

**Identificación del nivel de argumentación en estudiantes de educación media
a partir de la problemática sobre la potabilización del agua usando un
recurso educativo digital.**

Daniel Ricardo Sánchez Torrijos

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
LICENCIATURA EN QUÍMICA
2024**

**Identificación del nivel de argumentación en estudiantes de educación media
a partir de la problemática sobre la potabilización del agua usando un
recurso educativo digital.**

**Daniel Ricardo Sánchez Torrijos
Código 2018115063**

**Directora: Mg. Nohora Marlen Arias Vargas
Codirectora: Ph.D. Dora Luz Gómez Aguilar**

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
LICENCIATURA EN QUÍMICA
Bogotá D.C, 2024**

Contenido

1	INTRODUCCIÓN	5
2	JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.....	6
3	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	7
3.1	Pregunta problema	8
4	OBJETIVOS	9
4.1	Objetivo general.....	9
4.2	Objetivos Específicos.....	9
5	ANTECEDENTES	9
5.1	Antecedentes Pedagógicos y Didácticos	9
5.2	Antecedentes Disciplinarios.....	11
6	Referentes teóricos	12
6.1	Referentes Legislativos.....	12
6.1.1	Legislación Internacional.....	13
6.1.2	Legislación Colombiana	15
6.2	Referentes Pedagógicos y didácticos	15
6.2.1	Habilidad Argumentativa	15
6.2.2	Aprendizaje basado en problemas (ABP)	16
6.2.3	Recursos educativos digitales (RED).....	18
6.3	Referente disciplinar	22
6.3.1	Análisis Físicos.....	23
6.3.2	Análisis Químicos.....	23
6.3.3	Temperatura	23
6.4	Parámetros químicos	24
6.4.2	Tipos de contaminantes del agua.....	27
6.4.3	Enfermedades asociadas.....	28
6.5	Planta de tratamiento de aguas residuales PTAR	28
6.6	Planta de tratamiento de agua potable PTAP	29

6.6.1	Potabilización de agua para consumo humano y tratamiento de agua residual 29	
6.6.2	Etapas de potabilización	32
7	MARCO METODOLÓGICO	36
7.1	METODOLOGÍA	36
7.1.1	Tipo de investigación.....	37
7.1.2	Población	37
7.1.3	Participantes	39
8	Fases de la investigación	40
8.1	Situación problema	41
8.2	¿Cuáles son los problemas?	41
8.3	Conocimiento previo	41
8.3.1	Caracterización	43
8.4	¿Qué se debe aprender?.....	47
8.5	Recursos de Aprendizaje	47
8.6	Evaluación de lo aprendido.....	48
8.7	Aplicación al problema.....	49
9	RESULTADOS Y ANALISIS DE RESULTADOS.....	52
10	Conclusiones.....	58
11	Recomendaciones	61
12	Determinación de temperatura, pH, conductividad y oxígeno disuelto... Error! Bookmark not defined.	
13	Anexos	63

1 INTRODUCCIÓN

La vereda La Chamba está situada en el municipio del Guamo en el departamento del Tolima, esta zona rural presenta serias deficiencias en su infraestructura básica para el tratamiento de agua para consumo humano. De acuerdo con el censo poblacional de 2022, el municipio del Guamo alberga a 34,495 personas, Asimismo, el casco urbano también carece de sistemas para el tratamiento de aguas residuales, las cuales son vertidas directamente en cuerpos de agua cercanos, como el río Magdalena. con esta problemática se plantea la necesidad de sensibilizar a los estudiantes del Colegio Institución Educativa Técnica La Chamba, así como a estudiantes del primer semestre de licenciatura en química de la Universidad Pedagógica Nacional sobre esta situación, empleando la metodología de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), se usa como problema

La falta de un acueducto en la zona rural donde está ubicada la vereda, la cual expone a la población al consumo de agua sin control ni procedimientos de potabilización que disminuyan la posible concentración de sustancias contaminantes, ya sean agentes microbianos o químicos.

En esta investigación se implementa un conjunto de actividades diseñadas para aprovechar la problemática actual, considerando en primera instancia el consentimiento informado diligenciado por los padres de los estudiantes, posteriormente se determinan los conocimientos previos de los estudiantes para lo cual se usó una encuesta Google forms con la cual se caracterizan estos, se realiza presentación de los fundamentos de algunos parámetros fisicoquímicos que deben realizarse para asegurar la calidad de agua potable, se realiza análisis fisicoquímico del agua obtenida del sistema de suministro del colegio Institución Educativa Técnica La Chamba usando kits así se determinan niveles de pH, conductividad, oxígeno disuelto, temperatura, cloruros, nitritos, dureza.

