calidad
¿Qué caracteriza el diseño de un reto centrado en los contaminantes emergentes en aguas para el fortalecimiento de las habilidades de pensamiento crítico, toma de decisiones y solución de problemas, en un grupo de estudiantes de grado 903º de la I.E. San Rafael de Albania – La Guajira?	<p>General: Analizar las habilidades de pensamiento crítico, toma de decisiones y solución de problemas” que se fortalecen, en un grupo de estudiantes de noveno grado 903º de la I.E. San Rafael de Albania – La Guajira, cuando se estudian los contaminantes emergentes en aguas mediante la estrategia metodológica del aprendizaje basado en retos (ABR).</p>	<p>Paradigma: Interpretativo Metodología: Cualitativa Método: Investigación-acción Diseño: Secuencia didáctica asumida desde el planteamiento de un reto</p>	<p>Muestreo: Por conveniencia Categorías: Deductivas Técnicas: Diagnósticos, reuniones grupales y actividades de discusión</p>	<p>Datos: Textuales Análisis: Categorización de lo textual</p>	<p>Credibilidad: Mediante las observaciones, conversaciones y discusiones originadas de los estudiantes y las categorías de análisis Confirmabilidad: Veracidad en las respuestas de los estudiantes, limitaciones y alcances y contraste con las fuentes de información. Transferibilidad: Los fenómenos estudiados se encontraron vinculados a los momentos, a las situaciones del contexto y a los estudiantes.</p>
	<p>Específico: Identificar las habilidades de pensamiento crítico “toma de decisiones y solución de problemas”, en un grupo de estudiantes de noveno grado 903º mediante una secuencia de actividades asumida desde la estrategia metodológica del aprendizaje basado en retos (ABR) bajo el caso de los contaminantes emergentes en aguas.</p>	<p><i>Fase 1.</i> Etapa inicial Identificar la problemática <i>Fase 2.</i> Etapa intermedia Elaborar la secuencia</p>	<p>Primera actividad diagnóstica (Anexo 3) Segunda actividad diagnóstica (Anexo 4) Actividad No 1 (Anexo 5) Actividad No 2 (Anexo 6)</p>	<p>Análisis a través de categorías</p>	<p>Datos descriptivos originarios de los estudiantes, categorías de análisis, apoyo en fuentes de información y los fenómenos estudiados se visionaron en su contexto.</p>
	<p>Específico: Caracterizar los elementos conceptuales y metodológicos del aprendizaje basado en retos (ABR) que se incorporan en un reto mediado por una serie de actividades para el fortalecimiento de las habilidades de pensamiento crítico objeto de estudio.</p>	<p><i>Fase 3.</i> Etapa avanzada Implementar y evaluar la secuencia</p>	<p>Actividad No 3 (Anexo 7) Actividad No 4 (Anexo 8)</p>	<p>Análisis a través de categorías</p>	<p>Datos descriptivos originarios de los estudiantes, categorías de análisis, apoyo en fuentes de información y los fenómenos estudiados se visionaron en su contexto.</p>
	<p>Específico: Elaborar un instrumento y validarlo para caracterizar las habilidades de pensamiento crítico, toma de decisiones y solución de problemas en un grupo de estudiantes de noveno grado 903º.</p>	<p><i>Fase 4.</i> Etapa final Retroalimentación</p>	<p>Reto planteado (Anexo 11) Instrumento de caracterización de habilidades (Anexo 10)</p>	<p>Análisis a través de categorías</p>	<p>Datos descriptivos originarios de los estudiantes, categorías de análisis, apoyo en fuentes de información y los fenómenos estudiados se visionaron en su contexto.</p>

8. RESULTADOS Y ANÁLISIS

En el presente apartado se presentan los resultados y análisis obtenidos a partir de las diferentes fases y etapas propuestas para el respectivo trabajo de investigación. En consideración con las cuatro fases establecidas, se presentan las actividades diagnósticas, las actividades teórico-prácticas, la validación del instrumento de caracterización de habilidades del pensamiento crítico y por supuesto, su abordaje con el grupo de estudiantes participantes en la investigación.

8.1. Fase I/Etapa inicial: Actividades diagnósticas

En cuanto a la Fase I o Etapa inicial se implementaron las actividades que se presentan en los Anexos 3 y 4, desde las cuales se analizaron las habilidades de solución de problemas y toma de decisiones en los estudiantes.

En el caso de la actividad del Anexo 3 con la cual se analizó la habilidad de solución de problemas, los 20 estudiantes tuvieron algunas dificultades para seguir cada uno de los pasos mencionados e incluso relacionar cada uno de los apartados para presentar un problema y, asimismo, su alternativa de solución. A continuación, se presentan algunas respuestas representativas generadas por los estudiantes.

La estudiante J.C menciona que: *“El agua es una fuente importante para los seres vivos, el agua nos hidrata”*. Asocia 5 palabras al término agua, las cuales son: Alimento, H₂O, salud, hidratación y lluvia. A partir de las palabras con mayor relación “hidratación” y “lluvia” plantea la siguiente situación problema: *“En el barrio casa Duplex se tiene el problema con el agua porque todos los días no pasa el carro del agua y necesitamos hidratación, y aquí es un terreno seco que muy poco llueve”*. Para solucionar dicho problema propone lo siguiente: *“Gastar menos agua al lavar los alimentos, dialogar con los vecinos para que pase más seguido el agua y tener cuidado con el tipo de agua que se consume porque nos puede afectar la salud”*.

A pesar de que J.C identifica un problema en su comunidad por el difícil acceso al agua no se especifican problemas relacionados al ineficiente tratamiento del agua y la presencia de contaminantes. De igual manera, aborda argumentos de cómo la falta de agua podría provocar efectos adversos en la comunidad, sin embargo, no relaciona argumentos enfocados hacia el problema del tratamiento del agua. Las soluciones que plantea son desde una visión práctica

y razonable, sin embargo, estas se encuentran orientadas a mejorar el acceso al consumo de agua y ninguna se encuentra enfocada hacia la eficiencia del tratamiento del agua.

La estudiante L.P menciona que: *“El agua es vida porque nos ayuda a sobrevivir tanto a humanos como a los seres vivos y a las plantas”*. Asocia 5 palabras al término agua, las cuales son: Océanos, líquido, nieve, hielo y río. Solamente tiene en cuenta la palabra “río” para plantear la situación problema: *“El río se contamina con basura, este trae agua infectada porque a veces el agua está contaminada y no filtran el agua”*. Para dar solución menciona: *“Hay que proteger a los ríos con una barrera potente”*.

De acuerdo con lo anterior L.P identifica un problema relacionado a la contaminación del río por efecto de las basuras, así como por no tener un buen proceso de filtración. Sus argumentos no son claros en torno al problema, ya que no se aborda de manera específica cuál es su afectación sobre el medio ambiente. La solución que propone no es completa ya que no aborda qué tipo de barrera se utilizaría, cómo se utilizaría y cuáles serían los beneficios de su aplicación.

El estudiante J.P menciona que: *“El agua es cuyo suplemento que ayuda a nutrir y a que el cuerpo se mantenga estable porque la gran mayoría de nuestro cuerpo está hecho de agua”*. Relaciona 5 palabras al término agua, las cuales son: Río, piscina, laguna, mar y contaminación. A partir de las palabras “mar” y “contaminación” el estudiante plantea el siguiente problema: *“El agua del mar tiene muchos químicos que la contaminan y eso puede maltratar la piel de las personas”*. Para dar solución plantea que: *“No arrojar tantas basuras ni tantos residuos para no contaminar el agua, tratar las aguas para que no tengan tantas suciedades y no arrojar bolsas ni botellas plásticas para mantener limpios los mares”*.

Teniendo en cuenta sus respuestas el estudiante J.P identifica un problema asociado a como la presencia de químicos alteran la calidad del agua y su impacto sobre la piel de las personas, aunque no muestra otras consecuencias hacia el medio ambiente y la salud humana. Refleja un argumento en contra de la contaminación, al afectar la piel, sin embargo, no menciona ejemplos de tipos de químicos que contaminen y afecten el mar. Aunque sus soluciones sugeridas son válidas, falta mayor especificidad y precisión en cuanto a integrar la participación de las comunidades e industrias, ampliar los posibles métodos de tratamiento y sugerir campañas o regulaciones con respecto al uso de las bolsas o las botellas plásticas.

La estudiante L.V menciona que: *“El agua es una fuente vital para la vida y para el mundo, nos ayuda a los seres humanos”*. Asocia 5 palabras al término agua: H₂O, ríos, naufragio, costas y mares. Con las palabras “costas” y “mares” plantea el siguiente problema: *“Las personas están arrojando muchos contaminantes peligrosos a los mares, y esto hace que las costas se contaminen y el agua se vea sucia”*. Asimismo, propone las siguientes soluciones: *“Evitar arrojar desechos industriales, crear programas de incentivos para reducir la contaminación y conservar los manglares ya que protegen los mares”*.

A partir de lo anterior, L.V identifica un problema relacionado a cómo los contaminantes afectan la calidad del agua de los mares, sin embargo, no se evidencia información con respecto al ineficiente tratamiento de aguas producto de diferentes residuos peligrosos. Por otra parte, utiliza el argumento de la contaminación desde el aspecto reflejado en el agua, sin profundizar en su impacto sobre las especies y ecosistemas acuáticos. Las soluciones dadas dan cuenta de la preocupación a causa de la contaminación en los mares y las costas, sin embargo, se deben profundizar con la intención de implementarlas. Es fundamental la solución entorno a la conservación de manglares por sus servicios ecosistémicos para los sitios costeros.

Los demás participantes en la investigación se encontraron en la posición de describir el agua como una sustancia líquida, inodora e insípida, aquella compuesta por dos átomos de hidrógeno y un átomo de oxígeno. Además, la consideran como una fuente vital necesaria para los seres vivos, en donde, en días calurosos o lugares en los que se presenta sequía es necesaria para hidratar el organismo.

Algunos de ellos, asocian palabras al término agua como: Lluvia, agua potable, refrescante, hidratar, bebida, ríos, mares y costas. A partir de estas, establecen algunos problemas enfocados hacia el mal mantenimiento del agua producto de la suciedad, las personas contaminan el agua limitando su acceso en óptimas condiciones, las personas desperdician el agua ya que no la evidencian como un recurso con facilidad de agotarse y contaminación a causa de los residuos aprovechables y no aprovechables.

En cuanto al planteamiento de posibles soluciones se presentan dificultades ya que no se abordan desde el problema relacionado a la carga de contaminantes emergentes presentes en el agua, así como la ineficiencia en los tratamientos del agua. Algunas soluciones se mencionan desde el ahorro del agua, cuidado de los ríos y mares, y no arrojar residuos plásticos.

En el caso de la actividad del Anexo 4, con la cual se analizó la habilidad de toma de decisiones, las opiniones se encontraron divididas en el grupo de estudiantes. Estos tuvieron dificultades para la selección de una decisión en específico, incluso no soportaban su decisión con argumentos precisos y confiables.

En la primera parte de la actividad desde la cual se debía seleccionar la mejor calle, dada la situación del deterioro del agua, 15 estudiantes no identificaron las consecuencias ante el difícil acceso al agua potable, por lo cual se evidenció la poca reflexión frente al grave problema de la calidad del agua. Es por esto por lo que consideran que al utilizar el agua para las actividades del hogar e incluso bañarse a pesar del alto contenido de sales, olor y color desagradable no se generan inconvenientes graves como sí ocurriría al consumirla. Mientras 5 estudiantes deciden optar por ahorrar la mayor cantidad de agua que sea potable y evitar utilizar aquella que no cumple con las condiciones adecuadas.

A continuación, en la Tabla 6 se comparten algunas respuestas presentadas por el grupo de estudiantes participantes en la investigación y que soportan el análisis realizado anteriormente.

Tabla 6. Respuestas obtenidas por parte del grupo de estudiantes en la investigación. Elaboración propia.

Calle 1	<i>M.G: "Utilizar el agua para tareas del hogar y bañarse" Y.J: "Aunque ni pueda consumir el agua la puedo utilizar para bañarme y lavar la ropa" L.P: "Solo actividades como bañarme y lavar la ropa, ya que si se ingiere podría causar dolor estomacal y problemas intestinales"</i>
Calle 2	<i>Y.H: "Utilizar el agua mala para la limpieza del hogar" L.V: "A pesar de su mal olor y color sin embargo se puede utilizar para las actividades del hogar" N.R: "Ya que se gasta el agua sucia utilizándola para otras cosas y la limpia le sirve para cosas más personales"</i>
Calle 3	<i>J.P: "Si porque el agua de La Guajira como es el caso de Albania no es tratada y es salada"</i>
Calle 4	<i>S.M: "Sería recomendable la calle 4, es de mejor calidad y si es de ahorrar se hace porque las demás dañan" J.C: "Ya que no podría utilizar las otras aguas porque se encuentran en muy mal estado y no tendría dinero para estar comprando en cualquier momento, por eso prefiero ahorrarla"</i>

En la segunda parte de la actividad desde la cual se debía seleccionar la mejor decisión ante el problema del agua en la región por características como alto contenido de sales, presencia de gases y trazas pequeñas de metales, los estudiantes tuvieron dificultades en su selección, teniendo en cuenta el desconocimiento de aquellos componentes que contaminan el agua, la magnitud del problema y qué tipo de estrategias podrían implementarse para mejorar la calidad del agua. Asimismo, a pesar de que los estudiantes se deciden por una de las opciones, solamente 5 estudiantes comparten argumentos en contra o a favor de su selección.

Por otra parte, 10 estudiantes optan por la opción B *“Construir un filtro casero de agua potable con el que se pueda reducir parte de este tipo de componentes que se encuentran en el agua y ahí si utilizarla para las tareas del hogar”* y 5 estudiantes por la opción D *“El 50% de las tareas realizarlas con agua potable y el otro 50% realizarlas con agua que no es tratada”*. Algunos utilizan argumentos que apoyan como la utilización de sistemas de filtración podría reducir gastos en el hogar, ya que se evitaría comprar agua potable semanalmente, se mejorarían las condiciones del agua y para cualquiera de las actividades del hogar se utilizaría agua de buena calidad. Por otra parte, otros deciden seguir comprando el agua potable a los carros que semanalmente envían al municipio y utilizarla solamente para el consumo, mientras continúan utilizando el agua que no se encuentra tratada óptimamente para actividades del hogar ya que no les genera confiabilidad la construcción y utilización del filtro casero.

A modo general, los estudiantes participantes en la investigación presentan falencias y dificultades en lo que respecta al abordaje de actividades complejas, lo cual muestra que no han desarrollado por completo las habilidades de solución de problemas y toma de decisiones. Lo anterior conlleva a relacionar la falta del desarrollo de dichas habilidades a las soluciones rápidas generadas por los estudiantes, las cuales se encuentran permeadas por emociones o subjetividades más que por la razón, incluso tienden a optar por cualquier decisión sin emplear un enfoque reflexivo y analítico.

8.2. Fase II/Etapa intermedia: Actividad N° 1 y N° 2

La Actividad N° 1 presentada en el Anexo 5 enfocada hacia el desarrollo de la habilidad de solución de problemas mediante el abordaje de una noticia, le permitió a los estudiantes identificar un problema asociado a los contaminantes emergentes en el agua, realizar una descripción de estos desde su impacto en el agua y las especies, así como se les incitó a resolver dicho problema desde el contexto cotidiano.

En el caso de la primera pregunta, desde la cual se debía proporcionar información acerca de los contaminantes emergentes y su impacto, los estudiantes resaltan diferentes aportes a través de la noticia. Estos se agrupan mediante una nube de palabras, la cual se representa en la Figura 4, esta fue realizada previamente en ATLAS.ti con la información transcrita de los participantes.

Figura 4. Nube de palabras con las respuestas de la primera pregunta. Elaboración propia.



A partir de la anterior nube de palabras, se logra evidenciar que los estudiantes consideran a los contaminantes emergentes como aquellos compuestos químicos utilizados a modo de fármacos, fabricación de resinas epoxi y plásticos o agentes microbianos presentes en los cosméticos, los cuales inciden significativamente en los ecosistemas y las especies, como ocurre con los peces cebra. Mencionan que a pesar de considerarse microcontaminantes perduran en el ambiente y a largo plazo las consecuencias son mayores. Resaltan como algunos de estos contaminantes generan efectos sobre las especies como en el caso del pez cebra que se puede alterar su proporción de machos y hembras, su comportamiento, capacidad de huida y reproducción.

En el caso de la segunda pregunta, se debían analizar dos fragmentos seleccionados de la noticia, teniendo en cuenta el problema descrito de como los contaminantes emergentes llegan a los ríos y posteriormente a los mares afectando a las especies marinas, y, por ende, alterando la calidad del agua, precisamente en un momento en que se presencia la escasez de agua. Las respuestas transcritas de los participantes se someten a ATLAS.ti para agruparlas en la nube de palabras que se presenta en la Figura 5.

aguas residuales, técnico en el tratamiento de aguas residuales, médicos, pacientes que se automedican o son medicados con ibuprofeno y estudiantes expertos sobre el tema. Las preguntas orientadoras del juego de roles y las respuestas por parte de los estudiantes se presentan en el Anexo 2. En este sentido, a partir de los diferentes roles se logra evidenciar que los estudiantes plantean algunas propuestas en términos del conocimiento y reducción de los contaminantes emergentes, tales como: disponer tecnología y métodos avanzados en los procesos del tratamiento de aguas, restaurar ecosistemas, disponer los medicamentos en puntos adecuados, sensibilizar a las comunidades, entre otras.

De igual modo, los estudiantes en sus intervenciones reflejan variadas consecuencias alrededor del problema para acceder al agua potable. Algunas de estas son: como los contaminantes presentes en el Río Ranchería impactan la calidad de su agua, la cual posteriormente es utilizada para las actividades diarias, también la manera en que afecta la relación ancestral de algunas comunidades con este río, la vulneración de la vida acuática, la transmisión de enfermedades, entre otras.

En cuanto al planteamiento de soluciones con respecto a las consecuencias presentadas, se destacan algunas de estas en términos de: gestionar recursos para mejorar la infraestructura del sistema de tratamiento del agua, trabajar mancomunadamente con las comunidades, mayor control por parte de las autoridades ambientales, vigilar las actividades industriales y mineras desde su impacto medioambiental, dar un buen manejo a los residuos farmacéuticos, entre otras.

En general, mediante la identificación de problemas específicos, el análisis de los contaminantes emergentes y su impacto, y la implementación de propuestas, se ha permitido que los estudiantes avancen significativamente en el desarrollo de las habilidades de solución de problemas y toma de decisiones. Esto se evidencia desde una mejor comprensión por los temas ambientales y sociales, discutir frente a la necesidad de potabilizar el agua, además de impulsarlos a optar por diferentes posiciones o perspectivas que los lleven a responsabilizarse y a impactar como sociedad. De igual manera, el hecho de tener un mayor acercamiento a problemas complejos desafía a los estudiantes a planear una ruta de resolución así como tomar decisiones fundamentadas.

8.3. Fase III/Etapa avanzada: Actividad N° 3 y N° 4

Tanto la Actividad N°3 como la Actividad N°4 se enfocaron hacia el fortalecimiento de las habilidades de solución de problemas y toma de decisiones. En primera instancia, se abordó un laboratorio virtual, el cual se presenta en el Anexo 7, con el cual los estudiantes pudieron optar por la revisión y profundización de diferentes conceptualizaciones alrededor de la identificación de las características organolépticas de una muestra de agua, dar definiciones acerca de la temperatura, interactuar con diferentes sustancias encontrando diferencias con relación a la temperatura, reconocer el pH, establecer la medida de pH para algunas sustancias, identificar la importancia de la conductividad y sus mediciones, y valorar la calidad de una supuesta muestra de agua desde diferentes parámetros fisicoquímicos para comparar dichos resultados con los valores señalados según la resolución 2115 de 2007. A continuación, en la Tabla 7 se agrupan algunas de sus explicaciones generadas:

Tabla 7. Respuestas obtenidas por parte del grupo de estudiantes en la investigación. Elaboración propia.

Puntos de muestreo	<i>Patio, Cocina, Baño</i>
Característica organoléptica	<i>Olor fuerte, amarillo</i>
Temperatura	<ul style="list-style-type: none"> -Es la medida del calor en un sistema, relacionada con la energía cinética de sus partículas. -Es la medida de la energía cinética promedio de los átomos o moléculas de un sistema. -En el caso de bajar la temperatura del aceite de oliva se debe adicionar el hierro, ya que podría absorber más calor comparado con el ladrillo. -Al bajar intencionalmente la temperatura del aceite de oliva disminuye la energía del sistema.
pH	<ul style="list-style-type: none"> -Es la medida del grado de acidez o alcalinidad de una sustancia. -El pH es una medida que indica si una sustancia es ácida, neutra o alcalina. -Es el potencial de hidrógeno utilizado para expresar el grado de acidez o alcalinidad en una disolución acuosa. -Es la medida de los protones (H^+) presentes en una solución. -Un ejemplo de solución ácida es el café, la cual tiene un pH aproximado de 5.
Conductividad	<ul style="list-style-type: none"> -Es importante porque indica la cantidad de iones disueltos y posibles contaminantes del agua. -El valor de conductividad permite predecir la presencia de sustancias que podrían ser dañinas para la salud. -Permite el análisis de la concentración total de iones disueltos en el agua.
Comparación de valores de parámetros fisicoquímicos	-La calidad del agua para consumo humano se ve afectada por los siguientes parámetros, el pH que se registra es de 5,5, por lo cual es ácida, se sobrepasa la cantidad de nitritos y la acidez total excede su valor máximo aceptable.

En este sentido, los estudiantes participantes lograron un acercamiento conceptual y práctico a partir de la inferencia, descripción de explicaciones, interacción con la simulación, adquisición de nuevo vocabulario, predicción del comportamiento de las sustancias y resolución de problemas complejos a partir del análisis de datos. Lo anterior, contribuyó a fortalecer las habilidades del pensamiento crítico y darles algunas bases previas a los

estudiantes para dar continuidad al trabajo práctico de laboratorio, tal como se menciona en la Actividad N°4.