Posteriormente obtenidos los resultados de la caracterización, se crea material digital de apoyo presentación canva y plataforma educativa nearpod usados como recursos educativos digitales (RED), durante todas las fases de investigación se usa la metodología de enseñanza-aprendizaje ABP, esta metodología se diferencia de la enseñanza tradicional, que es la que suele utilizarse en el contexto académico actual.

2 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) son retos establecidos por la Asamblea General de las Naciones Unidas (ONU, 2015) que deben cumplirse antes de 2030. El Objetivo 6 se enfoca en el acceso a agua limpia y saneamiento, e incluye varias metas específicas: 6.1 agua potable, 6.2 saneamiento e higiene, y 6.3 calidad del agua y manejo de aguas residuales. A pesar de estos esfuerzos, (Ministerio de Vivienda, 2023) informa que una gran cantidad de personas, sobre todo en áreas rurales, todavía no tienen acceso a agua potable y servicios de saneamiento.

Colombia está compuesta por 1,102 municipios en los cuales no cuentan con suministro de agua potable. En las áreas urbanas, 568 municipios cuentan con un sistema de acueducto, mientras que 440 no disponen de este servicio. De las zonas rurales, solo el 35% tienen acceso a un acueducto, lo que resalta la necesidad de que el gobierno intensifique sus esfuerzos para alcanzar todos los ODS, especialmente el ODS 6. Según lo señalado en la plenaria de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Agua 2023 a nivel global, 12 millones de personas tienen un acceso insuficiente al agua potable. En Colombia, esta situación es especialmente crítica en las zonas rurales, donde se enfrenta un contexto de pobreza, desigualdad y exclusión (Ministerio de Vivienda, 2023)

Aparte de enfermedades causadas por microorganismos y sustancias químicas, la falta de potabilización del agua también puede generar la propagación de enfermedades causadas por vectores como los zancudos, que se reproducen en zonas con estancamiento de aguas como los pozos y aljibes, que actualmente son construidos y utilizados por los habitantes de la vereda para abastecerse de agua. Según (Secretaria Municipal de Salud, 2019) en el departamento del Tolima, las enfermedades transmisibles se han incrementado en los últimos cuatro años, entre las principales enfermedades se encuentran el Dengue, Chikunguña, Zika y Leishmaniasis.

El agua utilizada para consumo humano en la vereda La Chamba se obtiene de un pozo subterráneo ubicado cerca de varios cultivos. El tratamiento que recibe el agua antes de ser suministrada a la población no se rige por los estándares básicos de saneamiento ni por los parámetros establecidos en la Resolución 2115 de 2007, emitida por el Ministerio de Protección Social y el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Esto hace que se promueva la aparición de enfermedades, afectando en mayor proporción a las áreas rurales, los niños con un promedio de edad de cinco años son los más afectados por la falta de agua potable, ya que contraen enfermedades graves como la diarrea aguda, que puede ser mortal (Ministerio de Salud y Protección Social, 2023)

Según el Índice de Riesgo de la Calidad del Agua suministrado por (Ministerio de Salud y Protección Social, 2023) establece que el suministro de agua potable en el

municipio del Guamo presenta un nivel de riesgo bajo, con un porcentaje de 12.58%, el cual se calcula a partir de tres muestras tomadas en el área urbana. Sin embargo, no se han reportado análisis o muestras de calidad del agua en las zonas rurales, lo que genera una notable falta de información sobre la calidad del agua que consumen los pobladores de comunidades como La Chamba, este problema se complementa con la metodología (ABP), asimismo identificar el nivel de argumentación es necesario para que de acuerdo con los resultados los planteles educativos implementen metodologías pedagógicas y didácticas en pro de la mejora la argumentación en sus estudiantes como señala (García, 2015) esto permite a los estudiantes desenvolverse en su vida diaria, expresando sus ideas y defendiendo sus posturas de manera efectiva. Esta habilidad resulta esencial para que los estudiantes de educación media puedan involucrarse activamente en la mejora de sus condiciones de vida y en la búsqueda de soluciones a diversos problemas.

De este modo problemática se puede utilizar como eje central dentro de la metodología ABP y como una posibilidad de identificar el nivel de argumentación de los participantes mediados por recursos educativos digitales.

3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el informe de auditoría elaborado por la (Giraldo, Pérez, & Osorio, 2022) la Contraloría General de la Nación, concluye que la Alcaldía Municipal del Guamo y la empresa de servicios públicos de acueducto, alcantarillado y aseo no han abordado adecuadamente las necesidades de las comunidades en relación con estos servicios. La crisis nacional por la falta de potabilización de agua se manifiesta en el área urbana del municipio del Guamo y se agrava en las zonas rurales (Mendez, 2020), donde la supervisión y las auditorías son menos frecuentes. Según el diagnóstico del Plan Nacional de Desarrollo 2022, el Gobierno Nacional destaca que garantizar el suministro de agua es fundamental para reducir las disparidades entre las áreas rurales y urbanas (Ministerio de Vivienda Ciudad y territorio, 2023)

El Ministerio de Educación Nacional (MEN, 2016) señala en los derechos básicos de aprendizaje del área de Ciencias Naturales sobre el cuidado del recurso hídrico el cual es fundamental para los grados 3, 6 y 7. En el grado 8, se sugiere la medición de algunas propiedades del agua, relacionadas con las propiedades físicas y químicas, las cuales pueden ajustarse a la realidad de los estudiantes. Asimismo, se enfatiza que los niveles de argumentación en estas edades deben permitir a los estudiantes interpretar situaciones problemáticas mediante la formulación de argumentos.