Mediante los análisis descritos según el Anexo 8, los estudiantes participantes analizaron una muestra de agua tomada del colegio o de la casa. A partir de esta muestra se revisaron algunos parámetros fisicoquímicos del agua, tales como: Temperatura, potencial de hidrógeno pH, alcalinidad, dureza total, cloruros, color y fosfatos. En este sentido, los estudiantes pudieron identificar de qué manera algunos parámetros no cumplían dado que sobrepasaban los valores máximos encontrados en la resolución 2115 de 2007, a continuación, en la Tabla 8 se resumen los resultados obtenidos.

Tabla 8. Respuestas obtenidas para los parámetros fisicoquímicos de las muestras de agua. Elaboración propia.

Parámetros fisicoquímicos	Reporte de los resultados de los cinco equipos de trabajo por muestra de agua					Valores resolución 2115 de 2007
	1	2	3	4	5	
pH	6,88	6,67	6,83	7,24	7,14	6,5-9,0
Temperatura (°C)	30	30	29	29	30	-
Alcalinidad (ppm)	70,05	180,14	215,17	190,15	165,13	200
Dureza total (ppm)	500	580	650	640	515	300
Cloruros (ppm)	55	460	400	448	400	250
Color (UPC)	5	10	5	10	10	15
Fosfatos (ppm)	2	1	3	1	3	0,5

Con lo anterior, los estudiantes atribuyeron la baja calidad del agua siendo no apta para consumo humano, incluso algunos mencionan como en tres corregimientos del municipio “Los Remedios, Porciosa y Ware-Ware” no cuentan con un sistema de tratamiento de agua potable, solamente en el corregimiento de “Cuestecita” se encuentra un sistema de tratamiento aunque es deficiente dado que sus métodos y procedimientos no son seguros para eliminar cualquier tipo de contaminante, poniendo en riesgo la salud de las comunidades, ya que esta agua se utiliza para cualquier actividad cotidiana. Algunos trastornos de salud que estos mencionan son: problemas gastrointestinales, diarrea y alergias.

8.4. Fase IV/Etapa final: Validación del instrumento de caracterización de habilidades de pensamiento crítico “solución de problemas y toma de decisiones”

Con respecto a la validación del instrumento de caracterización de habilidades de pensamiento crítico, primeramente, en la Tabla 9 se presenta la formación académica y el estudio específico de los participantes incluidos en el proceso de validación.

Tabla 9. Información de los participantes del proceso de validación. Elaboración propia.

Formación académica	No.	Estudio específico
Bachillerato	3	Grado décimo 10 ^o
Pregrado	1	Ingeniero Ambiental
	6	Estudiantes de la Licenciatura en Biología
	1	Licenciado en Química
	1	Biólogo

Seguidamente, en la Tabla 10 se presenta la relación entre el número de participantes en la validación y la clasificación dada por cada situación frente a las habilidades de solución de problemas y toma de decisiones.

Tabla 10. Clasificación por situación frente a las habilidades de pensamiento crítico. Elaboración propia.

Situación	Participantes en la validación		Clasificación
	Solución de problemas	Toma de decisiones	
1	8	4	Solución de problemas
2	6	6	Solución de problemas Toma de decisiones
3	7	5	Solución de problemas
4	3	9	Toma de decisiones
5	2	10	Toma de decisiones

En este sentido, de la situación 2 se podría afirmar que su información teórica generó dificultades para clasificarla en tan solo una habilidad de pensamiento, teniendo en cuenta el contexto de la pregunta, ya que se partía desde un problema “*Gran cantidad de agua residual se descarga en el mar Nereo diariamente, la cual contiene contaminantes emergentes...*” y de igual forma se debía optar por propuestas encaminadas hacia la reducción de los contaminantes emergentes. Con respecto a las demás situaciones estas se clasificaron correctamente según el tipo de habilidad y generaron claridad para el grupo de participantes en la validación.

De acuerdo con el proceso de validación del instrumento de caracterización de habilidades de pensamiento crítico se realizó una matriz que se presenta en el Anexo 1, en la cual se registraron las respuestas obtenidas por parte de 12 participantes que contribuyeron con el respectivo proceso.

Del Anexo 1 o matriz de respuestas generadas por los participantes en el proceso de validación se realizó el análisis de los datos mediante el software ATLAS.ti. bajo las categorías por cada habilidad de pensamiento crítico “solución de problemas y toma de decisiones” mencionadas en la Tabla 4. Para la *parte 1* del instrumento de validación se establecieron algunos códigos procedentes de la transcripción de la información y se agruparon por cada una de las

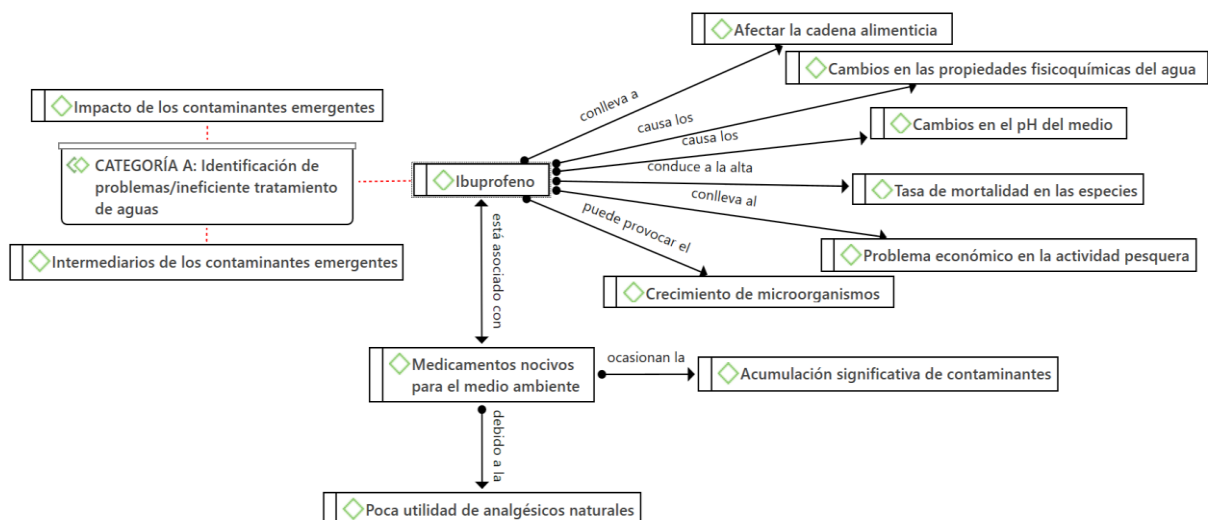
categorías para posteriormente crear una red conceptual desde la cual se construyó el objeto de análisis, a su vez, la *parte 2* desarrollada a manera de respuestas cerradas se analiza desde el mayor número de participantes que seleccionan una misma opción, la cual se puede contrastar con los resultados obtenidos en la *parte 1*.

8.4.1. Análisis descriptivo de la parte I del instrumento de validación

8.4.1.1. Solución de problemas/Categoría A “Identificación de problemas relacionados al ineficiente tratamiento de aguas”

Con respecto a la categoría A se estableció su respectiva red conceptual, la cual se muestra en la Figura 6. A partir de esta se puede mencionar que el principal problema se encuentra con relación a los contaminantes emergentes y sus intermediarios, tal es el caso del ibuprofeno que siendo un medicamento cada vez más utilizado por las personas puede acumularse significativamente en las aguas, el cual puede ocasionar alteraciones para el medio ambiente desde la afectación a la cadena alimenticia, cambios en las propiedades del agua, causar la muerte en especies acuáticas, impactar la actividad pesquera e incluso acelerar el crecimiento de microorganismos no beneficiosos para el ecosistema acuático y las personas.

Figura 6. Red conceptual a partir de la categoría A. Elaboración propia.

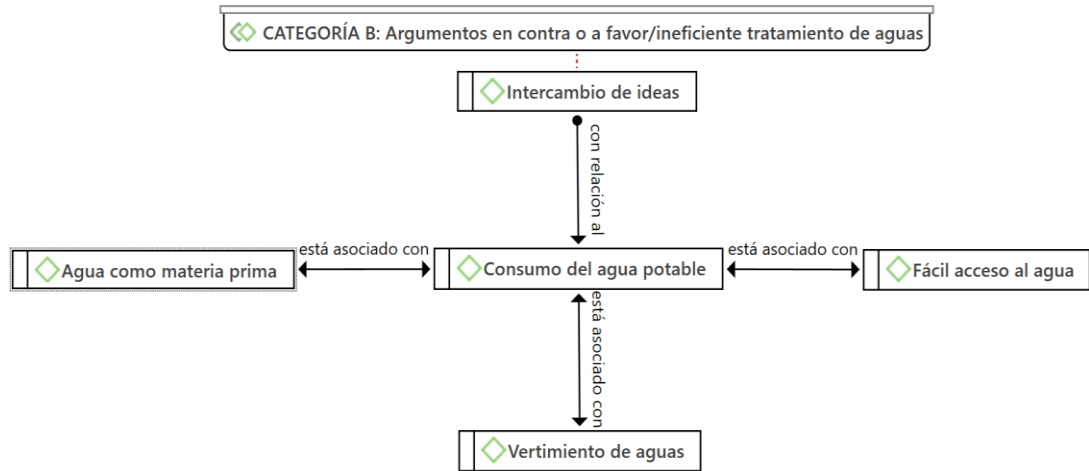


8.4.1.2. Solución de problemas/Categoría B “Explicación de los argumentos utilizados en contra o a favor de un problema”

Para la categoría B se construyó su red conceptual, la cual se presenta en la Figura 7. Desde esta se permite visualizar como algunas ideas generadas son claves para argumentar acerca de la necesidad del consumo de agua potable para cualquier tipo de actividad cotidiana, para lo cual, si se evitarán los problemas de contaminación producto

del vertimiento de aguas que a su paso trae diferentes tipos de contaminantes emergentes, se podría acceder a esta con mayor facilidad y bajo las condiciones adecuadas.

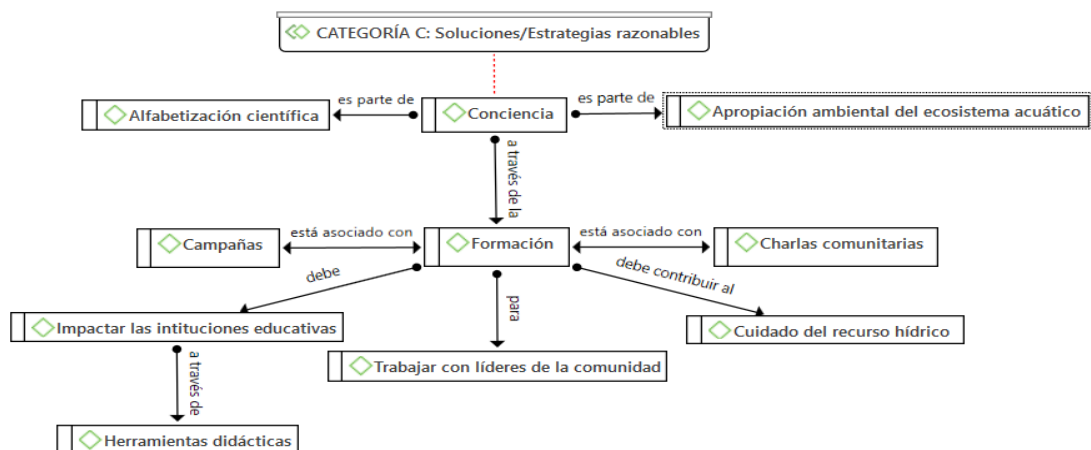
Figura 7. Red conceptual a partir de la categoría B. Elaboración propia.



8.4.1.3. Solución de problemas/Categoría C “Selección de soluciones precisas y encaminadas a la puesta en marcha de estrategias razonables”

En cuanto a la categoría C se realizó su red conceptual, la cual se evidencia en la Figura 8. De esta se puede inferir que los problemas asociados a los contaminantes emergentes en el agua podrían minimizarse si existiera mayor conciencia por parte de las comunidades. En este sentido, es fundamental alfabetizar científicamente a las personas desde la formación constante buscando que se apropien ambientalmente de su entorno, así como subsanar las diferentes problemáticas. Lo anterior, se podría lograr mediante campañas o charlas comunitarias que impacten tanto a familias, estudiantes, trabajadores, líderes sociales y otros. Los cuales trabajen en pro del cuidado y conservación del recurso hídrico.

Figura 8. Red conceptual a partir de la categoría C. Elaboración propia.

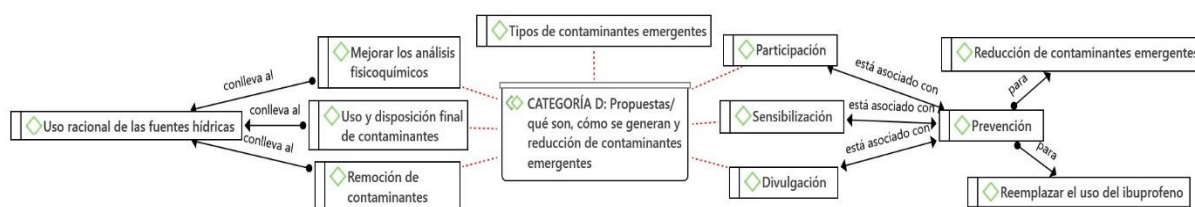


8.4.1.4. Toma de decisiones/Categoría D “Planteamiento de propuestas acerca de qué son, cómo se generan y de qué manera reducir el impacto de los contaminantes emergentes”

Con respecto a la categoría D se estableció su red conceptual, la cual se muestra en la Figura 9. A partir de esta se infiere la importancia de conocer los principales tipos de contaminantes emergentes desde el trabajo práctico y teórico. Desde la práctica se buscaría fortalecer los análisis fisicoquímicos para analizar con precisión las estructuras y características de cada uno de los compuestos contaminantes y sus intermediarios, incluir procesos eficientes para removerlos, así como implementar puntos de acopio adecuados para el uso y disposición de dichos contaminantes. En este sentido se le podría dar un mejor uso a las fuentes hídricas, así como trabajar por su conservación.

A partir de la teoría se podría fomentar la participación, sensibilización y divulgación en las comunidades, buscando el principio de la prevención, ya que se reducirían costos y esfuerzos por intentar reducir los contaminantes emergentes, así como reemplazar dichos medicamentos comunes, como es el caso del ibuprofeno, por otros de menor afectación sobre el medio ambiente.

Figura 9. Red conceptual a partir de la categoría D. Elaboración propia.

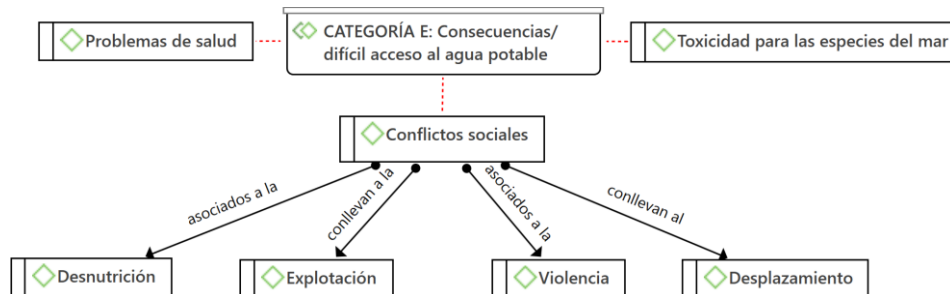


8.4.1.5. Toma de decisiones/Categoría E “Identificación de posibles consecuencias ante la dificultad de acceder al servicio de agua potable”

Frente a la categoría E se construyó su red conceptual, la cual se muestra en la Figura 10. Desde esta se logran evidenciar tres principales consecuencias ante la dificultad de acceder al agua potable, como son los problemas de salud en las comunidades debido a la ingesta del agua de mala calidad, la toxicidad del agua proveniente de compuestos tóxicos que permanecen en la misma, afectando tanto a los animales como a los seres humanos. Y los conflictos sociales, los cuales se reflejan en la desnutrición de la población ante el precario sistema de tratamiento de las aguas para consumo humano, en la explotación ante la alta demanda por adquirir el agua, en la violencia ante la lucha por

conseguir el agua y en el desplazamiento de las comunidades ante la incapacidad de tener un buen servicio del agua o acceder mínimamente al recurso.

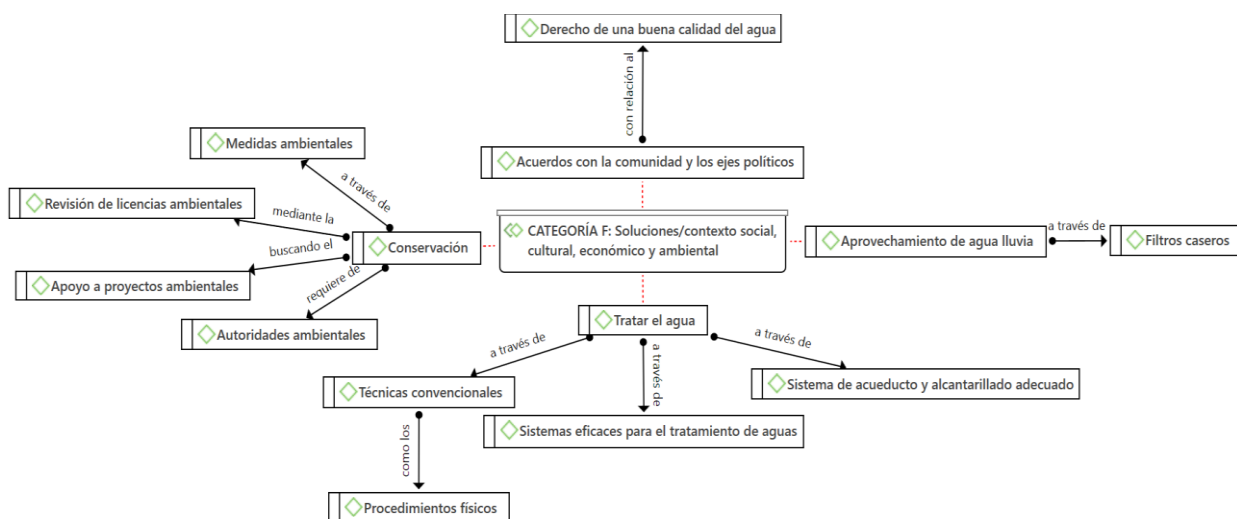
Figura 10. Red conceptual a partir de la categoría E. Elaboración propia.



8.4.1.6. Toma de decisiones/Categoría F “Planteamiento de soluciones ante las consecuencias generadas en el contexto social, cultural, económico y ambiental”

En cuanto a la categoría F se estableció su red conceptual, la cual se presenta en la Figura 11. A partir de esta se logran asumir algunas soluciones bajo diferentes contextos. Desde el contexto social, se evidencia la necesidad de hacer acuerdos con la comunidad y los ejes políticos para adquirir agua potable, siendo un derecho fundamental que tiene la población. A partir del contexto cultural, se deben apropiar prácticas cotidianas con las cuales se solventa el difícil acceso al agua potable, tal es el caso de recolectar el agua lluvia y tratarla a través de la implementación de un filtro. Desde el contexto económico, se deberían gestionar recursos económicos para fortalecer los sistemas de tratamiento de aguas, así como el de acueducto y alcantarillado. Así como mejorar las técnicas convencionales para mayor eficacia en la eliminación de los contaminantes emergentes. Finalmente, desde el contexto ambiental se debe trabajar por el cuidado y conservación del agua, para lo cual se hace indispensable la verificación de licencias ambientales en las diferentes dependencias, revisar el cumplimiento de las medidas ambientales, evaluar el trabajo desarrollado por parte de las autoridades ambientales y apoyar financieramente a los proyectos con enfoque de protección, cuidado y conservación del agua.

Figura 11. Red conceptual a partir de la categoría F. Elaboración propia.



8.4.2. Análisis descriptivo de la parte II del instrumento de validación

Teniendo en cuenta que la situación 1 y 3 abordan la habilidad de pensamiento crítico de solución de problemas y desde la parte II se desarrollan dos preguntas cerradas, sus resultados obtenidos se presentan en la Tabla 11. En donde, para la situación 1, 9 participantes en el proceso de validación dan cuenta de que la mejor solución se encuentra encaminada hacia la utilización de tratamientos de tipo físico, químico y biológico para el tratamiento de aguas y mejoramiento de su calidad, antes que dialogar con diferentes dependencias acerca del nivel de toxicidad producto del vertimiento de aguas residuales al mar. Mientras que para la situación 3, 8 participantes optan por seleccionar la afirmación relacionada hacia la reflexión en cuanto a los fármacos en aguas, como es el caso del ibuprofeno, así como la importancia de su reducción y eliminación de la ingesta. Siendo la respuesta esperada según el instrumento de validación planteado.

Tabla 11. Resultados obtenidos de la parte II de la situación 1 y 3. Elaboración propia.

Situación	Pregunta	Respuesta seleccionada	Respuesta esperada
Situación 1	¿Cuál de las siguientes afirmaciones es la mejor solución a la situación anterior? Seleccionar la opción que considere.	9 hacer uso de plantas como fue el caso del buchón de agua o de otro tipo de tratamientos físicos, químicos y biológicos hasta que se logre resolver la situación de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales.	3 fomentar el diálogo con la comunidad intentando establecer acuerdos desde las casas, empresas, centros educativos o dependencias involucradas hacia un vertimiento de aguas residuales que no incremente los niveles de toxicidad, ya que son dirigidas al mar.
Situación 3	¿Cuál de las siguientes afirmaciones explicaría el razonamiento utilizado por los niños y jóvenes para que, mediante la campaña, las personas eliminen o	(8) Buscar que la comunidad reflexione entorno al incremento de fármacos en aguas, siendo el ibuprofeno un ejemplo de compuestos que ocasionan desequilibrios en el medio ambiente, por lo cual, tomen acciones en cuanto	Se contrasta con la respuesta esperada inicialmente en la construcción del instrumento.

	reduzcan el consumo de medicamentos como el ibuprofeno?	a su eliminación y reducción en su ingesta diaria.	
--	---	--	--

Por otra parte, para la situación 2, 4 y 5 abordan la habilidad de pensamiento crítico de toma de decisiones y desde la parte II se desarrollan tres tipos de preguntas cerradas, sus resultados obtenidos se presentan en la Tabla 12. En cuanto a la situación 2, solamente los dos argumentos que abordan la reducción de compuestos químicos utilizados para cualquier actividad y la implementación de tratamientos convencionales y avanzados para aguas residuales fueron respondidos como razonables, siendo lo esperado según el instrumento planteado. Los otros argumentos basados en el dialogo con las alcaldías para generar subsidios y sanciones, junto con evitar el consumo de peces, otras especies y la exposición directa con el mar Nereo fueron respondidos como razonables, sin embargo, se esperaba encontrarlos desde no razonables. Para la situación 4, la opción para mejorar el servicio de agua potable fue seleccionada por 7 participantes, la cual consistía en utilizar diferentes métodos que no fueran necesariamente tecnificados pero que permitían realizar el respectivo tratamiento del agua. La cual fue la respuesta esperada según el instrumento de validación. Finalmente, con respecto a la situación 5 según la escala de valoración de soluciones, solamente dos de estas estuvieron en el rango esperado, las cuales mencionaban la importancia de evitar que las empresas utilizaran el agua para sus actividades industriales y extractivas. Así como articular programas de salud y bienestar para ayudar a la comunidad con respecto a las enfermedades producidas por la contaminación del agua.