La construcción de un sistema de acueducto con un sistema de pozo subterráneo y tanque elevado, dicha infraestructura está instalada cerca de cultivos de arroz y

maíz, al dialogar con varias personas del sector, informan no que en su debido momento no tuvieron la posibilidad de objetar a la construcción de la obra.

Es necesario mencionar que estos cultivos son tratados con agentes químicos que pueden afectar la salud de la comunidad, sumado al carente proceso de tratamiento de agua.

Excluyendo las actividades artesanales, las principales actividades económicas de la vereda La Chamba son la agricultura, cultivos de arroz y maíz que requieren el uso de agroquímicos como abonos amoniacales, plaguicidas, insecticidas y fungicidas, el uso de estos productos conduce a la contaminación de fuentes hídricas superficiales y subterráneas, afectando la calidad del agua disponible para consumo humano, Como lo mencionan (Gil, Soto, Usma, & Gutierrez, 2012) Los agroquímicos son considerados “Contaminantes Emergentes” debido a su alta toxicidad y persistencia en el ambiente.

Ante la falta de alternativas, los habitantes de la vereda, incluyendo los estudiantes de la institución educativa La Chamba, se ven obligados a consumir agua sin tratamiento previo. La comunidad por su parte realiza el proceso de hervir el agua como medida de “purificación”. En este caso específico, no existe evidencia científica que asegure que este proceso reduzca la concentración de sustancias contaminantes, carga microbiana o que las características físicas y químicas del agua que se obtengan sean lo suficientemente óptimas para garantizar la calidad establecidas legalmente para considerarse agua potable. Según la (OMS, 2017) la carga microbiana puede reducirse al hervir el agua lo que puede ser suficiente para eliminar bacterias patógenas, virus y protozoos. Sin embargo, pueden quedar remanentes que generar graves problemas de salud.

Este proyecto busca, abordar la problemática sobre la calidad de agua de la Vereda La Chamba, usando un recurso educativo digital. (Herrera, 2006) menciona que “los recursos educativos digitales son entornos informáticos digitales e inmateriales que proveen las condiciones para la realización de actividades de aprendizaje.” Estos a su vez permitirán identificar el nivel de argumentación en los estudiantes del Colegio Institución Educativa Técnica La Chamba así mismo el de los estudiantes del primer semestre de licenciatura en química de la Universidad Pedagógica Nacional. plantear soluciones a este tipo de problemática y la toma de decisiones de manera más asertiva.

3.1 PREGUNTA PROBLEMA

¿Cómo el uso de un recurso educativo digital (RED) permite identificar el nivel de la habilidad argumentativa en estudiantes de educación media frente a la problemática del agua potable en una zona rural?

4 OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Identificar el nivel de la habilidad argumentativa en estudiantes educación media a partir de la problemática sobre la potabilización del agua usando un recurso educativo digital.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar los niveles de argumentación de los estudiantes de grado undécimo del Colegio Institución Educativa Técnica La Chamba a partir de la problemática sobre la potabilización del agua y los recursos educativos digitales.
- Relacionar los parámetros fisicoquímicos del agua potable con las técnicas de determinación pH, Dureza, Cloruros, Conductividad eléctrica, Oxígeno disuelto y Nitritos con el fin de determinar el cumplimiento de la normatividad con respecto a la calidad del agua en suministros de consumo humano.
- Diseñar e implementar un recurso educativo digital (RED) para identificar los niveles de argumentación desde la problemática de la potabilización del agua.

5 ANTECEDENTES

En la presente investigación se tiene en cuenta una revisión bibliográfica a nivel nacional e internacional, consolidando elementos necesarios para el desarrollo del presente proyecto, tanto en el componente pedagógico y didáctico, así como en el componente disciplinar.

5.1 ANTECEDENTES PEDAGÓGICOS Y DIDÁCTICOS

Diversas fuentes bibliográficas relacionan el desarrollo de la habilidad argumentativa con metodologías de aprendizaje basado en problemas (ABP).

(Salgado, 2012) establece una relación entre la enseñanza para la comprensión y el aprendizaje basado en problemas, el cual menciona que es necesario comprender una determinada información para que a partir de esta se logre resolver un problema. Esto busca que el estudiante contextualice su realidad y de solución a problemas de su comunidad donde se puede relacionar el PEI de la institución educativa con el enfoque de enseñanza para la comprensión y la metodología ABP.

(Freire, Olivos, & Larraín, 2014) ofrecen una propuesta de medición para la habilidad de argumentación escrita, esta habilidad se desarrolla por medio de la escritura desde la herramienta blog, ya que en este se usa constantemente la redacción de textos cortos o largos según la información que se desee digitalizar.

Por ende es pertinente mencionar a (Blanquicett, 2017) el cual en su tesis de maestría investiga sobre el desarrollo de habilidades argumentativas mediante el uso de la estrategia de aprendizaje basado en problemas mediado por TIC, en el cual se escoge a un grupo de estudiantes a los cuales se les plantea una situación problema, caso de suposición en el cual deben diseñar un prototipo de robot que simule el movimiento de un gusano de hoja, las ideas de los estudiantes se plasman y se redactan en un blog. Se fomenta un manejo profundo del conocimiento sobre el tema discutido y una actitud de comprensión hacia las preocupaciones de otros participantes. Esta dinámica favorece el desarrollo de competencias argumentativas mediante la práctica y la interacción directa.

El estudio de maestría realizado por (Nova, 2018) el cual presenta una propuesta didáctica orientada a fortalecer la habilidad argumentativa en los estudiantes de grado undécimo, basándose en los resultados obtenidos por estos en las Pruebas Saber 2016, específicamente en el área de ciencias naturales.

(Agudelo & palacios, 2019) los cuales realizan una investigación que busca el desarrollo de la habilidad argumentativa en estudiantes de grado séptimo y transición fomentando el cuidado de las fuentes hídricas e incentivando a la participación entre estudiantes, desde la aplicación de una unidad didáctica. Mientras que, (Porrás, Tuay, & Ladino, 2020) usan el enfoque de la naturaleza de la ciencia y la tecnología resaltando el pensamiento crítico para desarrollar la habilidad argumentativa, en esta investigación se escogieron cinco situaciones para conocer la capacidad para argumentar de los estudiantes para ello se implementa el Test de Halpern en la fase inicial. Una vez aplicada la intervención didáctica, se crean una secuencia de aprendizaje (SEA), en la cual se plantean una serie de actividades alumno/profesor. Finalmente, se aplica un post-test

El (MEN, 2023) permite definir que son los recursos educativos digitales y su utilidad en la educación, mejorando el aprendizaje y la enseñanza, con base a los RED, se crean las actividades que permiten en los estudiantes de la institución educativa técnica la chamba identificar la habilidad argumentativa, se tiene presente que en el

PIE del colegio se busca incluir los lineamientos que establece el ministerio de educación.

5.2 ANTECEDENTES DISCIPLINARES

El decreto 1575 de 2007, establece el control de la calidad de agua periódico, el cual busca prevenir riesgos a la salud por su consumo sin que se realicen los procesos de potabilización necesarios.

Manual para toma de muestra del (INS, 2012) El cual se basa en la Resolución 2115 de 2007, que establece el protocolo para la protección y el control de la calidad del agua destinada al consumo humano.

Por otra parte, (Pérez, y otros, 2009) Realizan la determinación de residuos de plaguicidas en fuentes de agua, mediante el uso de cromatografía de gases y espectrometría de masa. Dichos residuos ingresan a las fuentes hídricas, lo que ocasiona contaminación y posteriormente, afectan a la salud de los habitantes de las zonas aledañas, sin que estos tuviesen conocimiento de las consecuencias de la exposición a estos los contaminantes emergentes. Igualmente, el agua que consumía dicha población no contaba con los parámetros fisicoquímicos para garantizar su potabilización.

(Cárdenas, 2020) Realiza un diagnóstico del agua Subterránea que abastece a la Comunidad de la Vereda el Tablón y se determina si el agua cuenta con los parámetros óptimos para el consumo humano.

Por su parte el estudio realizado por (Parrado & America, 2023) Investigación en la cual se busca mejorar el nivel de argumentación en estudiantes y pobladores desde un pensamiento crítico, relacionado con la problemática de potabilización de agua en zona rural.

Se tiene en cuenta la investigación realizada por (Cruz, Martínez, & Rusinque, 2023) Este trabajo de grado desarrolla una caracterización del agua de las quebradas Grande y Blanca junto a la comunidad rural de la vereda La Corraleja en Quetame (Cundinamarca), incorporando elementos de educación ambiental y química aplicada en contexto.

La investigación realizada por (Sánchez & Clavijo, M. P., 2023) este documento se presenta una propuesta de trabajo que incluye 28 actividades organizadas en 4 fases, enfocadas en reducir la problemática nacional de la contaminación del agua y las enfermedades diarreicas agudas (EDA). A través de estas actividades, se integran conceptos de física y ciencias que aportan a la visibilización, comprensión y abordaje del problema del agua potable. La enseñanza contextualizada alrededor de la construcción de un filtro permite que los estudiantes desarrollen un aprendizaje más profundo y significativo de conceptos clave, como la densidad y la potabilidad. Estos temas se trabajan específicamente para abordar las problemáticas observadas en estudiantes de educación básica primaria de la escuela La Mesa, en el municipio de Arbeláez.