Tabla 12. Resultados obtenidos de la parte II de la situación 2,4 y 5. Elaboración propia.

Situación	Pregunta	Respuesta seleccionada	Respuesta esperada
Situación 2	Basándose en la información presentada, señale cuáles de los siguientes argumentos considera razonables (R) y cuales no razonables (NR).	<p><u>7</u> R Hablar con las alcaldías de los municipios cercanos al mar Nereo para que propongan subsidios a quienes efectúen un proceso de disposición final adecuado de los contaminantes emergentes y, por el contrario, sancionar a quienes no lo hacen por continuar contaminando.</p> <p><u>7</u> R Evitar el consumo de peces y otros organismos acuáticos ya que traería efectos nocivos para la salud humana, así como dejar de exponerse en el mar Nereo ya que podría absorber parte de los contaminantes.</p> <p><u>12</u> R Reducir el uso de compuestos químicos que se utilizan en las diferentes actividades domésticas, municipales, industriales, entre otras.</p> <p><u>10</u> R Implementar tratamientos convencionales y avanzados para aguas residuales para la remoción de contaminantes emergentes favoreciendo a la comunidad, así como a los ecosistemas acuáticos que habitan en el mar Nereo.</p>	Los dos primeros argumentos se habían dispuesto desde no razonables.
Situación 4	¿Cuál de las siguientes opciones sería pertinente para mejorar el servicio de agua potable en la región,	<u>7</u> Utilizar diferentes métodos no propiamente tecnificados pero que permiten realizar el tratamiento del agua antes de ingerirla, así como generar iniciativas con las cuales se puedan fortalecer dichos métodos.	Se contrasta con la respuesta esperada inicialmente en la construcción del instrumento.

	específicamente en las zonas rurales?			
Situación 5	A continuación, encontrará enumeradas algunas soluciones que puede establecer. Valore la calidad de estas a través de la escala de 7 puntos: 1: Solución extremadamente pobre 2: Solución muy pobre 3: Solución pobre 4: Solución de calidad media 5: Solución buena 6: Solución muy buena 7: Solución excelente	<p><u>5-6:</u> 10 Evitar que las empresas utilicen agua de ríos y arroyos para las actividades industriales y extractivas, así como deteriorarla y dejarla no apta para el consumo humano, animal y agrícola.</p> <p><u>6:</u> 5 Participar en campañas y mesas de concertación con la comunidad para expresar ventajas y desventajas de las actividades que realizan los sectores industriales y extractivos en la región.</p> <p><u>6:</u> 6 Mantener un dialogo entre la comunidad, y los sectores industriales y extractivos para que ambos se beneficien, no recurran a daños ambientales y se garantice el acceso, la calidad y la disponibilidad del agua potable.</p> <p><u>3:</u> 4 Desplazar de la región los sectores industriales y extractivos que se encuentran contaminando el agua, teniendo en cuenta las enfermedades y otros efectos causados por no tener un buen tratamiento de esta.</p> <p><u>6:</u> 4 Proponer multas para los sectores industriales y extractivos que se encargan de contaminar las aguas de la región.</p> <p><u>7:</u> 5 Implementar métodos o técnicas de tipo biológico, químico y físico para la remoción de cualquier tipo de contaminantes, así como favorecer la calidad del agua.</p> <p><u>6:</u> 5 Realizar talleres o charlas educativas con la comunidad para reflexionar frente a la problemática, así como disponer de insumos o elementos con los que se puedan realizar prototipos para descontaminar el agua.</p> <p><u>6-7:</u> 8 Articular programas de salud y bienestar en la comunidad para evitar o reducir el número de muertes causadas por la contaminación y mala calidad del agua.</p>	3-5	Si
			5-7	No
			5-7	No
			1-3	No
			3-5	No
			4-6	No
			5-7	No
			4-6	Si
		Solamente la primera y última solución se evalúan cercanamente a lo esperado en la construcción del instrumento.		

8.4.3. Selección de situaciones a implementar para conocer el fortalecimiento de habilidades de pensamiento crítico en un grupo de estudiantes

Después del proceso de validación del instrumento de caracterización de habilidades se seleccionaron dos situaciones para implementarlas con los estudiantes participantes en la investigación.

Se seleccionó la situación 1: *“En la ciudad de Villa del Sol no se utilizaba tratamiento para las aguas residuales domésticas, sus aguas residuales se vertían directamente al mar. Al identificar esta problemática un grupo de investigadores decidieron emplear la planta buchón de agua teniendo en cuenta su gran potencial para remover color a las aguas residuales y contaminadas, así como reducir significativamente los sólidos suspendidos, algunos contaminantes orgánicos, metales, entre otros. Sin embargo, se ha pensado en continuar revisando otras estrategias para mejorar la calidad del agua. Así como trabajar en procesos de desinfección y eliminación de sustancias químicas que ingresan al mar por medio de la orina (Mendoza et al., 2016)”*.

Según el proceso de validación, esta se asumió desde la habilidad de pensamiento crítico de solución de problemas, para lo cual sus preguntas abiertas condujeron a la necesidad de identificar problemas de acumulación de contaminantes en el agua, así como sus

efectos sobre las comunidades y los ecosistemas. Por otra parte, promovieron el interés por el planteamiento de estrategias basadas en la comunicación, la interacción y hacer pedagogía con las comunidades. En cuanto a su pregunta cerrada, esta se relaciona con el contexto de la pregunta, sus opciones de respuesta son claras y conduce a la selección de una de estas.

Se seleccionó la situación 4: *“El tratamiento de las aguas residuales es prioritario a nivel mundial, ya que se requiere disponer de agua de calidad y en cantidad suficiente para preservar la vida del planeta, además de contribuir con el ambiente, la salud y la calidad de vida. Económicamente, se requiere una alta inversión, ya que con tan solo los sistemas de tratamiento convencionales no se alcanzan a eliminar contaminantes emergentes, por lo cual, se requieren sistemas de tratamiento avanzados con los cuales eliminar la mayor carga de contaminantes. Por tal razón, es que en algunas regiones del país como ocurre en Atlántida y algunas de sus zonas rurales aún no existen plantas de tratamiento que permitan mejorar la calidad y potabilización del agua”*.

Teniendo en cuenta el proceso de validación, esta se consideró desde la habilidad de pensamiento crítico de toma de decisiones, para lo cual sus preguntas abiertas condujeron a analizar y proponer sistemas de tratamiento avanzados ya que con tan solo los convencionales no se logra eliminar los contaminantes emergentes. Dicho problema del tratamiento de aguas permitió destacar consecuencias como la proliferación de enfermedades, la muerte por enfermedades, los conflictos sociales y el impacto en la cadena trófica. Así como soluciones enfocadas hacia la revisión de políticas de conservación, uso racional de fuente hídricas, inversión en plantas de tratamiento y potabilizar el agua desde los hogares. En cuanto a su pregunta cerrada, esta se relaciona con el contexto de la pregunta, sus opciones de respuesta son claras y conduce a la selección de una de estas.

8.5. Abordaje de reto: “El poder de filtrar lo invisible”

Con respecto al reto propuesto “El poder de filtrar lo invisible” (Anexo 9) enfocado hacia el fortalecimiento de las habilidades de pensamiento crítico “solución de problemas y toma de decisiones”, los estudiantes participaron en el desarrollo de dos niveles: nivel básico y nivel avanzado. Los resultados obtenidos por cada nivel se explican a continuación.

8.5.1. Nivel básico.

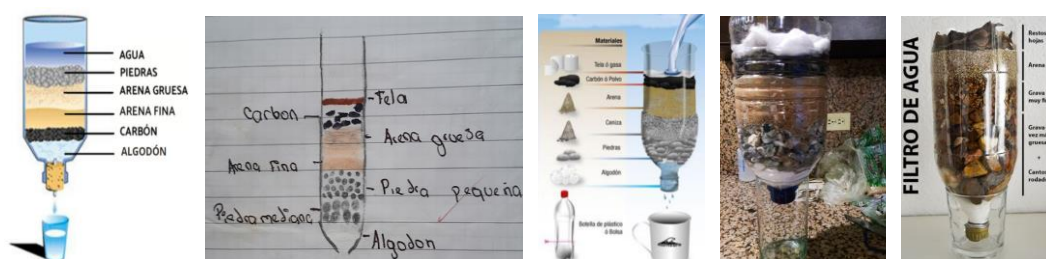
Frente al nivel básico se teorizaron conceptos relacionados a la construcción de un prototipo de filtración, para ello fue importante definir tipos y orden de medios filtrantes,

representación del prototipo, porqué considerarlo como una alternativa óptima, y como los tratamientos primario, secundario y terciario podrían relacionarse al mismo.

En cuanto a los tipos y orden de los medios filtrantes, los estudiantes mencionaron que es conveniente utilizar inicialmente un medio filtrante grueso o más grande para atrapar las partículas más grandes y al final, un medio filtrante más fino para retener las partículas más pequeñas. Así, el proceso de filtración se realizaría con mayor exactitud y se lograrían los resultados esperados. Entre los medios filtrantes se mencionan: Algodón, tela o filtro de café, piedras grandes, piedras medianas, arena gruesa, piedras pequeñas, arena fina y carbón activado.

Respecto a la representación del posible prototipo de filtración relacionan algunos ejemplos los cuales se presentan en la Figura 12, en los cuales solamente se reflejan algunas variaciones en el orden de los medios filtrantes.

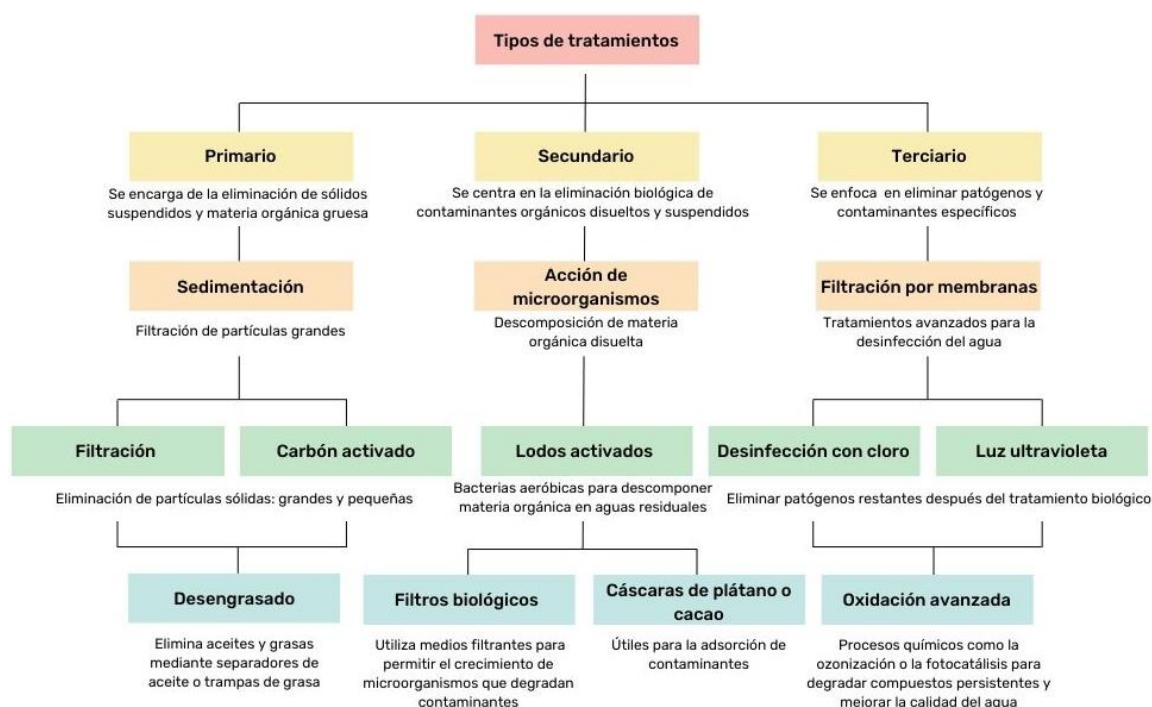
Figura 12. Representación de prototipos de filtración. Tomado de: Estudiantes participantes en la investigación.



Mencionan algunas alternativas ante la implementación de un prototipo de filtración como: Reducir el riesgo de padecer enfermedades gastrointestinales a causa del agua en mal estado, limpiar el agua aunque no al 100% pero ayuda a eliminar sedimentos, dado que en la zona no hay agua potable que beneficie a la comunidad, ayuda en el tratamiento del agua ya que es un proceso físico a gravedad que permite el paso del agua por medio de materiales granulares o porosos, así como mediante el filtro se eliminan partículas de diferentes tamaños, este se podría ir mejorando para que alcance a eliminar bacterias causantes de muchas enfermedades y puede ayudar a personas de bajos recursos económicos para que tengan la posibilidad de acceder al agua de mejor calidad.

En cuanto a los tratamientos primarios, secundarios y terciarios que relacionan los estudiantes al prototipo de filtración, estos se agrupan y se mencionan en la Figura 13.

Figura 13. Tratamientos primarios, secundarios y terciarios relacionados al prototipo de filtración. Elaboración propia.



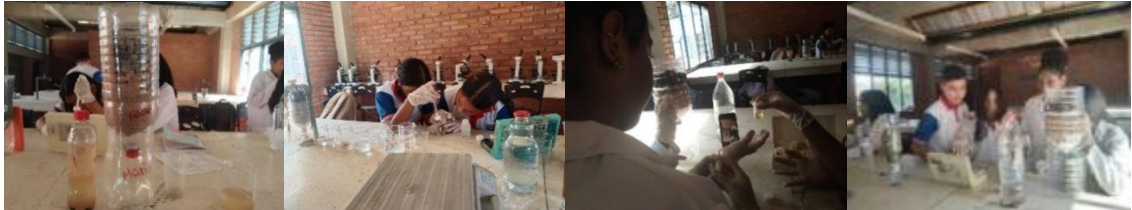
De acuerdo con la Figura 13, los estudiantes tuvieron en cuenta diferentes procedimientos para la descripción de cada tipo de tratamiento, incluso se evidencian algunas diferencias entre ellos, las cuales se enmarcan en la filtración de partículas grandes y pequeñas, descomposición de materia orgánica disuelta y desinfección del agua. Los estudiantes consideran pertinente relacionar estos procedimientos al prototipo de filtración ya que podrían mejorar su eficiencia en cuanto a retención de contaminantes, mejorar las condiciones del agua filtrada y asegurar su ingesta o utilización en las actividades del hogar.

8.5.2. Nivel avanzado.

En cuanto al nivel avanzado, se organizaron cinco equipos de trabajo cada uno conformado por cuatro estudiantes, los cuales realizaron la construcción de un prototipo de filtro, asimismo, reunieron diferentes bases teóricas relacionadas a los parámetros fisicoquímicos para analizar una muestra de agua antes y después de dejarla pasar por el prototipo y comparar los respectivos resultados con los presentados según la resolución 2115 de 2007.

A continuación, en la Figura 14 se muestran algunos prototipos de filtro, así como la participación de los estudiantes en la identificación de los parámetros fisicoquímicos en la muestra de agua.

Figura 14. Prototipos de filtro e identificación de parámetros fisicoquímicos. Tomado de: Estudiantes participantes en la investigación.



Frente a los resultados obtenidos de los parámetros fisicoquímicos para cada una de las muestras reportados en la Tabla 13, los equipos de trabajo encuentran que solamente tres de los parámetros analizados cumplen según la resolución 2115 de 2007 después de filtrar cada una de las muestras, estos parámetros son: pH, alcalinidad y color. Ellos lo explican desde la funcionalidad del prototipo de filtro para eliminar partículas e incluso impurezas que llegan a afectar dichos parámetros.

En cuanto al pH mencionan como al eliminar algunos sólidos disueltos este puede equilibrarse y establecerse en el rango apropiado, respecto a la alcalinidad mencionan como la filtración puede contribuir a remover una parte de los carbonatos presentes en el agua y así encontrar un valor más bajo. En lo que tiene que ver al color, mencionan que los diferentes medios filtrantes permiten la retención de contaminantes que conllevan al cambio de color del agua, e incluso evidenciarla más clara o transparente.

En referencia a los parámetros restantes, no cumplen según los valores indicados por la resolución, tal es el caso de: Dureza total, cloruros y fosfatos. Al respecto, los estudiantes mencionan que los prototipos de filtración convencionales no tienen la capacidad para eliminar las sales de calcio y magnesio e incluso cloruros y fosfatos. En este sentido, mencionan la necesidad de adecuar sus prototipos, en los que se incluyan los tratamientos mencionados en la Figura 13, ya que de lo contrario no se podría ingerir o utilizar el agua para las actividades del hogar.

Tabla 13. Resultados obtenidos de la parte II de la situación 2,4 y 5. Elaboración propia.

Parámetros fisicoquímicos	Procedimiento	Reporte de los resultados de los cinco equipos de trabajo por muestra de agua					Valores resolución 2115 de 2007
		1	2	3	4	5	
pH	Antes	6,88	6,67	6,83	7,24	7,14	6,5-9,0
	Después	6,88	6,65	6,85	7,20	7,16	
Temperatura (°C)	Antes	30	30	29	29	30	-
	Después	29	30	29	29	30	
Alcalinidad (ppm)	Antes	70,05	180,14	215,17	190,15	165,13	200
	Después	69,50	180,50	200	192,10	163,20	
Dureza total (ppm)	Antes	500	580	650	640	515	300
	Después	510	570	658	642	520	
Cloruros (ppm)	Antes	55	460	400	448	400	250
	Después	50	450	400	440	390	
Color (UPC)	Antes	5	10	5	10	10	15
	Después	3	5	3	5	5	
Fosfatos (ppm)	Antes	2	1	3	1	3	0,5
	Después	2	1	3	1	3	

8.6. Evaluación del fortalecimiento de habilidades del pensamiento crítico “toma de decisiones y solución de problemas”

Respecto al fortalecimiento de las habilidades del pensamiento crítico “toma de decisiones y solución de problemas” en los estudiantes, se tuvo en cuenta su participación desde las diferentes actividades y el abordaje del reto propuesto. En este sentido, a través del instrumento final presentado en el Anexo 11 se evalúa el fortalecimiento de dichas habilidades, mientras los resultados se describen en las Tablas 14 y 15.

8.6.1. Habilidad del pensamiento crítico “Solución de problemas”

En relación con la Tabla 14 se muestra que la situación 1 del instrumento de caracterización favoreció que los estudiantes pudieran realizar construcciones teóricas y críticas frente a los problemas ocasionados por el ineficiente tratamiento de aguas, precisamente parte de sus aportes conceptuales son sustentados desde el desarrollo de las actividades teórico-prácticas y el reto. De igual manera, utilizaron argumentos variados y soluciones pertinentes según el contexto de la situación presentada. Se evidenció la capacidad de los estudiantes por comprender la situación, mejorar su discurso, posicionar respuestas pertinentes y avanzar hacia el planteamiento de soluciones aplicables desde el contexto real. Lo anterior, permite evidenciar el fortalecimiento de la habilidad del

pensamiento crítico de solución de problemas en el grupo de estudiantes participantes en la investigación.

Tabla 14. Resultados frente a la situación 1 enfocada a la solución de problemas. Elaboración propia.

Situación 1		
Categoría A: Identificación de problemas relacionados al ineficiente tratamiento de aguas.	Categoría B: Explicación de los argumentos utilizados en contra o a favor de un problema.	Categoría C: Selección de soluciones precisas y encaminadas a la puesta en marcha de estrategias razonables.
Los estudiantes identifican diferentes problemas a causa del ineficiente tratamiento de aguas, tales como: <i>Contaminación de fuentes de agua potable, propagación de enfermedades, afectación a la flora y fauna, alteración de las aguas subterráneas, aumento de plagas, muerte de animales, degradación de los ecosistemas marinos, problemas estomacales por bacterias y desechos, y afectación a las comunidades de los alrededores.</i>	Dada la gran problemática a causa del ineficiente tratamiento de las aguas, los estudiantes mencionan <i>la necesidad de gestionar proyectos o negociaciones en términos de dar un buen tratamiento a las aguas residuales, ya que se requiere seguridad en su posterior utilización en los hogares, así como dejar de afectar los ecosistemas.</i>	Los estudiantes mencionan como diferentes soluciones desde las más breves a las más sólidas pueden conducir a grandes cambios en la población y su relación con el agua. En este sentido, mencionan <i>la importancia de las charlas informativas en el contexto social, educativo y político acerca del ineficiente tratamiento del agua, divulgar la problemática y generar prevención en las personas mediante la radio municipal, fomentar la puesta en marcha de prototipos de filtración con los cuales se puedan reducir los sólidos en suspensión, así como con tratamientos avanzados se mejoren las condiciones del agua.</i>

Frente a la pregunta cerrada enfocada hacia la selección de la mejor solución para la situación presentada, 9 estudiantes señalaron la opción de *hacer uso de plantas como fue el caso del buchón de agua o de otro tipo de tratamientos físicos, químicos y biológicos hasta que se logre resolver la situación de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales*, mientras otros 9 estudiantes optaron por la opción de *fomentar el diálogo con la comunidad intentando establecer acuerdos desde las casas, empresas, centros educativos o dependencias involucradas hacia un vertimiento de aguas residuales que no incremente los niveles de toxicidad, ya que son dirigidas al mar*. Por otra parte, 2 estudiantes indicaron la opción de *recurrir a instancias de participación ciudadana para abordar la afectación producto del vertimiento de aguas residuales directamente al mar*.

A pesar de que la selección de la mejor solución se encontró dividida, con este tipo de opciones señaladas los estudiantes consideraron pertinente la utilización de tratamientos o procedimientos con los que se mejoren las condiciones del agua, así como mantener el dialogo entre las comunidades y las diferentes dependencias para analizar el riesgo del vertimiento de las aguas residuales contaminadas por diferentes tipos de compuestos químicos.

8.6.2. Habilidad del pensamiento crítico “Toma de decisiones”

Conforme a la información presentada en la Tabla 15 se muestra que la situación 2 contribuyó para que los estudiantes retroalimentaran los conocimientos aprendidos y las prácticas realizadas, y en este sentido, sometieran a discusión diferentes propuestas en términos del conocimiento, generación y reducción de los contaminantes emergentes. A su vez, identificaron consecuencias asociadas a la baja calidad del agua concluyendo como estas conllevan a la afectación de la salud de las personas, su calidad de vida y actividades cotidianas, y plantearon soluciones basadas en el reto resuelto para los diferentes tipos de contexto. Lo anterior, permite evidenciar el fortalecimiento de la habilidad del pensamiento crítico de toma de decisiones en el grupo de estudiantes participantes en la investigación.

Tabla 15. Resultados frente a la situación 2 enfocada a la toma de decisiones. Elaboración propia.

Situación 2		
Categoría D: Planteamiento de propuestas acerca de qué son, cómo se generan y de qué manera reducir el impacto de los contaminantes emergentes.	Categoría E: Identificación de posibles consecuencias ante la dificultad de acceder al servicio de agua potable.	Categoría F: Planteamiento de soluciones ante las consecuencias generadas en el contexto social, cultural, económico y ambiental.
Los estudiantes mencionan algunas características de los contaminantes emergentes en función de su gran capacidad en forma de compuestos químicos para encontrarse, dispersarse y generar impactos negativos sobre el medio ambiente, las especies y las personas. Estos mencionan que se pueden generar de las actividades industriales, agrícolas, del consumo de fármacos, de los residuos plásticos, entre otros. Es por esto por lo que, consideran implementar adecuaciones en los sistemas de tratamientos para que sean eficientes y se logren reducir estos contaminantes. Lo anterior, conlleva a disponer el agua de calidad para preservar la vida en el planeta.	Los estudiantes mencionan diferentes consecuencias ante la dificultad para acceder a un agua potable. Entre estas se encuentran: Problemas de salud, impactos económicos sobre las poblaciones, aumento de infecciones y enfermedades por la ingesta de agua contaminada, se requiere tener altos recursos económicos para la atención médica y la compra de agua en botella o bolsa, puede conllevar a enfermedades diarreicas, hepatitis y colera e incluso la muerte, y dado el hecho de que las comunidades no tengan el acceso a agua potable los limita a preparar alimentos en las condiciones adecuadas.	En cuanto a las soluciones propuestas por los estudiantes desde los diferentes contextos, mencionan: La gestión de prácticas sostenibles para velar por la calidad del agua, implementar sistemas de purificación de agua en cada una de las comunidades, construir filtros de agua caseros, implementar métodos tecnificados como ósmosis inversa, cloración y oxidación avanzada, promover programas que permitan concientizar a la población acerca de la higiene, saneamiento, prácticas de almacenamiento y consumo de agua, así como del cuidado del agua.

En cuanto a la pregunta cerrada enfocada hacia la selección de la opción con mayor pertinencia para mejorar el servicio de agua potable en la zona urbana y rural, 8 estudiantes optan por la opción de *evitar consumir agua no tratada y exigirle a la alcaldía la puesta en*

marcha de plantas con sistemas de tratamiento convencionales y avanzados para la eliminación de cualquier tipo de contaminante emergente, por otra parte 8 estudiantes señalan la opción de utilizar diferentes métodos no propiamente tecnificados pero que permiten realizar el tratamiento del agua antes de ingerirla, así como generar iniciativas con las cuales se puedan fortalecer dichos métodos. A su vez 3 estudiantes optan por la opción de capacitar a la población que habita en las zonas rurales acerca del cuidado del agua y de la necesidad de acceder al agua potable para evitar futuras enfermedades. Finalmente, 1 estudiante señala la opción de proponer un pliego de peticiones ante el Gobierno Nacional de acuerdo con la problemática del acceso al agua potable, la cual viven diariamente las personas que habitan las zonas rurales de Atlántida.

A pesar que una vez más se encuentra dividida la selección de las respuestas, el mayor número de estudiantes indican la importancia de realizar el tratamiento al agua de forma tecnificada antes de consumirla para evitar futuros problemas de salud, entablar diálogos con la alcaldía como dependencia responsable en la gestión y fortalecimiento de los sistemas de tratamiento y mejorar los tipos de tratamientos implementados ya que del todo no se están eliminando los contaminantes como es el caso de los emergentes.

En términos generales, la estrategia metodológica del aprendizaje basado en retos (ABR) enfocada en la problemática de los contaminantes emergentes en aguas, ha evidenciado su eficacia en cuanto al fortalecimiento de las habilidades de pensamiento crítico “solución de problemas y toma de decisiones” en el grupo de estudiantes participantes en la investigación. Teniendo en cuenta que, los estudiantes lograron construir aportes teóricos fundamentados en los problemas ocasionados a causa del ineficiente tratamiento del agua, estos fueron apoyados a través de su participación en las actividades teórico – prácticas y el reto resuelto por equipos de trabajo. Durante el proceso se lograron avances significativos en lo que respecta al abordaje de argumentos precisos, soluciones viables, comprensión y abordaje de situaciones complejas, promoción de diálogos comunitarios, inclusión de perspectivas sociales, culturales, económicas y ambientales, y motivación desde la racionalidad social y ambiental.

9. CONCLUSIONES

En primera instancia, con el presente trabajo de investigación se logra identificar que las habilidades de pensamiento crítico “toma de decisiones y solución de problemas” se encuentran en proceso de desarrollo en el grupo de estudiantes participantes de noveno grado 903º de la I.E. San Rafael de Albania – La Guajira, por lo cual se requiere fortalecerlas. En este sentido, al implementar la estrategia metodológica del aprendizaje basado en retos (ABR) para el fortalecimiento de estas habilidades desde el caso de los contaminantes emergentes en aguas, se reconocen dificultades conceptuales para abordar el agua como recurso natural y limitado, se encuentra el desconocimiento por los tipos de contaminantes, como es el caso de los contaminantes emergentes y su impacto en la calidad del agua. Por lo tanto, se evidencia la dificultad para comprender temas relacionados a la calidad del agua, sus tratamientos y prevención. Esto conduce a ciertas falencias en lo que respecta a reconocer un problema, plantear soluciones precisas y consistentes, investigar a profundidad el problema, explorar posibles opciones y sus consecuencias, seleccionar la mejor decisión y evaluar su efectividad.

En lo que respecta al planteamiento del reto y las diferentes actividades que lo soportan, se articulan elementos conceptuales y metodológicos del aprendizaje basado en retos (ABR), los cuales son esenciales en el fortalecimiento de las habilidades de pensamiento crítico. Al caracterizar estos elementos, se encuentran: identificación de problemas del contexto cotidiano de los estudiantes, argumentación e intercambio de opiniones, aplicación de soluciones breves y complejas, intervención escrita y oral, activación de su proceso cognitivo con ejercicios variados, implementación y valoración de la efectividad de estrategias y motivación para alcanzar los logros propuestos.

Se tuvo en cuenta el diseño de un instrumento de caracterización de habilidades de pensamiento crítico soportado desde la propuesta de Halpern (2006), enfocada hacia el desarrollo de habilidades de razonamiento verbal, análisis de argumentos, prueba de hipótesis, uso de riesgo e incertidumbre, toma de decisiones y resolución de problemas, y desde el trabajo de Bezanilla et al (2015) quién divide las habilidades en analizar, razonar, cuestionar, evaluar, tomar decisiones y actuar. Es así como en este diseño, se adaptan situaciones problema del contexto del estudiante, con las cuales se debe actuar de forma analítica y razonable para proceder con una acción. De igual forma, fue importante su validación bajo expertos que evaluaron su eficacia, precisión e incluso dificultades que

podieran llegar a presentarse cuando se caracterizaran las habilidades en los estudiantes participantes en la investigación.

El diseño del reto centrado en los contaminantes emergentes en aguas se caracteriza por fortalecer conceptos, ampliar el vocabulario, revisar nueva información, retroalimentar los conocimientos aprendidos, fortalecer habilidades experimentales, resolver problemas desde la práctica y la teoría como en el caso de la construcción de un prototipo de filtro, identificar fortalezas y dificultades, mantener la objetividad en la selección de la información, desarrollar soluciones creativas, fomentar el trabajo en equipo, argumentar decisiones acerca del entorno, generar un ambiente educativo situado y contextualizado, participar activamente bajo un ambiente educativo situado y contextualizado, compartir percepciones y experiencias, así como trascender en el discurso oral y escrito. Siendo, todo ello importante en el fortalecimiento de las habilidades de pensamiento crítico “toma de decisiones y solución de problemas” en el grupo de estudiantes de noveno grado 903^o.

10. RECOMENDACIONES

Teniendo en cuenta la capacidad y eficacia de la estrategia metodológica del aprendizaje basado en retos (ABR) para la presente investigación, desde la cual, se fundamentó y se llevó a cabo el desarrollo de un reto a partir del problema de los contaminantes emergentes en el agua, se considera pertinente tener la oportunidad en próximas investigaciones de plantear diferentes retos desde los cuales se involucren problemáticas de las comunidades con el propósito de abrir nuevos escenarios críticos además de que los estudiantes desarrollen la capacidad de adaptarse a diferentes contextos.

Considerando la pertinencia de la secuencia didáctica asumida desde el planteamiento de un reto para el fortalecimiento de habilidades como la solución de problemas y la toma de decisiones, esta podría seguirse moldeando y enriqueciendo con elementos conceptuales y metodológicos tecnológicos, desde donde se expanda la información entre equipos de trabajo, se utilicen simulaciones con las cuales diagnosticar problemas ambientales así como crear soluciones efectivas en la comunidad y exista mayor facilidad así como confiabilidad en la búsqueda de literatura que aporte crítica y reflexivamente al trabajo investigativo.

11. BIBLIOGRAFÍA

- Albertos, D. (2015). Diseño, aplicación y evaluación de un programa educativo basado en la competencia científica para el desarrollo del pensamiento crítico en alumnos de educación secundaria. Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Madrid.
https://repositorio.uam.es/bitstream/handle/10486/668574/albertos_gomez_daniel.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Alean, J., Márquez, D., Burgos, S., Enamorado, G., y Marrugo, J. (2021). Productos farmacéuticos y de cuidado personal presentes en aguas superficiales, de consumo humano y residuales en el Departamento de Córdoba, Colombia. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 12(2), 179 – 197. <http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/130/1302302013/html/>
- Beltrán, M.J. & Torres, N.Y. (2009). Caracterización de habilidades de pensamiento crítico en estudiantes de educación media a través del test HCTAES. *Zona próxima*, 11. 66-85.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3219986>
- Bezanilla, M.J., Poblete, M., Fernández, D., Arranz, S. & Campo, L. (2018). El pensamiento crítico desde la perspectiva de los docentes universitarios. *Estudios Pedagógicos XLIV*, 44(1), 89-113.
<https://www.scielo.cl/pdf/estped/v44n1/0718-0705-estped-44-01-00089.pdf>
- Bilbao, A., González, X., Barandiaran, M., Barrenetxea, M., Cardona, A. & Mijangos, J.J. (2021). Aprendizaje basado en retos: Menú sostenible. *Conference Proceedings CIVINEDU*. 108-114.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8362919>
- Bustos, A., Castellano, V., Calvo, J., Mesa, R., Quevedo, V.J. & Aguilar, C. (2019). El aprendizaje basado en retos como propuesta para el desarrollo de las competencias clave. *Padres y Maestros*. 380. 50-55.
<https://revistas.comillas.edu/index.php/padresymaestros/article/view/12067/11218>
- Carvajal, G.I. & Valencia, G.C. (2016). Toma de decisiones en el aula escolar. *Planilla Educativa*. 69-89. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5920256>
- Castillo, E., & Vásquez, M. L. (2003). El rigor metodológico en la investigación cualitativa. *Colombia médica*, 34(3), 164-167. <https://www.redalyc.org/pdf/283/28334309.pdf>
- Causado, R., Santos, B. & Calderón, I. (2015). Desarrollo del pensamiento crítico en el área de Ciencias Naturales en una escuela de secundaria. *Revista Facultad de Ciencias Universidad Nacional de Colombia*, 4(2). 17-42.
https://www.researchgate.net/publication/315590481_DESARROLLO_DEL_PENSAMIENTO_CRITICO_EN_EL AREA DE CIENCIAS NATURALES EN UNA ESCUELA DE SECUNDARIA
- Elder, L. & Paul, R. (2003). Los fundamentos del pensamiento analítico. Tomales, CA, EE.UU. The Foundation for Critical Thinking.
<https://www.criticalthinking.org/resources/PDF/SPPensamientoanal%C3%ADtico.pdf>
- Facione, P. (2007). Pensamiento Crítico: ¿Qué es y por qué es importante?. *Insight Assessment*. 23-56. <https://eduteka.icesi.edu.co/pdfdir/PensamientoCriticoFacione.pdf>
- García-Gómez, C., Gortáres-Moroyoqui, P. & Droguí, P. (2011). Contaminantes emergentes: efectos y tratamientos de remoción. *Química Viva*, 10(2). 96-105.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=86319141004>
- González, R.A. (2016). Caracterización y seguimiento de contaminantes emergentes. Universidad de Valencia. Tesis doctoral.
<https://www.educacion.gob.es/teseo/imprimirFicheroTesis.do?idFichero=MUNFEEJPKCY%3D>
- Gibert, R.P., Rojo, M., Torres, J.G., Becerril, H. (2018). Aprendizaje basado en retos. *Revista Electrónica Anfeí Digital*. (9).1-11.
- Gil, M.J., Soto, A.M., Usma, J.I. & Gutiérrez, O.D. (2012). Contaminantes emergentes en aguas, efectos y posibles tratamientos. *Producción + Limpia*, 7(2). 52-73.
<http://www.scielo.org.co/pdf/pml/v7n2/v7n2a05.pdf>
- Halpern, D. (2006). Halpern Critical Thinking Assessment Using Everyday Situations: Background and scoring standards (2º Report). [Unpublished manuscript]. Claremont, CA: Claremont McKenna College. <https://psycnet.apa.org/doiLanding?doi=10.1037%2F110940-000>

- Hernández, R. & Mendoza, C. (2018). Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V. <https://repositoriobibliotecas.uv.cl/handle/uvscil/1385>
- Instituto Tecnológico de Monterrey. (2015). Aprendizaje Basado en Retos. *EduTrends*. 1-40. <https://eduteka.icesi.edu.co/pdfdir/edutrends-aprendizaje-basado-en-retos.pdf>
- León, I. V. (2018). Contaminantes emergentes: intervención didáctica estructurada desde la química relevante, para educación media. Trabajo de grado. Universidad Pedagógica Nacional. <http://repositorio.pedagogica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12209/11080/TO-23008.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Miranda, S. & Ortiz, J A. (2020). Los paradigmas de la investigación: un acercamiento teórico para reflexionar desde el campo de la investigación educativa. *RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 11(21), e064. Epub 23 de abril de 2021. <https://doi.org/10.23913/ride.v11i21.717>
- Muñiz, A.B. (2021). Ibuprofen as an emerging pollutant on non-target aquatic invertebrates: Effects on *Chironomus riparius*. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 81. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1382668920302131?via%3Dihub>
- Noreña, A. L., Alcaraz-Moreno, N., Rojas, J. G., & Rebolledo-Malpica, D. (2012). Aplicabilidad de los criterios de rigor y éticos en la investigación cualitativa. *Aquichan*, 12(3), 263-274. [Aplicabilidad de los criterios de rigor y éticos en la investigación cualitativa \(scielo.org.co\)](https://scielo.org.co/doc/aplicabilidad-de-los-criterios-de-rigor-y-eticos-en-la-investigacion-cualitativa)
- Patiño, A. M. (2010). Persona y humanismo. Algunas reflexiones para la educación en el siglo XXI. Distrito Federal, México: Universidad Iberoamericana. https://books.google.com.co/books?id=UEtbAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Peña-Guzmán, C., Rodríguez, E., Sanchez, F., Rodríguez-Pinzón, M. & Sanabria, M. (2024). Plugin CE una herramienta computacional para la determinación de contaminantes emergentes por sectores productivos: caso de estudio para la ciudad de Bogotá-Colombia. *Tecnología y ciencias del agua*, 15(3), 289-348. <https://ia904706.us.archive.org/15/items/tca-may-jun-2024/a7-289-348.pdf>
- Quesada, I., Jáuregui, U.J, Wilhelm, A.M. & Delmas, H. (2009). Contaminación de las aguas con productos farmacéuticos. Estrategias para enfrentar la problemática. *CENIC. Ciencias Biológicas*, 40(3). 173-179. <https://www.redalyc.org/pdf/1812/181221662005.pdf>
- Ramírez. (2008). Educación ambiental e integración escuela comunidad. *Geoenseñanza*, 13(1). 105114. <https://www.redalyc.org/pdf/360/36014579010.pdf>
- Reinoso, J.C., Serrano, C.Y. & Orellana, D.F. (2017). Contaminantes emergentes y su impacto en la salud. *Revista de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de Cuenca*, 35(2). 55-59. https://www.academia.edu/87736436/Contaminantes_emergentes_y_su_impacto_en_la_salud [Emerging contaminants and its impact on the health](https://www.researchgate.net/publication/305196476)
- Suarez, D. (2019). Aprendizaje basado en retos como estrategia metodológica para el área de tecnología. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Trabajo de grado. https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/handle/001/3146/TGT_1694_Aprendizaje_basado_en_retos.pdf;jsessionid=EE01D524FD1B32CB61C44775CEBCBAF3?sequence=1
- Tamayo, O. E., Zona, R. & Loaiza, Y. E. (2015). El pensamiento crítico en la educación. Algunas categorías centrales en su estudio. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 11(2), 111-133. <https://www.redalyc.org/pdf/1341/134146842006.pdf>
- Tejada, C., Quiñonez, E. & Peña, M. (2014). Contaminantes emergentes en aguas: metabolitos de fármacos. Una revisión. *Revista Facultad de Ciencias Básicas*, 10(1). 80-101. <https://www.researchgate.net/publication/305196476> [Contaminantes Emergentes en Aguas Metabolitos de Farmacos Una Revision](https://www.researchgate.net/publication/305196476)
- Torres, M. & García, M. L. (2022). Trayectorias del pensamiento crítico social y ambiental en la investigación. Caso Maestría de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente. *Revista Entramado*. 17(2), 180-195. <http://www.scielo.org.co/pdf/entra/v17n2/2539-0279-entra-17-02-180.pdf>
- Observatorio de innovación educativa. (2015). Aprendizaje basado en retos. Tecnológico de Monterrey. 1-40. <https://eduteka.icesi.edu.co/pdfdir/edutrends-aprendizaje-basado-en-retos.pdf>

- Oliveras, B., Sanmartí, N. & Simón, M. (2018). Retos de la educación secundaria actual. *Aula de Secundaria*, (25), 29-32. <https://consejoescolar.educacion.navarra.es/web1/wpcontent/uploads/2018/02/1425.pdf>
- Orduz, M & Tuay, R. N. (2021). Formación en pensamiento crítico de los docentes para el desarrollo sostenible. *Revista Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 397-402. https://www.academia.edu/90552369/Formaci%C3%B3n_en_Pensamiento_Cr%C3%ADtico_De_Los_Docentes_Para_El_Desarrollo_Sostenible?sm=b
- Universidad Pedagógica Nacional. (2023). Maestría en Docencia de la Química. Facultad de Ciencia y Tecnología. <http://cienciaytecnologia.upn.edu.co/nosotros/>
- Villarini, A.R. (2003). Teoría y pedagogía del pensamiento crítico. *Perspectivas psicológicas*, 3-4, 3542. <http://pepsic.bvsalud.org/pdf/pp/v3-4/v3-4a04.pdf>
- Zarazúa-Morín, M. E., Alfaro-Cruz, M. R. & Torres-Martínez, L.M. (2024). Medicamentos y sus consecuencias como contaminantes emergentes. *Ciencia y Sociedad*. (123), 8-15. <http://eprints.uanl.mx/26481/1/26481.pdf>
- Zona, J.R. & Giraldo, J.D. (2017). Resolución de problemas: Escenario del pensamiento crítico en la didáctica de las ciencias. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos (Colombia)*, 13(2), 122-150. <https://www.redalyc.org/pdf/1341/134154501008.pdf>

12. ANEXOS

Anexo 1. Matriz con respuestas generadas por los participantes en el proceso de validación.