El estudio elaborado por (Sanchez, 2022) realizado en la vereda Copo, municipio de Tocaima, destaca la importancia de evaluar y mejorar la calidad del agua en zonas rurales sin acceso a sistemas de acueducto. Mediante la caracterización microbiológica y fisicoquímica de la quebrada Seca, se identificaron posibles contaminantes que afectan la salud de los habitantes. El uso del extracto de *Moringa Oleifera* como tratamiento ofrece una alternativa viable para reducir la carga microbiana, mejorando la calidad del agua consumida. Además, la implementación de una campaña de concientización sobre el manejo adecuado del recurso hídrico es esencial para garantizar su uso sostenible y seguro en la comunidad.

6 REFERENTES TEÓRICOS

Para llevar a cabo y dar estructura conceptual a este trabajo, se usan diferentes referentes, que permiten abarcar aspectos legales mencionando cuales son las políticas gubernamentales y acuerdos internacionales que se relacionan con el acceso al agua potable. Posteriormente, se abordan conceptos relevantes en cuanto a la pedagogía y didáctica como la habilidad argumentativa, el ABP, hasta los recursos educativos digitales y por ultimo lo que concierne a los temas disciplinares donde se brinda información relacionada con la potabilización, parámetros de análisis fisicoquímicos y posibles afecciones a la salud o infra estructuras.

6.1 REFERENTES LEGISLATIVOS

En primera instancia se tienen en cuenta los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la ONU que abordan retos globales, subrayando la relevancia del agua potable y el saneamiento en el ODS 6, que forma parte de la Agenda 2030 adoptada en septiembre de 2015. Este objetivo busca asegurar el acceso universal al agua potable, promover buenas prácticas de higiene y saneamiento, y mejorar la calidad del agua mediante la reducción de la contaminación. También enfatiza la gestión integrada de los recursos hídricos y la protección de los ecosistemas acuáticos. Ante la creciente presión sobre los recursos hídricos debido al aumento de la población, es fundamental implementar métodos efectivos para el tratamiento de aguas residuales y conservar este recurso esencial. Se espera que estos objetivos se logren para 2030, lo que contribuirá a la salud, el bienestar y el desarrollo sostenible de las comunidades.

Tabla 1. Objetivos de Desarrollo Sostenible relacionados con potabilización y tratamiento de aguas.

ODS	Descripción
-----	-------------

6.1	Asegurar el acceso universal y equitativo al agua potable segura, asequible y de calidad para todos.
6.2	Lograr el acceso adecuado y equitativo al saneamiento e higiene para todos, con énfasis en las necesidades de las mujeres y las niñas.
6.3	Mejorar la calidad del agua al reducir la contaminación, disminuir la emisión de productos químicos y aumentar el reciclado y la reutilización del agua.
6.4	Aumentar la eficiencia del uso del agua en todos los sectores para asegurar la sostenibilidad de los recursos hídricos.
6.5	Implementar la gestión integrada de los recursos hídricos a todos los niveles, incluyendo la transfronteriza.
6.6	Proteger y restaurar los ecosistemas relacionados con el agua, como ríos, humedales, acuíferos y lagos.
6a	Aumentar la cooperación internacional y la participación de las comunidades locales en la gestión del agua y el saneamiento.
6b	Apoyar y fortalecer la participación de las comunidades locales en la mejora de la gestión del agua y el saneamiento.

Adaptada de organización mundial de naciones unidas, 2015.

6.1.1 Legislación Internacional

El derecho humano al agua es fundamental para una vida digna. El agua es un recurso natural limitado y un bien público fundamental para la vida y la salud (ONU, 2002) No obstante, su acceso está amenazado por factores tanto naturales como humanos, siendo la distribución desigual una de las principales causas de exclusión y vulnerabilidad en diversas regiones (Salgado, 2012) En la tabla 2 se relacionan reglamentos internacionales para el acceso al agua potable, abordando la

necesidad de gestión sostenible, la protección de recursos hídricos y la mejora de los servicios de saneamiento, todo ello en consonancia con los (ODS).

Tabla 2. Instrumentos internacionales, acuerdos y programas que buscan asegurar la disponibilidad y el acceso equitativo al agua potable.