TIPO DE SITUACIÓN	PARTES	PREGUNTAS	RESPUESTAS
<p style="text-align: center;">SITUACIÓN 1</p> <p>En la ciudad de Villa del Sol no se utilizaba tratamiento para las aguas residuales domésticas, sus aguas residuales se vertían directamente al mar. Al identificar esta problemática un grupo de investigadores decidieron emplear la planta buchón de agua teniendo en cuenta su gran potencial para remover color a las aguas residuales y contaminadas, así como reducir significativamente los sólidos suspendidos, algunos contaminantes orgánicos, metales, entre otros. Sin embargo, se ha pensado en continuar revisando otras estrategias para mejorar la calidad del agua. Así como trabajar en procesos de desinfección y eliminación de sustancias químicas que ingresan al mar por medio de la orina (Mendoza et al., 2016).</p>	<p style="text-align: center;">PARTE 1</p>	<p>¿Qué tipo de problemas se podrían generar en la comunidad al no realizar un respectivo tratamiento de las aguas residuales?</p> <p>¿Qué estrategia utilizaría para informar a la comunidad de Villa del Sol y sus alrededores acerca del problema del vertimiento de aguas residuales al mar?</p>	<p>Problemas...</p> <p><i>“acumulación significativa de contaminantes que a largo plazo puede inducir a múltiples problemáticas en la comunidad por ejemplo afectar la cadena alimenticia y en tales casos si hay pesca acumulación de metales e ingesta de estos siendo problemas de salud”</i></p> <p><i>“la comunidad puede verse afectada en sus condiciones de salud, ya que claramente estás aguas son utilizadas nuevamente para el consumo humano y la gente cree que con solo hervir el agua se remueven todos los contaminantes. Además de la toxicidad que esto genera para las especies que habitan en el mar”</i></p> <p><i>“se generaría una tasa de mortalidad en las especies y consecuentemente podría generar un problema económico si se tiene presente que exista una actividad pesquera”</i></p> <p><i>“Generación de infecciones y enfermedades a partir de la contaminación producto de la falta de tratamiento en las aguas, estas se convierten en peligro para las comunidades expuestas”</i></p> <p><i>“Las diferentes sustancias químicas que terminan en el mar pueden propiciar un ambiente adecuado para el crecimiento de microorganismos, cambios en el pH del medio, afección en las cadenas tróficas y cambios en las propiedades fisicoquímicas del agua, lo que llevaría a cambiar las características del agua que puede ser usada para diferentes fines, como energéticos, económicos etc.”</i></p> <p>Estrategias...</p> <p><i>“Trabajar de la mano con los líderes de la comunidad para buscar la manera de llevar la formación clara y veraz a todos sus habitantes, es importante la participación de estos en la divulgación de la información y participación en las posibles soluciones”</i></p> <p><i>“Generaría dinámicas de educación ambiental en la directriz de la apropiación ambiental en este caso del ecosistema acuático, en la metodología varias secciones dinámicas y que generen intercambio de ideas y se utilice un lenguaje no técnico y llegar acuerdos con la comunidad y los ejes locales políticos.”</i></p> <p><i>“Considero que es importante realizar lo conocido como “alfabetización científica” ya que muchas personas que son parte de la comunidad desconocen propiamente el contenido del agua residual en términos de: metales pesados, sedimentos, microorganismos que pueden afectar la salud, etc. Esto debería llevarse a cabo por medio de campañas con un lenguaje comprensible para la comunidad, teniendo la posibilidad de interactuar con las evidencias reales de lo que sucede”</i></p> <p><i>“Emplearía herramientas didácticas como folletos, divulgación en redes sociales y charlas comunitarias, esto para generar conciencia a través de las afectaciones evidentes”</i></p> <p><i>“Impactar las instituciones educativas, llevando a los currículos la importancia de generar espacios donde se pueda explicar la necesidad de tratar el agua por las consecuencias que puede llegar a traer sobre la salud”</i></p> <p><i>“Impactar entes gubernamentales para el desarrollo y apoyo de sistemas eficaces que mejoren las condiciones del tratamiento de aguas a fin de generar bienestar para la comunidad que se ve afectada por la población”</i></p> <p><i>“Campañas de socialización del cuidado del medio ambiente, visibilizar la problemática y hacer énfasis en que el agua es materia prima para muchas de las actividades que se desarrollan en la región por tanto estarían afectando sus propias actividades. Además, concientización de la importancia del cuidado del vertimiento de aguas”</i></p>
	<p style="text-align: center;">PARTE 2</p>	<p>¿Cuál de las siguientes afirmaciones es la mejor solución a la situación anterior? Seleccionar la opción que considere.</p>	<p>9 Hacer uso de plantas como fue el caso del buchón de agua o de otro tipo de tratamientos físicos, químicos y biológicos hasta que se logre resolver la situación de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales.</p> <p><u>1</u> Recurrir a instancias de participación ciudadana para abordar la afectación producto del vertimiento de aguas residuales directamente al mar.</p> <p><u>3</u> Fomentar el diálogo con la comunidad intentando establecer acuerdos desde las casas, empresas, centros educativos o dependencias involucradas hacia un vertimiento de aguas residuales que no incremente los niveles de toxicidad, ya que son dirigidas al mar.</p> <p><u>0</u> Continuar vertiendo las aguas residuales al mar, aunque se deberían adicionar sustancias químicas que permitan absorber la carga nociva contenida y arrojada al mar.</p>
TIPO DE SITUACIÓN	PARTES	PREGUNTAS	RESPUESTAS

<p>SITUACIÓN 2</p> <p>Las aguas residuales son aguas de composición variable provenientes de las descargas de usos municipales, industriales, comerciales, agrícolas, pecuarios, domésticos y de cualquier otro uso. Gran cantidad de agua residual se descarga en el mar Nereo diariamente, la cual contiene contaminantes emergentes, los cuales son compuestos químicos de diferente origen y naturaleza que se encuentran a bajas concentraciones y provocan daños ambientales principalmente en los ecosistemas acuáticos. Socialmente, aunque se conocen los daños que los contaminantes emergentes pueden ocasionar, muchos pobladores no tienen claridad acerca de qué son y cómo se generan, lo cual agrava la situación, debido a que seguirán vertiendo estos contaminantes de forma descontrolada a los distintos cuerpos de agua, ocasionando un deterioro ambiental.</p>	<p>PARTE 1</p>	<p>Teniendo en cuenta esta información, redacte una primera propuesta con la que permita a los pobladores conocer qué son y cómo se generan los contaminantes emergentes y una segunda propuesta para reducir el impacto de los contaminantes emergentes.</p>	<p><i>“...es necesario abordar el tema directamente con la comunidad, se debe capacitar a los diferentes líderes y hacer pedagogía en los planteles educativos, en los comercios y asegurarnos que esta información se entienda y sea replicada de una manera clara y fácil de entender./ ... las autoridades ambientales deben empezar a adoptar medidas que regulen su uso y disposición final, además se deben emplear nuevos procesos físicos químicos y biológicos que permitan la remoción de estos contaminantes en las plantas de tratamiento de aguas residuales”</i></p> <p><i>“... se puede crear una campaña, pero que está tenga el apoyo de las alcaldías y/o municipios para generar folletos informativos y ser llevado directamente a la diferente comunidad para ello el folleto debe ser muy creativo y tener un link de acceso alguna página o redes sociales donde las personas puedan acceder y visualizar contenido de los contaminantes emergentes/ ... se pueden realizar estímulos de crear talleres de manera virtual que propicien un espacio de reducción de carga contaminante al mar principalmente desde nuestra casa o lugar de trabajo. Pero si la comunidad no cuenta con el acceso a internet los talleres se pueden realizar de manera presencial y tratar de ser lo más dinámicos posibles, como incluir juegos o acciones que sean los más reales a su contexto, además muchas campañas se pueden realizar directo en las playas con la sensibilización mostrando efectos negativos como usar maniqués de personas enfermando, animales acuáticos muriendo etc. todo depende del tipo de comunidad”</i></p> <p><i>“... a través de capacitaciones, folletos y actividades pedagógicas en dónde se involucre la participación de las personas se puede organizar los tipos de contaminantes emergentes y cuáles son los precursores de ellos que generan un alto riesgo para la salud y el medio ambiente. Así como sus conformaciones químicas en cuanto a las sustancias disueltas en el agua y los materiales que quedan como sedimentos y los de carácter biológico como las hormonas, toxinas, bacterias, virus, entre otros /... prevención con el uso de productos químicos menos nocivos y que se estén desechando todo el tiempo y mejorar el estudio de estos por medio de análisis físico químico para detectar la presencia de estos contaminantes. Pero, indudablemente debe proporcionarse un sistema de acueducto y alcantarillado adecuado, así como, una planta para tratamiento de aguas”</i></p> <p><i>“... realizar campañas de divulgación donde se exponga a la población cual es el impacto que tienen los contaminantes emergentes, su procedencia y de qué forma se puede evitar que se produzcan. /... proponer y exigir medidas ambientales que reduzcan los contaminantes emergentes, generar sensibilización en la población con respecto a fuentes que produzcan dichos contaminantes en los cuerpos de agua tales como (Desechar los medicamentos o fármacos en contenedores especiales, de acuerdo con la política ambiental definida en la zona), evitar desecharlos de forma inadecuada. - Generar otras opciones donde se priorice el cuidado del recurso hídrico”</i></p>
	<p>PARTE 2</p>	<p>Basándose en la información presentada, señale cuáles de los siguientes argumentos considera razonables (R) y cuales no razonables (NR).</p>	<p><u>7 R</u> Hablar con las alcaldías de los municipios cercanos al mar Nereo para que propongan subsidios a quienes efectúen un proceso de disposición final adecuado de los contaminantes emergentes y, por el contrario, sancionar a quienes no lo hacen por continuar contaminando.</p> <p><u>7 R</u> Evitar el consumo de peces y otros organismos acuáticos ya que traería efectos nocivos para la salud humana, así como dejar de exponerse en el mar Nereo ya que podría absorber parte de los contaminantes.</p> <p><u>12 R</u> Reducir el uso de compuestos químicos que se utilizan en las diferentes actividades domésticas, municipales, industriales, entre otras.</p> <p><u>10 R</u> Implementar tratamientos para aguas residuales convencionales y avanzados para la remoción de contaminantes emergentes favoreciendo a la comunidad, así como a los ecosistemas acuáticos que habitan en el mar Nereo.</p>

TIPO DE SITUACIÓN	PARTES	PREGUNTAS	RESPUESTAS
<p>SITUACIÓN 3</p> <p>Los contaminantes emergentes del tipo farmacéutico son aquellos como los analgésicos, antihipertensivos, antibióticos, estrógenos, entre otros, los cuales han generado a lo largo del tiempo un creciente problema en el medio ambiente ante su persistencia y capacidad de bioacumularse en los seres vivos. Muchos de estos compuestos se han encontrado en muchas cuencas hídricas del mundo, tal es el caso del ibuprofeno que se utiliza para reducir la inflamación de los tejidos y disminuir la fiebre, por lo cual ha sido uno de los comúnmente encontrados en aguas. Este compuesto tiende a permanecer en el agua, acumularse en el sedimento, plantas y organismos acuáticos. Gran parte de los niños y jóvenes de la comunidad que habita los alrededores de la costa al verse perjudicada por la calidad de sus aguas ha decidido realizar una campaña en la que invitan a todas las personas a eliminar o reducir el consumo de medicamentos tales como el ibuprofeno, dadas sus consecuencias sobre el medio ambiente.</p>	<p>PARTE 1</p>	<p>De acuerdo con la información, ¿apoyaría la campaña para eliminar o reducir el consumo de medicamentos como el ibuprofeno? (9) Si (4) No Explique de forma breve por qué sí o por qué no:</p>	<p><i>“No, el consumo del ibuprofeno no necesariamente es lo que causa que este vaya a parar a los cuerpos de agua; este llega a los cuerpos de agua cuando es desechado de forma inadecuada, cuando caduca y es lanzado a los sanitarios o los desagües en lugar de ser llevados a los puntos de acopio de medicamentos vencidos para recibir un tratamiento final adecuado”</i></p> <p><i>“Las personas actualmente toman medicamentos innecesarios perdiendo hábitos antiguos de poder utilizar analgésicos naturales que se encuentran en algunos metabolitos de las plantas, además de ser nocivo al medio ambiente”</i></p> <p><i>“... el uso excesivo de medicamentos trae en sí consecuencias para la misma salud humana. Por lo que, al reducir el uso de medicamentos como el ibuprofeno, que además a largo plazo puede provocar, úlceras, hemorragias, entre otras afecciones, se estaría disminuyendo el riesgo de contaminar más las aguas y las especies acuáticas”</i></p> <p><i>“Muchas personas consumen ibuprofeno, como medicamento para aliviar dolores corporales, sin embargo, muchos de los pobladores se automedican con esto, provocando un aumento del consumo en la comunidad y una mayor contaminación ambiental, por lo que reducir el consumo mediante una conciencia social, favorecería a la reducción del contaminante”</i></p> <p><i>“Considero que el evitar el uso de ciertos fármacos, no es la solución adecuada, ya que la población requiere del uso de medicamentos para tratar ciertas enfermedades. ... una posible solución es disponer de una entidad que logre regular la disposición final de dicho medicamento a fin evitar que termine en los cuerpos de agua”</i></p> <p><i>“No se puede dejar de usar un medicamento que es tan común y que funciona bien para muchos de los malestares que se presentan, quizás sería mejor buscar estrategias para reemplazar el uso de ibuprofeno por otros medicamentos que no se bioacumulen en exceso”</i></p>
	<p>PARTE 2</p>	<p>¿Cuál de las siguientes afirmaciones explicaría el razonamiento utilizado por los niños y jóvenes para que, mediante la campaña, las personas eliminen o reduzcan el consumo de medicamentos como el ibuprofeno?</p>	<p>(4) Tener conciencia frente al cuidado de la salud humana y de los ecosistemas acuáticos que prevalecen en el mar Nereo.</p> <p>(8) Buscar que la comunidad reflexione entorno al incremento de fármacos en aguas, siendo el ibuprofeno un ejemplo de compuestos que ocasionan desequilibrios en el medio ambiente, por lo cual, tomen acciones en cuanto a su eliminación y reducción en su ingesta diaria.</p> <p>(0) Dejar de consumir medicamentos por la comunidad, teniendo en cuenta los altos índices de habitantes que se automedican dado el precario servicio de salud que se encuentra en la zona.</p> <p>(1) Antes de consumir medicamentos como el ibuprofeno, se debe consultar su ficha de seguridad para evaluar sus niveles de toxicidad para los organismos acuáticos y los humanos, así como sus ventajas y desventajas de consumirlo.</p>

TIPO DE SITUACIÓN	PARTES	PREGUNTAS	RESPUESTAS
<p align="center">SITUACIÓN 4</p> <p>El tratamiento de las aguas residuales es prioritario a nivel mundial, ya que se requiere disponer de agua de calidad y en cantidad suficiente para preservar la vida del planeta, además de contribuir con el ambiente, la salud y la calidad de vida. Económicamente, se requiere una alta inversión, ya que con tan solo los sistemas de tratamiento convencionales no se alcanzan a eliminar contaminantes emergentes, por lo cual, se requieren sistemas de tratamiento avanzados con los cuales eliminar la mayor carga de contaminantes. Por tal razón, es que en algunas regiones del país como ocurre en Atlántida y algunas de sus zonas rurales aún no existen plantas de tratamiento que permitan mejorar la calidad y potabilización del agua.</p>	<p align="center">PARTE 1</p>	<p>Escriba dos consecuencias ante la dificultad de acceder al servicio de agua potable al no contar con sistemas de tratamiento convencionales y avanzados. Redacte dos soluciones que podrían compensar las consecuencias anteriormente mencionadas.</p>	<p>Consecuencias... <i>...afectación de la salud, que puede conducir a la muerte por causa de las diferentes enfermedades asociadas con los patógenos presentes en el agua sin tratar. /...los conflictos sociales, como el desplazamiento, la explotación y la violencia, donde los más vulnerables se ven obligados a desplazarse en busca del recurso hídrico o someterse a condiciones laborales extremas para tratar de subsistir. ... los habitantes se puedan enfermar ya que el agua puede causar problemas gastrointestinales por su contenido de microbios, bacterias, entre otros. /Puede ocasionar desnutrición por que hace que sea difícil para las personas cocinar con dicha agua e incluso utilizarla para su higiene personal. Enfermedades que pueden traducirse en intoxicación por sustancias que se encuentren dentro de las aguas no tratadas. /Deterioro de las especies marítimas además de la intoxicación de estas mismas y por efectos de la bioacumulación, afectar a la población que consume dichas especies las cuales se encuentran contaminadas por desechos. Proliferación de enfermedades dada la alta contaminación de fuentes hídricas. /Daños en la cadena trófica, afectando la calidad de ecosistemas en términos de nutrientes y biodiversidad.</i></p> <p>Soluciones... <i>Implementar políticas de conservación, uso racional de las fuentes hídricas y fácil acceso para las diferentes comunidades y promover la inversión en capacitación, infraestructura y participación de las comunidades en el tratamiento de aguas residuales; así como ofrecer apoyo a los proyectos emergentes que planteen soluciones ambientalmente sostenibles en el tratamiento de contaminantes emergentes. Cada hogar contará con sistemas económicos para potabilizar su propia agua como filtros caseros etc./...utilizar agua de lluvia, tener sus propios pasos y realizar tratamientos previos para su uso Los habitantes deben tener acceso a agua potable por lo que lo ideal sería que el gobierno mismo se encargue de llevarla a sus hogares y así solucionar algunos de sus problemas, lo anterior, debe tenerse en cuenta como un derecho fundamental. Es importante que se pongan plantas de tratamiento, por que pese a que sea costoso es un deber de los gobiernos. /...Implementar programas de educación sobre un consumo responsable y la importancia de beber agua potable teniendo en cuenta los múltiples riesgos a los que se enfrenta la comunidad de no hacerlo. Exigir a los gobernadores que gestionen recursos para adquirir carro tanques con agua potable, para así, brindar un servicio adecuado de agua, de igual manera invertir en la construcción de una planta de tratamiento de aguas. El uso de técnicas no convencionales (No son muy eficientes), sin embargo, pueden reducir la cantidad de contaminantes, y aparte enseñar a la población a implementarlos (por ejemplo, floculadores naturales, bioadsorbentes que puedan remover materia orgánica, agentes precipitantes provenientes de materiales lignocelulosas, entre otros) Filtros de purificación de agua y procedimientos físicos como hervir el agua antes del consumo para tratar de eliminar microorganismos. /Caracterizar las zonas con mayor contaminación y hacer seguimiento a la calidad de la fauna para determinar su consumo.</i></p>
	<p align="center">PARTE 2</p>	<p>¿Cuál de las siguientes opciones sería pertinente para mejorar el servicio de agua potable en la región, específicamente en las zonas rurales?</p>	<p><u>4</u> Evitar consumir agua no tratada y exigirle a la alcaldía la puesta en marcha de plantas con sistemas de tratamiento convencionales y avanzados para la eliminación de cualquier tipo de contaminante emergente. <u>7</u> Utilizar diferentes métodos no propiamente tecnificados pero que permiten realizar el tratamiento del agua antes de ingerirla, así como generar iniciativas con las cuales se puedan fortalecer dichos métodos. <u>0</u> Capacitar a la población que habita en las zonas rurales acerca del cuidado del agua y de la necesidad de acceder al agua potable para evitar futuras enfermedades. <u>2</u> Proponer un pliego de peticiones ante el Gobierno Nacional de acuerdo con la problemática del acceso al agua potable, la cual viven diariamente las personas que habitan las zonas rurales de Atlántida.</p>

TIPO DE SITUACIÓN	PARTES	PREGUNTAS	RESPUESTAS
<p align="center">SITUACIÓN 5</p> <p>Un líder social del departamento de Atlántida comenta que uno de los conflictos que se encuentra en la región es como los intereses privados e industriales han sido especialmente uno de los mayores responsables de entregar aguas inservibles a comunidades y personas que dependen de ellas y que se juegan su posibilidad de pervivencia, ya que sin agua para el consumo y para la agricultura familiar, los humanos y no humanos están destinados a la muerte. En muchos casos, los sectores industriales y extractivos no les permiten a las poblaciones el agua útil y sana e incluso se ven desplazadas o afectadas por el consumo de agua de mala calidad. Es así como han incrementado las enfermedades, la desnutrición y la insalubridad.</p>	<p align="center">PARTE 1</p>	<p>Piense en dos posibles formas para solucionar el conflicto mencionado por el líder social del departamento de Atlántida y descríbalas.</p>	<p><i>Revisar el cumplimiento de los diferentes requisitos exigidos al momento de otorgar las licencias ambientales a las diferentes industrias. /...Racionar el uso de agua por parte las industrias desde el punto de captación y garantizar el mínimo vital para las diferentes especies del ecosistema, así como de las comunidades.</i></p> <p><i>Hacer un acuerdo con los intereses comerciales para reducir el impacto al medio ambiente. Y que la comunidad también se organice.</i></p> <p><i>/...Es muy difícil generar soluciones cuando hay intereses por medio, pero se puede realizar peticiones al gobierno nacional para tomar cartas en el asunto.</i></p> <p><i>Regular y vigilar los desechos a nivel industrial, no puede ser posible que por su capacidad económica y de comprar al gobierno, se les permita el desecho de grandes cantidades de contaminantes que afectan a toda la comunidad. /...Debe exigirse un pretratamiento de aguas residuales a las industrias para evitar tantos contaminantes.</i></p> <p><i>Una primera forma de dar solución es generar movimientos que permitan a las entidades gubernamentales conocer la situación de la población y poder entablar una discusión para concretar un posible tratamiento a las aguas, y así generar sobre la población un bienestar y el derecho a vivir de forma digna. /</i></p> <p><i>Proponer y generar formas para capacitar a los residentes de la zona en implementar el tratamiento de las aguas, mediante técnicas no convencionales para disminuir las problemáticas que han surgido causa de las aguas contaminadas. /...Una buena opción es desde las instituciones de educación generar dichas prácticas así se puede llevar el conocimiento desde la escuela a la casa.</i></p> <p><i>Concientizar a las industrias de la importancia del consumo de agua potable para la población, de tal forma que promuevan métodos de purificación y de remoción de contaminantes en las fuentes hídricas. /Presentar el caso frente a las autoridades ambientales pertinentes, para así reglamentar el tratamiento del agua para minimizar su efecto contaminante.</i></p>
	<p align="center">PARTE 2</p>	<p>A continuación, encontrará enumeradas algunas soluciones que puede establecer. Valore la calidad de estas a través de la escala de 7 puntos:</p> <p>1: Solución extremadamente pobre 2: Solución muy pobre 3: Solución pobre 4: Solución de calidad media 5: Solución buena 6: Solución muy buena 7: Solución excelente</p>	<p>5-6: 10 Evitar que las empresas utilicen agua de ríos y arroyos para las actividades industriales y extractivas, así como deteriorarla y dejarla no apta para el consumo humano, animal y agrícola.</p> <p>6: 5 Participar en campañas y mesas de concertación con la comunidad para expresar ventajas y desventajas de las actividades que realizan los sectores industriales y extractivos en la región.</p> <p>6: 6 Mantener un dialogo entre la comunidad, y los sectores industriales y extractivos para que ambos se beneficien, no recurran a daños ambientales y se garantice el acceso, la calidad y la disponibilidad del agua potable.</p> <p>3: 4 Desplazar de la región los sectores industriales y extractivos que se encuentran contaminando el agua, teniendo en cuenta las enfermedades y otros efectos causados por no tener un buen tratamiento de esta.</p> <p>6: 4 Proponer multas para los sectores industriales y extractivos que se encargan de contaminar las aguas de la región.</p> <p>7: 5 Implementar métodos o técnicas de tipo biológico, químico y físico para la remoción de cualquier tipo de contaminantes, así como favorecer la calidad del agua.</p> <p>6: 5 Realizar talleres o charlas educativas con la comunidad para reflexionar frente a la problemática, así como disponer de insumos o elementos con los que se puedan realizar prototipos para descontaminar el agua.</p> <p>6-7: 8 Articular programas de salud y bienestar en la comunidad para evitar o reducir el número de muertes causadas por la contaminación y mala calidad del agua.</p>

Anexo 2. Respuestas de los estudiantes a la Actividad No. 2 del juego de roles.