	Organismo	Año de Vigencia	Principales Aspectos Relacionados con el Agua
Convención sobre los Derechos del Niño (CDN)	Naciones Unidas	1989	Reconoce el derecho de los niños a disfrutar del más alto nivel de salud, incluyendo acceso a agua potable segura y salubre.
Directrices voluntarias para el derecho a una alimentación adecuada (FAO)	FAO	2004	Los Estados deben garantizar acceso a agua potable segura como parte de los servicios básicos necesarios para combatir la pobreza y asegurar la seguridad alimentaria.
Convenio de Helsinki (Convenio sobre los Cursos de Agua Transfronterizos)	CEPE (Comisión Económica para Europa de la ONU)	1996	Asegura la protección y uso sostenible de recursos hídricos transfronterizos mediante cooperación internacional.
Protocolo sobre Agua y Salud (derivado del Convenio de Helsinki)	OMS y CEPE	1999	Primer acuerdo internacional que une agua y salud; se centra en gestión y protección de recursos hídricos para prevenir enfermedades y asegurar agua potable.
Resolución de la Asamblea General de la ONU 64/292 sobre el Derecho al	Naciones Unidas	2010	Reconoce formalmente el derecho humano al agua y saneamiento, pidiendo a Estados y organizaciones la provisión de recursos para garantizar agua limpia y asequible.

Agua y Saneamiento			
Programa Conjunto de Monitoreo para Abastecimiento de Agua y Saneamiento (OMS/UNICEF)	OMS/UNICEF	2010 (última actualización)	Define estándares para agua potable segura, abarcando agua para uso doméstico y saneamiento, siguiendo lineamientos de calidad de la OMS o regulaciones nacionales.

Muñoz Aunión, Antonio. (2013). *El derecho internacional del agua potable y el saneamiento: Un debate de derecho de cuarta generación en la encrucijada*. Revista IUS, 7(32), 176-190.

6.1.2 Legislación Colombiana

El Decreto 2115 de 2007, emitido por el Ministerio de la Protección Social de Colombia, establece rigurosos estándares para asegurar la calidad del agua potable y el manejo adecuado de las aguas residuales. Este decreto especifica los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos que deben cumplir las fuentes de agua potable, y destaca la responsabilidad de las entidades prestadoras del servicio en garantizar el monitoreo y vigilancia constante de la calidad del agua. Además, obliga a reportar los resultados a las autoridades competentes y a los usuarios. En cuanto a las aguas residuales, el decreto establece que deben ser tratadas antes de su vertimiento, definiendo límites para contaminantes químicos y biológicos y describiendo los sistemas de tratamiento necesarios. Estas disposiciones buscan prevenir la contaminación y proteger la salud pública y el medio ambiente, asignando la responsabilidad de estos procesos a los prestadores de servicios. La implementación de este marco regulatorio es crucial para cumplir con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, especialmente en garantizar el acceso a agua potable segura y la gestión sostenible de los recursos hídricos.

6.2 REFERENTES PEDAGÓGICOS Y DIDÁCTICOS

6.2.1 Habilidad Argumentativa

Es un componente clave del pensamiento crítico, que implica la capacidad de formular, defender y sustentar una postura de manera lógica, coherente y fundamentada en evidencias. Según (Weston, 1994) argumentar consiste en presentar razones claras y relevantes que respalden una conclusión. Para ello, es fundamental que las premisas sean comprensibles, pertinentes y suficientes, evitando ambigüedades y apoyándose en pruebas sólidas. Además, un buen

argumento debe anticipar y refutar posibles contraargumentos, lo que refuerza su solidez.

Toulmin, en su teoría de la argumentación, propone un esquema estructurado con tres elementos principales: la reclamación o conclusión que se pretende probar, los datos que la respaldan y la garantía que conecta los datos con la conclusión lógica (Trujillo, 2007). Esta estructura permite desarrollar argumentos más robustos y comprensibles, facilitando su evaluación y justificación en diversos contextos.

En el ámbito educativo, la habilidad argumentativa adquiere una dimensión crucial. (Duarte, Cubillos, & Zapata, 2014) destacan que, en el proceso de enseñanza-aprendizaje, la argumentación no solo consiste en describir fenómenos o hechos, sino en justificar con evidencias lo que se afirma. A través de las cuestiones socio-científicas (CSC), los estudiantes tienen la oportunidad de desarrollar esta competencia en un entorno realista, que exige el análisis de problemas contemporáneos y la formulación de respuestas fundamentadas. Estas situaciones retan a los estudiantes a reflexionar críticamente y a estructurar argumentos sólidos, lo cual resulta esencial para su alfabetización científica y el desarrollo de habilidades cognitivas superiores.