Participación juego de roles
¿Cuál es el riesgo ambiental que presenta el río Ranchería?
Alcalde: “El río Ranchería es muy importante para la comunidad albanesa, aunque se encuentra contaminado por las aguas residuales, así como por las actividades que se hacen en El Cerrejón. Se necesitan soluciones rápidas para proteger los recursos naturales de la zona”
Profesional en el cuidado y conservación del medio ambiente/ Estudiantes expertos sobre el tema: “Las aguas de este importante río se encuentran contaminadas por metales pesados, productos producidos por la minería y hasta residuos farmacéuticos como el ibuprofeno. Esto es lo que afecta a la flora, la fauna y al agua potable”
Comunidad de los alrededores: “Ya que el río se encuentra contaminado este puede afectar la salud de los seres humanos, los cultivos y las actividades diarias”
Comunidad indígena: “Dado que el río Ranchería lo consideramos como un sitio sagrado, claramente la contaminación va a afectar nuestra relación con el mismo, nuestra cultura y sus recursos que nos provee”
Trabajadores de El Cerrejón: “Aunque se diga que nuestras actividades mineras afectan el río, hemos implementado estrategias para reducir cualquier impacto ambiental”
Trabajadores del sistema de tratamiento de aguas residuales: “La mayor afectación es cuando se eliminan las aguas residuales en el mar y los ríos sin un tratamiento, es por esto por lo que, necesitamos recursos y colaboración para que dispongan tecnología y métodos avanzados en los procesos de tratamiento”
Técnico en el tratamiento de aguas residuales: “Es obligatorio que los sistemas de tratamiento se fortalezcan por el tema de que no se están eliminando contaminantes emergentes como el ibuprofeno” por lo que a largo plazo afectaría a las personas, animales y ecosistemas”
Médicos: “La presencia de contaminantes como el ibuprofeno en el agua, afecta la vida acuática y la salud humana”
Pacientes que se automedican o son medicados con ibuprofeno:

“No hay conciencia frente al uso y disposición de los medicamentos como es el caso del ibuprofeno, por lo cual, es un riesgo para el medio ambiente”

¿Cuáles estrategias de mitigación se podrían aplicar para reducir el riesgo de contaminación que presenta el río Ranchería?

Alcalde:

“Hay que hacer un plan de acción para regular la calidad del agua, gestionar recursos para mejorar la infraestructura del sistema de tratamiento del agua y trabajar con las comunidades con sensibilizaciones”

Profesional en el cuidado y conservación del medio ambiente:

“Son necesarios los nuevos procesos de tratamiento del agua, restaurar los ecosistemas, reforestar los alrededores del río, reducir la utilización de productos químicos y disponer los medicamentos en puntos adecuados”

Comunidad de los alrededores:

“Se requiere un mayor control por parte de las autoridades ambientales, vigilar las actividades industriales y mineras, y mejorar los sistemas de tratamiento de aguas residuales”

Comunidad indígena:

“Nuestro río necesita respeto y mayor sostenibilidad, por esto las comunidades deben participar en la toma de decisiones frente a los problemas medioambientales”

Trabajadores de El Cerrejón:

“Se ha trabajado en proponer medidas que protejan el medio ambiente y se reduzcan contaminantes, aunque se tendrá en cuenta seguir reforestando y darles un buen manejo a los residuos”

Trabajadores del sistema de tratamiento de aguas residuales:

“Se necesitan recursos para mejorar la infraestructura de los sistemas de tratamiento de aguas, así como sus métodos”

Técnico en el tratamiento de aguas residuales:

“Sí los sistemas de filtración se diseñarán con la intención de eliminar contaminantes emergentes el agua que llega a los hogares tendría una mejor calidad”

Médicos:

“No se pueden eliminar los medicamentos de la vida diaria de las personas, pero sí se les puede hablar acerca de la correcta eliminación y disposición, así como de los riesgos de la automedicación”

Pacientes que se automedican o son medicados con ibuprofeno:

“Debemos concientizarnos del impacto medioambiental que generan muchos medicamentos, como es el caso del ibuprofeno, por lo que es necesario proponer alternativas sostenibles”

Estudiantes expertos sobre el tema:

“Se requiere de todas las instancias para mantener medidas preventivas, reducir los contaminantes emergentes, clasificar los residuos y disponerlos en puntos de acopio”

¿De qué manera se ve afectada la comunidad que se encuentra en los alrededores del río Ranchería?

Alcalde:

“La contaminación del río hace que la salud humana, las actividades cotidianas y la calidad del agua se afecte”.

Profesional en el cuidado y conservación del medio ambiente:

“El problema de la contaminación del río hace que la biodiversidad y la salud humana se vea deteriorada”

Comunidad de los alrededores:

“Dado que nuestra ingesta del agua depende del río, hemos tenido enfermedades gastrointestinales y problemas de salud”

Comunidad indígena:

“Ya que nuestras prácticas ancestrales están conectadas al río, su contaminación afecta nuestra espiritualidad, tradiciones y salud”

Trabajadores de El Cerrejón:

“Sabemos que hay muchas preocupaciones por la contaminación que tiene el río Ranchería, sin embargo, no necesariamente nosotros somos los principales contaminantes, ya que se está trabajando en prácticas que conserven el río y sus alrededores”

Trabajadores del sistema de tratamiento de aguas residuales:

“Sin recursos difícilmente se podrá contar con un buen sistema de tratamiento de aguas residuales y las comunidades seguirán utilizando el agua de baja calidad”

Técnico en el tratamiento de aguas residuales:

“Ya que ha sido difícil mejorar el sistema de tratamiento de aguas residuales las comunidades seguirán expuestas a contaminantes peligrosos”

Médicos:

“Hemos encontrado en varias personas enfermedades gastrointestinales y de la piel a causa de la contaminación del agua”

Pacientes que se automedican o son medicados con ibuprofeno:

<p>“Desconocemos cómo los medicamentos pueden llegar a contaminar el río, eso hace que seamos inconscientes, por eso necesitamos más información y así cambiar nuestros hábitos”</p> <p>Estudiantes expertos sobre el tema:</p> <p>“La comunidad se encuentra en riesgo de adquirir enfermedades por la baja calidad del agua, así como, por la pérdida de recursos naturales”</p>
<p>¿Qué opinan las entidades “El Cerrejón y los sistemas de tratamiento de aguas residuales” que generan un impacto sobre el río Ranchería?</p>
<p>Trabajadores de El Cerrejón:</p> <p>“Sabemos que se necesitan regulaciones ambientales y por esto, nos encontramos comprometidos en reducir el impacto que generamos sobre el río, asimismo, se necesita el apoyo de las comunidades”</p> <p>Trabajadores del sistema de tratamiento de aguas residuales:</p> <p>“Tenemos limitaciones por la infraestructura inadecuada, por esto, necesitamos inversiones significativas para mejorar los sistemas de tratamiento, así como reducir la contaminación desde nuestras prácticas diarias”</p>
<p>¿Considera necesario eliminar el uso del ibuprofeno para reducir la contaminación del río Ranchería? Y, ¿qué hacer en el caso del consumo de otros medicamentos?</p>
<p>Alcalde:</p> <p>“No se puede eliminar en su totalidad el ibuprofeno de la vida diaria de las personas, pero si se pueden mejorar los sistemas de tratamiento de aguas”</p> <p>Profesional en el cuidado y conservación del medio ambiente:</p> <p>“Más que eliminar medicamentos como el ibuprofeno se deben mejorar los métodos de tratamientos de aguas para evitar su permanencia en el agua”</p> <p>Comunidad de los alrededores:</p> <p>“Necesitamos medicamentos para aliviar nuestras enfermedades, pero estamos obligados a conocer información sobre estos para evitar su impacto sobre el medio ambiente”</p> <p>Comunidad indígena:</p> <p>“Por nuestra parte preferimos medicamentos naturales y alternativas preventivas, aun así, respetamos que otros utilicen medicamentos sintéticos pero que se les dé un correcto uso y disposición del residuo”</p> <p>Trabajadores de El Cerrejón/ Trabajadores del sistema de tratamiento de aguas residuales:</p> <p>“No hay que eliminar el uso del ibuprofeno, pero si se debe mejorar la disposición de residuos farmacéuticos”</p>

Técnico en el tratamiento de aguas residuales:

“Hay que mejorar los sistemas de filtración para lograr eliminar residuos farmacéuticos, así como utilizar técnicas avanzadas en el tratamiento de aguas”

Médicos:

“No se debe eliminar el ibuprofeno, hay que educar sobre su uso y disposición adecuada”

Pacientes que se automedican o son medicados con ibuprofeno:

“No sabemos cómo es que los medicamentos afectan el río, pero si estamos dispuestos a aprender y concientizarnos acerca del tema”

Estudiantes expertos sobre el tema:

“Proponemos que se mejoren las condiciones del tratamiento de aguas y se asuma con responsabilidad el uso racional de medicamentos”

Anexo 3. Actividad diagnóstica de la sesión I.

ETAPA INICIAL

Actividad diagnóstica sesión I: ¡Hacia la búsqueda del problema!

Habilidad: Solución de problemas

Objetivo: Aprender a resolver problemas mediante el seguimiento de una serie de indicaciones.

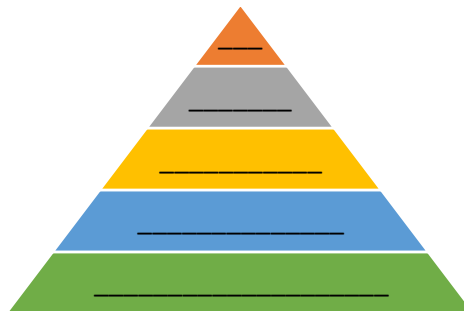
Mediante la presente actividad cada estudiante deberá seguir cada una de las siguientes indicaciones, sin devolverse o saltarse alguna de estas. Es importante responder y avanzar hasta el final.

1. Es una palabra que contiene 4 letras, entre las cuales hay 3 vocales y 1 letra del abecedario. Es importante como recurso natural para los seres vivos.

____ _

2. Elabore un párrafo de 3 líneas en el que defina la palabra anterior.

3. Seleccione 5 palabras que tengan algún tipo de relación con la palabra del numeral 1. Organícelas de mayor (base de la pirámide) a menor (pico de la pirámide) relación.



4. Con las 2 palabras de mayor relación y la palabra del numeral 1 construya una situación problemática (puede relacionar aspectos de la vida cotidiana).

5. Relacione las palabras restantes y consulte nueva información para proponer 3 alternativas de solución para su situación problemática.

1. _____
2. _____
3. _____

Anexo 4. Actividad diagnóstica de la sesión II.

ETAPA INICIAL

Actividad diagnóstica sesión II: ¡Hacia la búsqueda de la decisión!

Habilidad: Toma de decisiones

Objetivo: Aprender a tomar decisiones a partir de situaciones sencillas y con temas cotidianos.

Mediante la presente actividad cada estudiante deberá analizar y optar por la toma de ciertas decisiones según las situaciones descritas. Es importante que para cada situación tome la decisión que considera correcta.

1. Usted llega a un lugar en donde la calidad del agua se encuentra deteriorada, por lo cual, no se considera potable. Este lugar cuenta con las siguientes advertencias en cada una de las siguientes calles:

Calle 1: “Puede utilizar el agua para bañarse y lavar su ropa, pero no puede consumirla directamente de la llave ya que puede tener problemas intestinales”.

Calle 2: “El agua presenta olor y color desagradable, sin embargo, la puede utilizar para las actividades del hogar”.

Calle 3: “Es un agua con alto contenido de sales, por lo cual, al bañarse su piel, cuero cabelludo y cabello permanecerán secos, sin embargo, es la única opción que encuentra en el lugar”.

Calle 4: “A pesar de la dificultad para comprar agua potable por escasos recursos y acceder a esta, ya que no envían carrotanques con suficiente agua, lo más recomendable es ahorrar la mayor cantidad de agua que sea para el consumo y evitar utilizar o consumir el agua de baja calidad”.

¿A cuál calle decide llegar después de leer cada una de las advertencias? Argumente su respuesta.

2. Muchos de los problemas del agua en su región se deben a que en muchos hogares esta se obtiene con las siguientes características:
 - Alta concentración de sales minerales como carbonato de calcio y carbonato de magnesio.
 - Presencia de gases como ácido sulfhídrico y metano.
 - Presencia de trazas pequeñas de metales como el hierro.

Lo anterior, trae muchos inconvenientes para la industria como para el hogar, ya que necesitará mayor cantidad de jabón al no efectuarse la acción detergente, parte de las sales minerales permanecerán entre los tejidos de la ropa generando

mal aspecto y al calentarse el agua sus precipitados quedarán en las ollas y en las paredes de las tuberías.

De acuerdo con la situación anterior, ¿cuál decisión tomaría e implementaría en su hogar?

- a) Utilizar el agua para las tareas del hogar e incrementar la cantidad de detergentes, ya que si se compra agua potable aumentan los costos.
- b) Construir un filtro casero de agua potable con el que se pueda reducir parte de este tipo de componentes que se encuentran en el agua y ahí si utilizarla para las tareas del hogar.
- c) Comprar, utilizar y consumir agua potable para cada una de las tareas del hogar.
- d) El 50 % de las tareas realizarlas con agua potable y el otro 50 % realizarlas con agua que no es tratada.

Argumente su respuesta:

Anexo 5. Actividad No. 1: “El impacto de los contaminantes emergentes”.

ETAPA INTERMEDIA

Actividad No. 1: “El impacto de los contaminantes emergentes”

Habilidad: Solución de problemas

Objetivo: Analizar e identificar los aspectos más importantes de una noticia con respecto a los contaminantes emergentes y su impacto.

- 1. Leer la noticia titulada “Utilizan pez cebra como biosensor para evaluar contaminantes del agua” del Diario Marca que se presenta a continuación y resolver las siguientes situaciones:
 - a. De acuerdo con la noticia presentada, ¿qué sería un contaminante emergente y cómo impacta al agua y a los organismos que habitan en esta?

- 2. Teniendo en cuenta los siguientes fragmentos que se mencionan en la noticia:

Su preocupación se centra en que llegan a los ríos y, eventualmente, al mar pudiendo causar un efecto de motilidad en los peces afectando, por ejemplo, su respuesta de huida ante un depredador, la capacidad de moverse para alimentarse alternando así la viabilidad de los organismos silvestres.

“Si no hacemos algo, seguiremos acumulando contaminantes en el agua. Debido a la actual situación de la escasez de agua potable es necesario plantear estrategias de cómo reutilizarla y que sea segura para el consumo humano, el riego y para verter en ríos y presas” (Diario Marca, 2024).

a. Usted, ¿qué solución daría si la misma situación se presenta en su municipio?

“Utilizan pez cebra como biosensor para evaluar contaminantes del agua”
Diario Marca

La académica del Doctorado en Ciencias Biomédicas de la UNAM, Denhí Schnabel Peraza, realiza estudios con el pez cebra para evaluar contaminantes del agua denominados microcontaminantes orgánicos o contaminantes emergentes, que hasta hace algunos años no se consideraban un problema.

Diversas investigaciones previas indicaron que varios de ellos son disruptores endócrinos, los cuales ocasionan, por ejemplo, que en poblaciones silvestres de peces se altere la proporción de machos y hembras. Además, es posible encontrarlos en ríos y cuerpos de agua, debido a que las normas de tratamiento no los incluyen.

La académica universitaria explicó que algunos son fármacos que se utilizan de manera diaria, compuestos para la fabricación de resinas epoxi y/o plásticos de policarbonato o agentes microbianos que están en algunas pastas de dientes y cosméticos, entre otros productos.

“En colaboración con la doctora Alma Chávez, del Instituto de Ingeniería de la UNAM, comenzamos a analizar las concentraciones de estos contaminantes del agua que van de nuestras casas, de los hospitales o la industria y llegan, en el mejor de los casos, a una planta de tratamiento”.

Observamos que después de que es tratada, se mantienen a lo largo del tren del proceso debido a que las plantas procesadoras están enfocadas a cumplir con las normas vigentes, pero como los contaminantes no forman parte de estas, entran y salen sin ser removidos. Las concentraciones son pequeñas -del orden de nanogramos por litro-, no matan a los organismos, pero sí generan distintos efectos, abundó.

Usamos embriones del pez cebra, que son el huevo recién fecundado, los cuales son sensibles a concentraciones muy bajas de contaminantes. Hacemos estudios toxicológicos con este modelo que nos permite evaluar rápidamente si con su presencia en el agua sufren alguna deformación, pero también aspectos más finos a nivel molecular -la expresión de ciertos marcadores-, así como el comportamiento en larvas, destacó Schnabel Peraza.

Son empleados como biosensor. “Podemos tratar cientos de embriones con los distintos compuestos y realizamos pruebas de comportamiento. Cuando llegan al estadio de larva los ponemos en una cajita y les damos un estímulo, los tocamos y lo que ocurre normalmente es que un pez silvestre que no esté expuesto a ningún contaminante huye. Cuando ponemos los embriones en presencia de algunos contaminantes y después hacemos estas pruebas de comportamiento, ya no se mueven o lo hacen de manera errática”, precisó.

Su preocupación se centra en que llegan a los ríos y, eventualmente, al mar pudiendo causar un efecto de motilidad en los peces afectando, por ejemplo, su respuesta de huida ante un depredador, la capacidad de moverse para alimentarse alternando así la viabilidad de los organismos silvestres.

“Si no hacemos algo, seguiremos acumulando contaminantes en el agua. Debido a la actual situación de la escasez de agua potable es necesario plantear estrategias de cómo reutilizarla y que sea segura para el consumo humano, el riego y para verter en ríos y presas” (Diario Marca, 2024).

Bibliografía

Diario Marca. (2024). Utilizan pez cebra como biosensor para evaluar contaminantes del agua. <https://www.diariomarca.com.mx/2024/01/utilizan-pezu-ebra-como-biosensor-para-evaluar-contaminantes-del-agua/>

Anexo 6. Actividad No. 2: Juego de roles “Un contaminante emergente presente en el Rio Ranchería”.

ETAPA INTERMEDIA

Actividad No 2: Juego de roles “Un contaminante emergente presente en el Rio Ranchería”

Habilidad: Toma de decisiones

Objetivo: Participar en un juego de roles para el fortalecimiento de la habilidad de toma de decisiones.

1. Leer y analizar la situación presentada.

Situación: “El rio Ranchería es la principal fuente de agua de un departamento que se considera desértico en la zona más nórdica del mismo y en el que el resto de las tierras enfrentan la amenaza de volverse suelos áridos. El Ranchería es importante para La Guajira ya que es un agente regulador de los ecosistemas que existen a lo largo y ancho de su área de influencia y también es la principal arteria que hidrata los suelos para que sean aptos para actividades agropecuarias y para beneficio del ser humano, además, tiene un gran valor cultural y social para las comunidades indígenas que habitan en sus riberas” (Otero, 2013).

Este alberga sobre su cuenca el desarrollo de muchas de las actividades económicas del departamento, incluyendo la minería de explotación de carbón a cielo abierto de El Cerrejón, y por su amplio recorrido a través de su superficie, baña con sus aguas a muchos de sus municipios que lo han convertido en el principal receptor de efluentes de los diferentes sistemas de tratamiento de aguas residuales, que no operan eficientemente en la remoción de la carga de contaminantes. Es así como, diversos estudios han analizado la calidad del agua del río Ranchería y algunos de ellos han demostrado su deterioro. De tal modo que, se han encontrado contaminantes emergentes como es el caso del ibuprofeno (Díaz et al., 2020).

El ibuprofeno se considera un medicamento de venta libre además de utilizarse frecuentemente para el tratamiento de dolores, por tal razón, en los últimos años se ha detectado en las fuentes hídricas. Se considera altamente insoluble en agua, pero presenta una alta tasa de bioacumulación, por lo que, aunque su presencia se mantenga en niveles bajos y aceptables, se acumula y almacena en los tejidos de los seres vivos, principalmente en el tejido adiposo, por lo que puede provocar toxicidad en los organismos con el paso del tiempo (Peñalver, 2020).

Preguntas orientadoras:

- ¿Cuál es el riesgo ambiental que presenta el rio Ranchería?

- ¿Cuáles estrategias de mitigación se podrían aplicar para reducir el riesgo de contaminación que presenta el río Ranchería?
- ¿De qué manera se ve afectada la comunidad que se encuentra en los alrededores del río Ranchería?
- ¿Qué opinan las entidades “El Cerrejón y los sistemas de tratamiento de aguas residuales” que generan un impacto sobre el río Ranchería?
- ¿Considera necesario eliminar el uso del ibuprofeno para reducir la contaminación del río Ranchería? Y, ¿qué hacer en el caso del consumo de otros medicamentos?

2. Se seleccionan los participantes para el juego de roles, quienes asumirán y representarán uno de los siguientes roles:

- Alcalde (1 estudiante)
- Profesional en el cuidado y conservación del medio ambiente (1 estudiante)
- Comunidad de los alrededores (5 estudiantes)
- Comunidad indígena (5 estudiantes)
- Trabajadores de El Cerrejón (3 estudiantes)
- Trabajadores del sistema de tratamiento de aguas residuales (2 estudiantes)
- Técnico en el tratamiento de aguas residuales (1 estudiante)
- Médicos (2 estudiantes)
- Pacientes que se automedican o son medicados con ibuprofeno (5 estudiantes)
- Estudiantes expertos sobre el tema (5 estudiantes)

3. Los estudiantes participantes del juego de roles tendrán libertad para actuar y tomar decisiones, frente a cómo interpreten las creencias, actitudes y valores del personaje que representan. Asimismo, tendrán un tiempo estimado para preparar sus discursos frente a la posición que tomarán con respecto a la situación presentada.

Bibliografía

- Díaz, L., Espinosa, A.P. & Molina, G. (2020). Salud ambiental del río Ranchería a través de macroinvertebrados acuáticos en el área de influencia del complejo carbonífero El Cerrejón. *Tecnura*, 24(65). 49-63. http://scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-921X2020000300049
- Otero, A. (2013). Río Ranchería: Entre la economía, la biodiversidad y la cultura. Banco de la República. Centro de Estudios Económicos Regionales (CEER) - Cartagena. https://www.banrep.gov.co/sites/default/files/publicaciones/archivos/dtser_190.pdf
- Peñalver, M. (2020). Eliminación de los contaminantes emergentes ibuprofeno, diclofenaco y paracetamol mediante procesos de membrana. Universidad Politécnica de Cartagena. <https://repositorio.upct.es/xmlui/bitstream/handle/10317/9016/tfg-pe%C3%B1-eli.pdf?sequence=1>

Anexo 7. Actividad No. 3: Identificación de parámetros fisicoquímicos del agua.

ETAPA AVANZADA

Actividad No 3: Identificación de parámetros fisicoquímicos del agua

Habilidad: Solución de problemas y toma de decisiones

Objetivo: Identificar parámetros fisicoquímicos del agua a través de la solución de problemas y la toma de decisiones.

Ejercicio 1

Muestreo de agua potable

Proponer un esquema gráfico con el cual explique brevemente el procedimiento para realizar el muestreo de agua potable tanto en el hogar como en la escuela. Recuerde diligenciar los siguientes ítems:

Características del envase a utilizar: _____

Diligenciar la siguiente etiqueta: _____

Recogida muestra de agua	
Nº de Muestra: ____	Origen de la muestra: _____
Fecha de Muestreo: __/__/__	Hora de recogida: _____
Ubicación del punto de muestreo: _____	Tipo de análisis requerido: _____
Olor: _____	Nombre de quien ha hecho la toma: _____

Ejercicio 2

Parámetros IN SITU

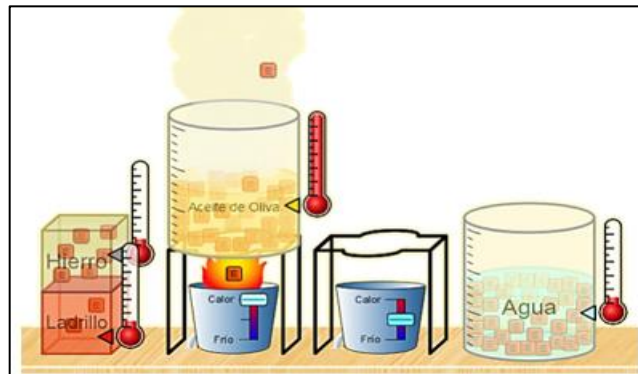
Temperatura

Teniendo en cuenta la exploración de la simulación de PhET: *Formas y cambios de energía: introducción* presente en el siguiente enlace: <https://phet.colorado.edu/es/simulations/energy-forms-and-changes/about> responder las siguientes cuestiones:



- Durante un tiempo estimado abra la simulación PhET e interactúe con la misma. Ahora, describa una definición no mayor a 4 renglones acerca de: ¿qué sería la temperatura?

- Observe la imagen:

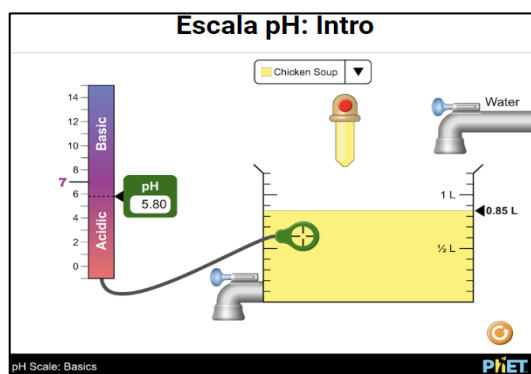


Encuentre dos procedimientos con los que se pueda bajar la temperatura del aceite de oliva mediante los elementos encontrados en la simulación y regístrelos en la tabla que se muestra a continuación.

Descripción del procedimiento	
Procedimiento No. 1	Procedimiento No. 2


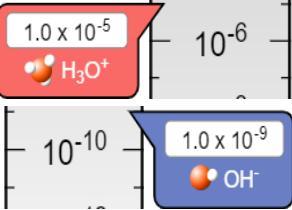

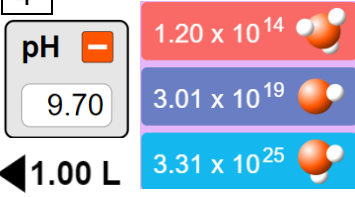

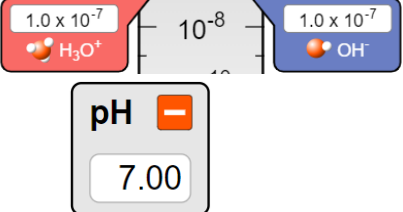
Potencial de hidrógeno pH

Teniendo en cuenta la exploración de la simulación de PhET: *Escala pH: Intro* presente en el siguiente enlace: https://phet.colorado.edu/sims/html/ph-scale/latest/ph-scale_all.html?locale=es responder las siguientes cuestiones:



- Después de interactuar con la simulación responde, ¿qué significa pH?

- Tenga en cuenta la siguiente rejilla conceptual y resuelva los problemas que se presentan.

<p>1</p> 	<p>2</p> 	<p>3</p> 
<p>4</p> 	<p>5</p> 	<p>6</p> 

a. De acuerdo con las casillas 1 y 2 diga sí la solución es ácida o básica y anote el valor de pH. Indique las razones de su respuesta.

b. A partir de las casillas 3 y 4 explique por qué el pH cambia al aumentar la cantidad de agua hasta 1.00 L y qué indica que el pH registrado sea de 9.70.

c. Con la información de las casillas 5 y 6 construya un concepto para pH neutro.

Conductividad

En el presente video encontrará el tipo de análisis aplicado para medir la conductividad del agua, tenga presente el equipo utilizado, el procedimiento y su importancia para evaluar la calidad del agua utilizada para consumo humano.

Enlace del video: <https://www.youtube.com/watch?v=ESGvoWKdwAc>

A continuación, responda las siguientes preguntas:

a. ¿Por qué es importante medir la conductividad del agua utilizada para consumo humano?

b. Complete la siguiente tabla:

Partes de un conductímetro (Dibujo con sus partes)	Medidas permitidas de conductividad para aguas
--	--

	Agua destilada: _____ Agua de montaña: _____ Agua para uso doméstico: _____ Agua de mar: _____ Agua pura: _____ Agua potable: _____
--	--

Pruebas colorimétricas y volumétricas

Se analiza una muestra de agua de consumo humano mediante diferentes pruebas colorimétricas, las cuales son pertinentes para la detección de ciertos tipos de sustancias presentes en la misma.

De los análisis respectivos se encuentran los siguientes resultados:

Pruebas realizadas	Resultados
pH	5,5
Amonio	6,97 mg/L
Nitritos	0,15088 mg/L
Nitratos	125 mg/L

Asimismo, se registran algunos resultados de los análisis volumétricos realizados, los cuales se presentan a continuación:

Pruebas realizadas	Resultados
Alcalinidad total CaCO ₃	160 mg/L
Acidez total CaCO ₃	415 mg/L

De acuerdo con la información anterior y los datos proporcionados por la resolución 2115 de 2007 que es la normatividad para aguas potables, realice la comparación de los resultados de los análisis con los valores máximos aceptables y de una descripción detallada acerca de la calidad del agua de consumo humano.

Pruebas	Valor máximo aceptable (mg/L)
pH	6.5-8.5
Amonio	10
Nitritos	0,1
Nitratos	150
Alcalinidad total CaCO ₃	200
Acidez total CaCO ₃	400

Análisis descriptivo de la calidad del agua de consumo humano:

Anexo 8. Actividad No. 4: Kits “Análisis de parámetros fisicoquímicos del agua”.

ETAPA AVANZADA

Actividad No 4: Kits “Análisis de parámetros fisicoquímicos del agua”

Habilidad: Solución de problemas y toma de decisiones

Objetivo: Analizar los parámetros fisicoquímicos de una muestra de agua utilizada para el consumo humano tanto en la escuela como en el hogar.

En la presente actividad los estudiantes deberán tener en cuenta los siguientes análisis fisicoquímicos para evaluar la calidad del agua de consumo que utilizan cotidianamente.

Muestreo de agua potable

1. Los frascos se rotulan identificando el sitio de recolección de la muestra, fecha y hora de la recolección, olor, concentración de cloro residual, y algunas otras condiciones de la muestra.
2. Se debe elegir un grifo alimentado por un tubo que se desprenda directamente de la red de distribución y no de un depósito o tanque de almacenamiento.
3. Abrir completamente el grifo y dejar correr el agua al menos un minuto, el tiempo puede prolongarse hasta cinco minutos.
4. Recolectar la muestra en un frasco plástico, el cual se enjuaga 2 a 3 veces con el agua a muestrear. En lo posible recolectar un poco más de un litro.
5. Las muestras se deben almacenar en una nevera.

Parámetros fisicoquímicos

Temperatura

1. Introducir el termómetro mientras se mantiene una agitación constante con movimientos circulares y se registra el valor de temperatura; esta operación debe hacerse lo más rápido posible.

Potencial de Hidrógeno pH

1. El pH del agua pura a 25°C es de 7, neutro.
2. La muestra debe encontrarse en una botella plástica, completamente llena, tapada y almacenada en la oscuridad y a baja temperatura hasta el momento de la lectura.
3. El pH debe medirse a la mayor prontitud posible directamente en el frasco en el que se recogió la muestra. Introducir una barra magnética y mantener agitación suave. Esperar por lo menos 30 segundos.
4. Se debe indicar la temperatura a la que se midió el pH.

Alcalinidad

1. A 100 mL de la muestra, adicione 3 gotas de solución de naranja de metilo al 0,1 % y agite.
2. Posteriormente, adicione gota a gota HCl (0,1 N) y agite permanentemente hasta observar un cambio de color en la solución de amarillo a naranja. (Contar el número de gotas de HCl empleado).

Cálculos: Número de gotas de HCl * 22 = mg L⁻¹ de CO₃²⁻ en el agua

Dureza total

1. Colocar la pipeta de valoración suelta sobre el frasco de reactivo H-2 abierto.

2. Tirar lentamente del émbolo de la pipeta de valoración desde la posición más baja, hasta que el borde inferior de la junta negra del émbolo coincida con la raya de marcado cero de la escala. (Aquí se llena solamente el tubo cuentagotas con solución valorante.)
3. Sacar la pipeta de valoración y rozar brevemente la punta del tubo cuentagotas para eliminar el exceso de líquido adherido.
4. Lentamente y agitando por balanceo gotear luego la solución de valoración a la muestra, hasta que su color vire de rojo a verde pasando por violeta grisáceo (poco antes del viraje).
5. Poco antes de llegar al viraje de color esperar unos segundos después de cada gota. En el borde inferior de la junta negra del émbolo leer el valor de medición en °d o en mg/L de CaCO₃ en la correspondiente escala de la pipeta de valoración.

Cloruros

1. Colocar la pipeta de valoración suelta sobre el frasco de reactivo Cl-3 abierto.
2. Tirar lentamente del émbolo de la pipeta de valoración desde la posición más baja, hasta que el borde inferior de la junta negra del émbolo coincida con la raya de marcado cero de la escala. (Aquí se llena solamente el tubo cuentagotas con solución valorante.)
3. Sacar la pipeta de valoración y rozar brevemente la punta del tubo cuentagotas para eliminar el exceso de líquido adherido.
4. Lentamente y agitando por balanceo gotear luego la solución de valoración a la muestra, hasta que su color vire de amarillo a violeta azulado.
5. Poco antes de llegar al viraje de color esperar unos segundos después de cada gota. En el borde inferior de la junta negra del émbolo leer el valor de medición en mg/l en la escala de la pipeta de valoración.

Color

- **Determinación de la coloración aparente del agua**

1. Llenar el tubo exterior con respecto al operador con agua incolora límpida hasta la marca, como solución en blanco.
2. Llenar el tubo interior hasta la marca con la muestra de agua a medir.
3. Introducir la parte de los círculos de color de la escala desde la derecha en la ranura del fondo de la caja y correrla hasta que salga por el lado izquierdo, rotulado.
4. Hacer coincidir la coloración del agua en el tubo interior con el círculo de color por debajo del blanco en el tubo exterior, de modo que mirando desde arriba se aprecie un color lo más parecido posible.
5. Leer el resultado en la parte de la escala que sobresale en el lado derecho de la caja. La medida corresponde a la coloración aparente del agua, que tratándose de muestras límpidas es también la coloración efectiva del agua.

- **Determinación de la coloración efectiva del agua**

1. Tratándose de aguas turbias, se mide primero la coloración aparente del agua (coloración efectiva + sustancias turbias).
2. A fin de determinar la coloración efectiva del agua, se filtra otra muestra idéntica por el embudo filtrante, que se encuentra en el fondo del bloque comparador, y se mide de acuerdo con:
 - a) Llenar el tubo interior hasta la marca con la muestra de agua.

- b) Llenar el tubo exterior con agua incolora límpida.
 - c) Comparar el color.
- Agua no filtrada = coloración aparente
 Agua filtrada = coloración efectiva
3. A fin de conseguir un filtrado lo más rápido posible, la placa filtrante del embudo es relativamente gruesa, de 50 μm de tamaño máximo de los poros. Esto debe tenerse en cuenta al comparar con otros métodos en los que a veces se prescriben filtros de poro estrecho.

Fosfatos

1. Enjuagar varias veces la probeta con la muestra preparada.
2. Introducir con la jeringa 10 ml de la muestra preparada (10 - 35 °C) en la probeta.
3. Añadir 10 gotas del reactivo PO4-1, cerrar la probeta con el tapón y mezclar.
4. Añadir 10 gotas del reactivo PO4-2, cerrar la probeta con el tapón y mezclar. Dejar en reposo 10 minutos.
5. Mantener la probeta antes de un fondo blanco, p. ej. la parte posterior de la tarjeta con modo de empleo abreviado, y hacer coincidir de la mejor manera posible el color de la solución de medición con una zona de color de la escala de P_2O_5 . Leer el valor de medición en ppm (= mg/L) de P_2O_5 en la probeta.

Materia orgánica (MO)

A 10 mL de muestra adicione 5 gotas de H_2SO_4 (1:3) y 5 gotas de solución de KMnO_4 al 0,1 N.

Observaciones	Contenido de MO en el agua
Pérdida inmediata del color	Entre 30 y 50 mg MO.L^{-1}
Coloración duradera	Menos 30 mg MO.L^{-1}

Resultados Obtenidos:

- Color observado:
- Contenido de MO en el agua:

Bibliografía

- Acevedo, L.T., Bello, R.J., Carmona, E.Y., García, A.L. & Mendoza, I. C. (2019). Determinación de acidez en agua. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. <https://www.studocu.com/co/document/universidad-pedagogica-y-tecnologica-de-colombia/quimica-ambiental/informe-4-determinacion-de-acidez-en-agua/20302506>
- Alcalinidad total en aguas potables: <https://www.youtube.com/watch?v=q44uqUeGPVQ>
- Garay, J., Ramírez, G. & Betancourt, J. (2003). Manual de técnicas analíticas para la determinación de parámetros fisicoquímicos y contaminantes marinos (aguas, sedimentos y organismos). Instituto de investigaciones marinas y costeras. <https://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2018/12/pub-0013-ManualdeTecnicasAnaliticasParalaDeterminaciondeParametrosFisicoquimicosyContaminanteMarinosAguasSedimentosyOrganismos-pages-deleted-compressed.pdf>
- Giraldo, G.I. (1995). Manual de Análisis de Aguas. Universidad Nacional de Colombia. <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/55218/manualdeanalisisdeaguas.pdf?sequence=1>

Merck. Análisis de Amonio, Alcalinidad, Nitritos, Nitratos, pH:
https://www.merckmillipore.com/CO/es/search/-/page?PageSize=10&SelectedSearchResult=SFProductSearch&PageNumber=0&SearchTerm=*%26%40QueryTerm%3D*%26channels%3DCO_or_GLOBAL%26ContentCategoryUUIDs%3D5Eib.qB.nDwAAAE_ogh3.Lxj%2B%26%40P.MERCK_FF.defaultSimilarity%3D9000&TrackingSearchType=filter&SingleResultDisplay=SFProductSearch

Resolución 2115 de 2007.
http://aplicacionespruebas.ins.gov.co/Sivicap_Web/Anexos/Resoluciones/Resolucion2115de2007.pdf

Severiche, C.A., Castillo, M.E., Acevedo, R.L. (2013). Manual de Métodos Analíticos para la Determinación de Parámetros Físicoquímicos Básicos en Aguas.
https://www.researchgate.net/publication/329153132_Manual_de_Metodos_Analiticos_para_la_Determinacion_de_Parametros_Fisicoquimicos_Basicos_en_Aguas

Anexo 9. Planteamiento de reto a partir del aprendizaje basado en retos (ABR).

RETO: “El poder de filtrar lo invisible”

Situación problemática 1:

Muchos de los problemas de la calidad del agua se deben a la contaminación bacteriológica, biológica y química. Aunque es difícil detectar sus efectos sobre las poblaciones humanas, estos pueden representar un riesgo para la salud. Se ha encontrado que la turbiedad al ser visible es un indicio para evitar su consumo, el color puede hacer inferencia a la presencia de sustancias orgánicas, metales, manganeso o desechos industriales, el olor arroja la presencia de sustancias orgánicas, es así como algunos olores son indicativos de un aumento de la actividad biológica o de la contaminación industrial. A la percepción combinada de dichas sustancias detectadas por el gusto y el olfato, suele llamarse sabor. Es por esto por lo que, a los cambios en el sabor normal del agua pueden deberse a los cambios en la calidad de la fuente original o de deficiencias en el proceso de tratamiento (ONU, 1998).

De acuerdo con lo anterior, se han implementado estrategias basadas en la creación de sistemas de filtro para agua potable, los cuales han sido urgentes y necesarios ante la crisis del acceso a aguas que sean de calidad. En este sentido, se muestra un ejemplo de prototipo utilizado para la filtración.

Ejemplo de prototipo utilizado para filtración:



Figura 1. Sistema de filtración del agua

Funcionamiento: La filtración es una alternativa de tratamiento del agua, es un proceso físico a gravedad que consiste en pasar el agua por medio del material granular o poroso con el fin de retener bacterias y partículas suspendidas en el agua, funcionando exitosamente en sistemas colectivos de potabilización.

De igual modo, es importante mencionar como mediante las etapas del pretratamiento, tratamiento primario, tratamiento secundario y tratamiento terciario se aseguran las condiciones de la calidad del agua, a continuación, se explica cada una de estas.

En el **pretratamiento** se eliminan materiales de gran tamaño y que provocan coloración turbia, los cuales no permiten un buen aspecto para el agua. En esta etapa se utiliza la filtración para remover el material particulado de las aguas crudas mediante filtros rápidos por gravedad, horizontales, a presión o filtros lentos de arena.

En el **tratamiento primario** se buscan eliminar los productos orgánicos e inorgánicos, tal es el caso de los filtros de carbón activado ampliamente utilizados para adsorber olores o atrapar compuestos orgánicos e inorgánicos.

En el **tratamiento secundario** se eliminan los compuestos orgánicos con la ayuda de procesos biológicos, es así como se puede llegar a utilizar el aire para bombearlo a través de las aguas y transferir oxígeno a las aguas para que las bacterias presentes lo consuman y digieran ciertos contaminantes orgánicos. Asimismo, se puede utilizar cáscara de plátano y cacao como mecanismo de bioadsorción.

En el **tratamiento terciario** se busca eliminar sustancias contaminantes restantes de los procesos anteriores. Para ello, se pueden utilizar técnicas como la precipitación, la radiación ultravioleta, la ozonización, la cloración, entre otras. Es así como se podría lograr una mayor efectividad en el tratamiento del agua (Baeza, 2018).

Pasos del reto:

- Nivel teórico

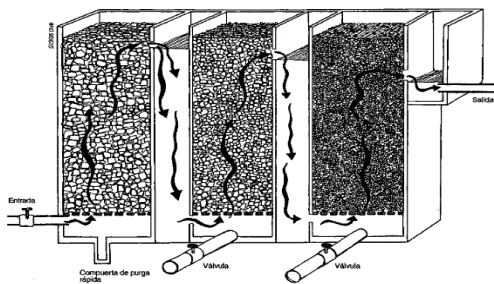
1. Pensar en una modificación a la alternativa presentada en la figura 1 con el fin de optimizarlo para el abastecimiento doméstico de su hogar.
2. Presentar un esquema con las partes y medios filtrantes del tipo de sistema de filtración que utilizaría para su hogar.
3. Diseñe un plano del filtro de agua casero.
4. Explique porque podría considerarse una alternativa óptima para implementar en el hogar.
5. Describa un tratamiento primario, secundario y terciario que podría utilizar para mejorar las condiciones del agua.

- **Nivel experimental**

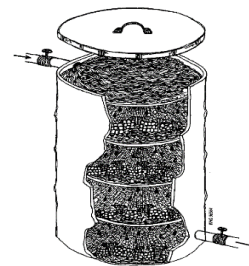
1. Elabore e implemente el filtro de agua casero diseñado conforme al plano realizado.
2. Analice y evalúe los parámetros fisicoquímicos de la muestra de agua antes y después de pasarla por el filtro de agua casero.
3. Hacer funcionar el filtro de agua casero y tomar una grabación de su funcionamiento. Si es posible traerlo al colegio.
4. Describa las fortalezas y dificultades ante la elaboración e implementación del filtro de agua casero.
5. Describa y explique los resultados de los parámetros fisicoquímicos de la muestra de agua antes y después de pasarla por el filtro de agua casero.
6. Aplique un tratamiento secundario y terciario para mejorar las condiciones del agua.

Anexos

Anexo 1. Tipos de sistemas de filtración. (a) Prefiltro vertical de grava con circulación ascendente. (b) Aireador de bandejas múltiples. (c) Filtro de arena doméstico. (d) Filtro de piedra.



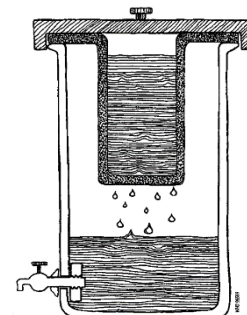
(a)



(b)



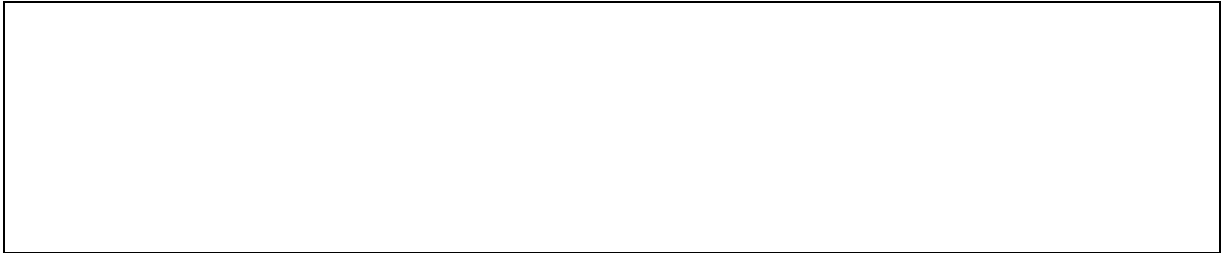
(c)



(d)

Solución a la guía

Esquema con las partes y medios filtrantes que utilizaría como sistema de filtración.



Plano del filtro de agua casero.



Explicación de porque podría considerarse una alternativa óptima para implementarse.

Describe el tipo de tratamiento primario, secundario y terciario que podría utilizar para mejorar las condiciones del agua.

Parámetros fisicoquímicos para tener en cuenta antes y después de filtrar el agua por el prototipo elaborado.

Parámetros	Antes	Después
Temperatura		
pH		
Conductividad		
Amonio		
Nitritos		

Nitratos		
Alcalinidad		
Acidez		

Explicación de los parámetros fisicoquímicos obtenidos.

Elaboración e implementación del filtro casero.

Fortalezas	Dificultades

Bibliografía

- ONU. (1998). Guías para la calidad del agua potable. Ginebra. <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/41985/9243545035-spa.pdf>
- Baeza, E. (2018). Técnicas y métodos de tratamiento para diferentes tipos de aguas residuales. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/25552/2/Informe_Tratamiento_o_Aguas_Residuales.pdf

Anexo 10. Instrumento de caracterización de habilidades del pensamiento crítico previo al proceso de validación.

Instrumento de caracterización de habilidades del pensamiento crítico sometido al proceso de validación

Caracterización de habilidades del pensamiento crítico “toma de decisiones y solución de problemas” mediante situaciones cotidianas.

Este instrumento de análisis permite caracterizar habilidades del pensamiento crítico tales como; toma de decisiones y solución de problemas. Teniendo en cuenta que el pensamiento crítico es un proceso de metacognición frente a cada una de las creencias, representaciones, estructuras cognitivas o esquemas que se tienen de la realidad. Es así como desde la toma de decisiones, se asocian experiencias previas para la selección de opciones acertadas acerca de un contexto y momento problemático. Por otra parte, con la solución de problemas, se busca analizar una situación y se plantea una ruta para apropiar y dominar los saberes necesarios para su solución.

La información recolectada en el presente instrumento será utilizada única y exclusivamente para fines investigativos, por lo cual se le invita a analizar y responder cada una de las

situaciones que se presentan a continuación. Tenga en cuenta que encontrará cinco situaciones con diferente contexto, cada una de las situaciones se divide en dos partes. Se le recomienda leer detenidamente cada situación, responder las preguntas y no avanzar en el instrumento sin haber respondido en orden.

Por favor, escriba sus datos de identificación personal.

Nombres y Apellidos	
Edad	
Género	(F) (M)
Curso	
Fecha	

SITUACIÓN 1. PARTE 1

En la ciudad de Villa del Sol no se utilizaba tratamiento para las aguas residuales domésticas, sus aguas residuales se vertían directamente al mar. Al identificar esta problemática un grupo de investigadores decidieron emplear la planta buchón de agua teniendo en cuenta su gran potencial para remover color a las aguas residuales y contaminadas, así como reducir significativamente los sólidos suspendidos, algunos contaminantes orgánicos, metales, entre otros. Sin embargo, se ha pensado en continuar revisando otras estrategias para mejorar la calidad del agua. Así como trabajar en procesos de desinfección y eliminación de sustancias químicas que ingresan al mar por medio de la orina (Mendoza et al., 2016).

De acuerdo con lo anterior, responda las siguientes preguntas y argumente.

¿Qué tipo de problemas se podrían generar en la comunidad al no realizar un respectivo tratamiento de las aguas residuales?

¿Qué estrategia utilizaría para informar a la comunidad de Villa del Sol y sus alrededores acerca del problema del vertimiento de aguas residuales al mar?

SITUACIÓN 1. PARTE 2

¿Cuál de las siguientes afirmaciones es la mejor solución a la situación anterior? Seleccionar con una X en el paréntesis.

1. () Hacer uso de plantas como fue el caso del buchón de agua o de otro tipo de tratamientos físicos, químicos y biológicos hasta que se logre resolver la situación de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales.
2. () Recurrir a instancias de participación ciudadana para abordar la afectación producto del vertimiento de aguas residuales directamente al mar.
3. () Fomentar el diálogo con la comunidad intentando establecer acuerdos desde las casas, empresas, centros educativos o dependencias involucradas hacia un

vertimiento de aguas residuales que no incremente los niveles de toxicidad, ya que son dirigidas al mar.

4. () Continuar vertiendo las aguas residuales al mar, aunque se deberían adicionar sustancias químicas que permitan absorber la carga nociva contenida y arrojada al mar.

SITUACIÓN 2. PARTE 1

Las aguas residuales son aguas de composición variable provenientes de las descargas de usos municipales, industriales, comerciales, agrícolas, pecuarios, domésticos y de cualquier otro uso. Gran cantidad de agua residual se descarga en el mar Nereo diariamente, la cual contiene contaminantes emergentes, los cuales son compuestos químicos de diferente origen y naturaleza que se encuentran a bajas concentraciones y provocan daños ambientales principalmente en los ecosistemas acuáticos. Socialmente, aunque se conocen los daños que los contaminantes emergentes pueden ocasionar, muchos pobladores no tienen claridad acerca de qué son y como se generan, lo cual agrava la situación, debido a que seguirán vertiendo estos contaminantes de forma descontrolada a los distintos cuerpos de agua, ocasionando el deterioro ambiental.

Teniendo en cuenta esta información, redacte una primera propuesta con la que permita a los pobladores conocer qué son y cómo se generan los contaminantes emergentes y una segunda propuesta para reducir el impacto de los contaminantes emergentes.

- a. _____

- b. _____

SITUACIÓN 2. PARTE 2

Basándose en la información presentada, señale cuáles de los siguientes argumentos considera razonables (R) y cuales no razonables (NR).

1. ___ Hablar con las alcaldías de los municipios cercanos al mar Nereo para que propongan subsidios a quienes efectúen un proceso de disposición final adecuado de los contaminantes emergentes y, por el contrario, sancionar a quienes no lo hacen por continuar contaminando.
2. ___ Evitar el consumo de peces y otros organismos acuáticos ya que traería efectos nocivos para la salud humana, así como dejar de exponerse en el mar Nereo ya que podría absorber parte de los contaminantes.
3. ___ Reducir el uso de compuestos químicos que se utilizan en las diferentes actividades domésticas, municipales, industriales, entre otras.
4. ___ Implementar tratamientos para aguas residuales convencionales y avanzados para la remoción de contaminantes emergentes favoreciendo a la comunidad, así como a los ecosistemas acuáticos que habitan en el mar Nereo.

SITUACIÓN 3. PARTE 1

Los contaminantes emergentes del tipo farmacéutico son aquellos como los analgésicos, antihipertensivos, antibióticos, estrógenos, entre otros, los cuales han generado a lo largo del tiempo un creciente problema en el medio ambiente ante su persistencia y capacidad de bioacumularse en los seres vivos. Muchos de estos compuestos se han encontrado en muchas cuencas hídricas del mundo, tal es el caso del ibuprofeno que se utiliza para reducir la inflamación de los tejidos y disminuir la fiebre, por lo cual ha sido uno de los comúnmente encontrados en aguas. Este compuesto tiende a permanecer en el agua, acumularse en el sedimento, plantas y organismos acuáticos.

Gran parte de los niños y jóvenes de la comunidad que habita los alrededores de la costa al verse perjudicada por la calidad de sus aguas ha decidido realizar una campaña en la que invitan a todas las personas a eliminar o reducir el consumo de medicamentos tales como el ibuprofeno, dadas sus consecuencias sobre el medio ambiente.

De acuerdo con la información, ¿apoyaría la campaña para eliminar o reducir el consumo de medicamentos como el ibuprofeno?

Si

No

Explique de forma breve por qué si o por qué no:

SITUACIÓN 3. PARTE 2

¿Cuál de las siguientes afirmaciones explicaría el razonamiento utilizado por los niños y jóvenes para que, mediante la campaña, las personas eliminen o reduzcan el consumo de medicamentos como el ibuprofeno?

1. Tener conciencia frente al cuidado de la salud humana y de los ecosistemas acuáticos que prevalecen en el mar Nereo.
2. Buscar que la comunidad reflexione entorno al incremento de fármacos en aguas, siendo el ibuprofeno un ejemplo de compuestos que ocasionan desequilibrios en el medio ambiente, por lo cual, tomen acciones en cuanto a su eliminación y reducción en su ingesta diaria.
3. Dejar de consumir medicamentos por la comunidad, teniendo en cuenta los altos índices de habitantes que se automedican dado el precario servicio de salud que se encuentra en la zona.
4. Antes de consumir medicamentos como el ibuprofeno, se debe consultar su ficha de seguridad para evaluar sus niveles de toxicidad para los organismos acuáticos y los humanos, así como sus ventajas y desventajas de consumirlo.

SITUACIÓN 4. PARTE 1

El tratamiento de las aguas residuales es prioritario a nivel mundial, ya que se requiere disponer de agua de calidad y en cantidad suficiente para preservar la vida del planeta, además de contribuir con el ambiente, la salud y la calidad de vida. Económicamente, se requiere una alta inversión, ya que con tan solo los sistemas de tratamiento convencionales no se alcanzan a eliminar contaminantes emergentes, por lo cual, se requieren sistemas de tratamiento avanzados con los cuales eliminar la mayor carga de contaminantes.

Por tal razón, es que en algunas regiones del país como ocurre en Atlántida y algunas de sus zonas rurales aún no existen plantas de tratamiento que permitan mejorar la calidad y potabilización del agua.

Escriba dos consecuencias ante la dificultad de acceder al servicio de agua potable al no contar con sistemas de tratamiento convencionales y avanzados.

1. _____

2. _____

Redacte dos soluciones que podrían compensar las consecuencias anteriormente mencionadas.

1. _____

2. _____

SITUACIÓN 4. PARTE 2

¿Cuál de las siguientes opciones sería pertinente para mejorar el servicio de agua potable en la región, específicamente en las zonas rurales?

1. () Evitar consumir agua no tratada y exigirle a la alcaldía la puesta en marcha de plantas con sistemas de tratamiento convencionales y avanzados para la eliminación de cualquier tipo de contaminante emergente.
2. () Utilizar diferentes métodos no propiamente tecnificados pero que permiten realizar el tratamiento del agua antes de ingerirla, así como generar iniciativas con las cuales se puedan fortalecer dichos métodos.
3. () Capacitar a la población que habita en las zonas rurales acerca del cuidado del agua y de la necesidad de acceder al agua potable para evitar futuras enfermedades.
4. () Proponer un pliego de peticiones ante el Gobierno Nacional de acuerdo con la problemática del acceso al agua potable, la cual viven diariamente las personas que habitan las zonas rurales de Atlántida.

SITUACIÓN 5. PARTE 1

Un líder social del departamento de Atlántida comenta que uno de los conflictos que se encuentra en la región es como los intereses privados e industriales han sido especialmente uno de los mayores responsables de entregar aguas inservibles a comunidades y personas que dependen de ellas y que se juegan su posibilidad de pervivencia, ya que sin agua para el consumo y para la agricultura familiar, los humanos y no humanos están destinados a la muerte. En muchos casos, los sectores industriales y extractivos no les permiten a las poblaciones el agua útil y sana e incluso se ven desplazadas o afectadas por el consumo de agua de mala calidad. Es así como han incrementado las enfermedades, la desnutrición y la insalubridad.

Piense en dos posibles formas para solucionar el conflicto mencionado por el líder social del departamento de Atlántida y descríbalas.

1. _____

2. _____

SITUACIÓN 5. PARTE 2

A continuación, encontrará enumeradas algunas soluciones que puede establecer. Valore la calidad de estas a través de la escala de 7 puntos:

Solución extremadamente pobre	Solución muy pobre	Solución pobre	Solución de calidad media	Solución buena	Solución muy buena	Solución excelente
1	2	3	4	5	6	7

	1. Evitar que las empresas utilicen agua de ríos y arroyos para las actividades industriales y extractivas, así como deteriorarla y dejarla no apta para el consumo humano, animal y agrícola.
	2. Participar en campañas y mesas de concertación con la comunidad para expresar ventajas y desventajas de las actividades que realizan los sectores industriales y extractivos en la región.
	3. Mantener un diálogo entre la comunidad, y los sectores industriales y extractivos para que ambos se beneficien, no recurran a daños ambientales y se garantice el acceso, la calidad y la disponibilidad del agua potable.
	4. Desplazar de la región los sectores industriales y extractivos que se encuentran contaminando el agua, teniendo en cuenta las enfermedades y otros efectos causados por no tener un buen tratamiento de esta.
	5. Proponer multas para los sectores industriales y extractivos que se encargan de contaminar las aguas de la región.
	6. Implementar métodos o técnicas de tipo biológico, químico y físico para la remoción de cualquier tipo de contaminantes, así como favorecer la calidad del agua.
	7. Realizar talleres o charlas educativas con la comunidad para reflexionar frente a la problemática, así como disponer de insumos o elementos con los que se puedan realizar prototipos para descontaminar el agua.
	8. Articular programas de salud y bienestar en la comunidad para evitar o reducir el número de muertes causadas por la contaminación y mala calidad del agua.

Elaborado por: Laura Aldana

Bibliografía

Baz, L. (2019). Contaminantes emergentes. Impacto sobre la salud y el medio ambiente. Universidad Complutense. <http://147.96.70.122/Web/TFG/TFG/Memoria/LAURA%20BAZ%20SANZ.pdf>

- Cely, N., Becerra, D. & Cárdenas, J.A. (2023). Causas y consecuencias de la contaminación de aguas superficiales. Ediciones Nueva Jurídica. https://repositorio.ufps.edu.co/bitstream/handle/ufps/6720/CAUSAS%20Y%20CONSECUENCIAS%20DE%20LA%20CONTAMINACION%20DE%20AGUAS%20SUPERFICIALES_E%20book.pdf?sequence=1
- Escobar-Morales, N., Cruz-Hernández, N. & Abatal, M. (2022). Biosorción de ibuprofeno en solución acuosa usando carbón activado: estudio teórico. Universidad Autónoma del Carmen. https://www.ecorfan.org/handbooks/Ingenier%C3%ADa_y_materiales_aplicados_al_medio_ambiente_TI/Handbooks_Ingenier%C3%ADa_y_materiales_aplicados_al_medio_ambiente_TI_1.pdf
- Sánchez, J. (2023). Estudio de la presencia de contaminantes emergentes de tipo farmacéutico en cuencas hídricas de Colombia y sus medidas de manejo ambiental. Unidad Central del Valle del Cauca. https://repositorio.uceva.edu.co/bitstream/handle/20.500.12993/3699/Estudio_Preventivo_Con_taminantes.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Anexo 11. Instrumento de caracterización de habilidades del pensamiento crítico posterior al proceso de validación.

ETAPA FINAL

Instrumento de caracterización de habilidades del pensamiento crítico

Caracterización de habilidades del pensamiento crítico “toma de decisiones y solución de problemas” mediante situaciones cotidianas.

Este instrumento de análisis permite caracterizar habilidades del pensamiento crítico tales como; toma de decisiones y solución de problemas. Teniendo en cuenta que el pensamiento crítico es un proceso de metacognición frente a cada una de las creencias, representaciones, estructuras cognitivas o esquemas que se tienen de la realidad. Es así como desde la toma de decisiones, se asocian experiencias previas para la selección de opciones acertadas acerca de un contexto y momento problemático. Por otra parte, con la solución de problemas, se busca analizar una situación y se plantea una ruta para apropiar y dominar los saberes necesarios para su solución.

La información recolectada en el presente instrumento será utilizada única y exclusivamente para fines investigativos, por lo cual se le invita a analizar y responder cada una de las situaciones que se presentan a continuación. Tenga en cuenta que encontrará dos situaciones con diferente contexto, cada una de las situaciones se divide en dos partes. Se le recomienda leer detenidamente cada situación, responder las preguntas y no avanzar en el instrumento sin haber respondido en orden.

Por favor, escriba sus datos de identificación personal.

Nombres y Apellidos	
Edad	
Género	(F) (M)
Curso	
Fecha	

SITUACIÓN 1. PARTE 1

En la ciudad de Villa del Sol no se utilizaba tratamiento para las aguas residuales domésticas, sus aguas residuales se vertían directamente al mar. Al identificar esta problemática un grupo

de investigadores decidieron emplear la planta buchón de agua teniendo en cuenta su gran potencial para remover color a las aguas residuales y contaminadas, así como reducir significativamente los sólidos suspendidos, algunos contaminantes orgánicos, metales, entre otros. Sin embargo, se ha pensado en continuar revisando otras estrategias para mejorar la calidad del agua. Así como trabajar en procesos de desinfección y eliminación de sustancias químicas que ingresan al mar por medio de la orina (Mendoza et al., 2016).

De acuerdo con lo anterior, responda las siguientes preguntas y argumente.

¿Qué tipo de problemas se podrían generar en la comunidad al no realizar un respectivo tratamiento de las aguas residuales?

¿Qué estrategia utilizaría para informar a la comunidad de Villa del Sol y sus alrededores acerca del problema del vertimiento de aguas residuales al mar?

SITUACIÓN 1. PARTE 2

¿Cuál de las siguientes afirmaciones es la mejor solución a la situación anterior? Seleccionar con una X en el paréntesis.

1. () Hacer uso de plantas como fue el caso del buchón de agua o de otro tipo de tratamientos físicos, químicos y biológicos hasta que se logre resolver la situación de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales.
2. () Recurrir a instancias de participación ciudadana para abordar la afectación producto del vertimiento de aguas residuales directamente al mar.
3. () Fomentar el diálogo con la comunidad intentando establecer acuerdos desde las casas, empresas, centros educativos o dependencias involucradas hacia un vertimiento de aguas residuales que no incremente los niveles de toxicidad, ya que son dirigidas al mar.
4. () Continuar vertiendo las aguas residuales al mar, aunque se deberían adicionar sustancias químicas que permitan absorber la carga nociva contenida y arrojada al mar.

SITUACIÓN 4. PARTE 1

El tratamiento de las aguas residuales es prioritario a nivel mundial, ya que se requiere disponer de agua de calidad y en cantidad suficiente para preservar la vida del planeta, además de contribuir con el ambiente, la salud y la calidad de vida. Económicamente, se requiere una alta inversión, ya que con tan solo los sistemas de tratamiento convencionales no se alcanzan a eliminar contaminantes emergentes, por lo cual, se requieren sistemas de tratamiento avanzados con los cuales eliminar la mayor carga de contaminantes.

Por tal razón, es que en algunas regiones del país como ocurre en Atlántida y algunas de sus zonas rurales aún no existen plantas de tratamiento que permitan mejorar la calidad y potabilización del agua.

Escriba dos consecuencias ante la dificultad de acceder al servicio de agua potable al no contar con sistemas de tratamiento convencionales y avanzados.

- 3. _____

- 4. _____

Redacte dos soluciones que podrían compensar las consecuencias anteriormente mencionadas.

- 3. _____

- 4. _____

SITUACIÓN 4. PARTE 2

¿Cuál de las siguientes opciones sería pertinente para mejorar el servicio de agua potable en la región, específicamente en las zonas rurales?

- 5. () Evitar consumir agua no tratada y exigirle a la alcaldía la puesta en marcha de plantas con sistemas de tratamiento convencionales y avanzados para la eliminación de cualquier tipo de contaminante emergente.
- 6. () Utilizar diferentes métodos no propiamente tecnificados pero que permiten realizar el tratamiento del agua antes de ingerirla, así como generar iniciativas con las cuales se puedan fortalecer dichos métodos.
- 7. () Capacitar a la población que habita en las zonas rurales acerca del cuidado del agua y de la necesidad de acceder al agua potable para evitar futuras enfermedades.
- 8. () Proponer un pliego de peticiones ante el Gobierno Nacional de acuerdo con la problemática del acceso al agua potable, la cual viven diariamente las personas que habitan las zonas rurales de Atlántida.