La argumentación desempeña un papel fundamental en el proceso cognitivo y discursivo, ya que permite estructurar y defender ideas de manera lógica y coherente. La argumentación cumple con tres funciones clave: sustentar, convencer y evaluar. Estas funciones permiten no solo la construcción de argumentos sólidos, sino también la interacción eficaz en contextos de debate y toma de decisiones (Zubiría, 2011)

6.2.2 Aprendizaje basado en problemas (ABP)

El Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) emergió como una propuesta educativa innovadora que promueve el aprendizaje significativo, situando al estudiante en un papel central y activo (Morales, 2004)

(Barrows, 1996) define el ABP como un enfoque educativo que utiliza problemas como punto de partida para la adquisición e integración de nuevos conocimientos. En este modelo, tanto el docente como el estudiante desempeñan roles específicos que facilitan el aprendizaje según el criterio del alumno; en este contexto, el docente actúa como guía o tutor. Según (Morales, 2004), los estudiantes deben asumir la responsabilidad de su propio aprendizaje, identificando lo que necesitan saber para comprender y abordar de manera efectiva el problema que están estudiando. En la tabla 3 se detallan estos roles.

Las circunstancias que afrontan los estudiantes hoy han cambiado con el transcurrir los años, así que las necesidades de la sociedad moderna deben suplirse y

abordarse de forma distinta, por lo que la educación debe reestructurarse. Según mencionan (Morales, 2004) los problemas que los futuros profesionales deberán enfrentar van más allá de las disciplinas y demandan enfoques innovadores y habilidades para la resolución de problemas complejos. En la siguiente tabla se evidencian los contrastes de la educación tradicional y el ABP

Tabla 3. Educación tradicional vs Aprendizaje Basado en Problemas.

Aspecto	Educación Tradicional	Aprendizaje Basado en Problemas (ABP)
Enfoque principal	Transmisión de contenidos abstractos	Resolución de problemas prácticos y reales
Rol del docente	Proveedor de información	Facilitador del aprendizaje
Rol del estudiante	Receptor pasivo de conocimiento	Participante activo en la construcción del conocimiento
Técnica de evaluación	Memorización y repetición de información	Evaluación de habilidades prácticas y resolución de problemas
Desarrollo de habilidades	Limitado a habilidades de memorización y repetición	Comunicación, pensamiento crítico, creatividad, colaboración
Adaptabilidad y flexibilidad	Menos énfasis en adaptabilidad a nuevas situaciones	Alta adaptabilidad a problemas y entornos cambiantes
Valoración de la diversidad	Menor enfoque en la diversidad de perspectivas	Fomenta el trabajo en equipo y la valoración de diferentes perspectivas
Motivación y persistencia	Puede ser baja debido a la naturaleza pasiva del aprendizaje	Alta motivación por la relevancia y aplicación práctica de los problemas

Competencia técnica	Enfoque en la teoría y los conceptos abstractos	Enfoque en la aplicación práctica de conocimientos teóricos
Aplicación práctica	Limitada	Alta, con énfasis en resolver problemas específicos en situaciones reales

Tomada y adaptada de Morales (2004).

6.2.3 Recursos Educativos Digitales (RED)

Son materiales diseñados para facilitar el aprendizaje mediante el uso de tecnologías digitales. Según el Ministerio de Educación Nacional de Colombia (MEN), los RED incluyen diversos tipos de contenidos como videos, simulaciones, ejercicios interactivos y documentos digitales, cuyo objetivo es apoyar el proceso de enseñanza-aprendizaje en distintos contextos educativos (Pineda, 2018) De manera similar, la UNESCO resalta que los RED no solo deben ser accesibles y abiertos, sino también deben estar diseñados para ser utilizados, adaptados y reutilizados por educadores y estudiantes a nivel global (UNESCO, 2019) Estas definiciones destacan la importancia de los RED en la promoción de un aprendizaje más dinámico e inclusivo.

El uso de los recursos educativos digita no solo representa una forma exitosa de enseñar y aprende, de acuerdo con su uso puede tener ciertas desventajas y ventajas

Tabla 4. ventajas y desventajas del uso de los recursos educativos digitales.

Ventajas de los RED	Desventajas de los RED
Accesibilidad y Flexibilidad: Los RED permiten el acceso a materiales educativos en cualquier momento y desde cualquier lugar, facilitando el aprendizaje autónomo (UNESCO, 2019)	Brecha Digital: El acceso a RED puede estar limitado por la falta de infraestructura tecnológica y conectividad en algunas regiones (MEN, 2023)
Interactividad y Personalización: Los RED pueden adaptarse a las necesidades individuales de los estudiantes, proporcionando experiencias de aprendizaje personalizadas Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos.	Distracciones y Sobrecarga Informativa: El entorno digital puede distraer a los estudiantes y llevar a una sobrecarga de información, afectando su concentración (Caldevilla, 2013)

Colaboración y Comunicación: Fomentan la colaboración entre estudiantes y profesores a través de plataformas digitales, facilitando el intercambio de ideas y conocimientos (UNESCO, 2019).	Calidad y Evaluación: La calidad de los RED puede variar, y su efectividad depende de una correcta evaluación y selección por parte de los educadores (MEN, 2023)
Actualización Continua: Los contenidos digitales se pueden actualizar fácilmente, manteniendo la información al día y relevante	Capacitación de Docentes: Requieren de una formación adecuada de los docentes para su uso efectivo en el aula (Salinas & De Benito, 2020)

Tomado y Adaptado de (Ministerio de Educación Nacional, 2017, p. 12); (Salinas & De Benito, 2020); (UNESCO, 2019, p. 5).

El Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) ha demostrado ser una estrategia pedagógica efectiva para el desarrollo de habilidades críticas, al enfocar el proceso educativo en la resolución activa de situaciones problemáticas reales (Sastoque, Ávila, & Olivares, 2016). En este contexto, la integración de recursos digitales como aplicaciones móviles, plataformas de aprendizaje y herramientas interactivas puede potenciar los resultados del ABP al ofrecer acceso instantáneo a información y fomentar la colaboración entre estudiantes. (Mejía, 2020) destaca cómo la masificación de internet y los dispositivos móviles han facilitado el acceso al aprendizaje en cualquier momento y lugar, impulsando nuevas dinámicas pedagógicas como el m-learning. A través de estos recursos, los estudiantes no solo pueden acceder a contenido teórico, sino que también pueden interactuar con simulaciones y problemas prácticos, lo que facilita el aprendizaje significativo (Ramírez & García, 2017)

El uso de plataformas de e-learning y m-learning permite una interacción continua y accesible con el material educativo, fomentando el aprendizaje autónomo y colaborativo (Rodríguez & Coba, 2017) Esta flexibilidad refuerza el desarrollo de habilidades críticas necesarias en la resolución de problemas complejos, características intrínsecas al ABP (Klimova & Poláková, 2019) En definitiva, la integración de recursos digitales en el ABP no solo aumenta el acceso y la motivación de los estudiantes, sino que también transforma las dinámicas de enseñanza y aprendizaje al hacerlas más interactivas y colaborativas.

6.2.3.1 Nearpod

El uso de la herramienta digital Nearpod como recurso educativo para implementar el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) y promover o evaluar la argumentación en estudiantes presenta múltiples beneficios que mejoran la experiencia de aprendizaje. Nearpod fomenta la interactividad y la participación al permitir la creación de actividades dinámicas que involucran a los estudiantes de manera significativa, lo cual es esencial en el ABP, donde la participación es crucial para la resolución de problemas (Morales, 2018)

Además, la plataforma proporciona retroalimentación inmediata sobre el desempeño estudiantil, lo que facilita la reflexión y el ajuste de enfoques en tiempo real. Esta retroalimentación es fundamental para el desarrollo de habilidades argumentativas (Jiménez & Velázquez, 2018) La personalización del aprendizaje también se ve favorecida, ya que Nearpod permite adaptar las actividades a las necesidades y niveles de los estudiantes, promoviendo un aprendizaje significativo al conectar el conocimiento previo con el nuevo (Naranjo & Medina, 2023) Asimismo, Nearpod facilita el desarrollo de competencias colaborativas mediante actividades que fomentan el trabajo en equipo, esencial en el ABP para el diálogo y el intercambio de ideas (Morales, 2018) La plataforma integra diversos recursos multimedia, como videos, simulaciones y enlaces web, enriqueciendo el proceso de aprendizaje y favoreciendo la comprensión y el análisis crítico, componentes clave en la argumentación (Alastor, Sánchez, & Martínez, 2023)

El ambiente de aprendizaje híbrido que ofrece Nearpod combina modalidades sincrónicas y asincrónicas, permitiendo a los estudiantes trabajar a su propio ritmo y favoreciendo una mejor asimilación del contenido (Arias, Bergamaschi, & Pérez, 2020) Además, la recolección y análisis de datos sobre el desempeño de los estudiantes permiten a los docentes identificar áreas de mejora en la argumentación, facilitando intervenciones específicas (Homez, 2022) Con base a lo mencionado anteriormente se puede usar Nearpod para contextualizar el aprendizaje y utilizar problemas de la vida real, lo que potencia el aprendizaje al relacionar lo aprendido con situaciones reales. Esto, a su vez, favorece la construcción de argumentos sólidos y relevantes (Chrobak, 2017) En conjunto, la integración de Nearpod en la enseñanza a través del ABP no solo enriquece la experiencia educativa, sino que también crea un ambiente propicio para mejorar la argumentación, formando así estudiantes más críticos y competentes en un entorno cada vez más digitalizado.

Tabla 5. Ventajas del uso de Nearpod como recurso educativo digital.

Ventajas de Nearpod	
Fomenta la motivación y participación estudiantil	Nearpod convierte las clases en espacios motivadores, reduciendo el estrés de las evaluaciones.
Facilita la interacción dinámica entre estudiantes	Permite crear actividades que promueven el aprendizaje colaborativo.
Brinda información oportuna para evaluar el avance de aprendizaje	Proporciona datos sobre el progreso estudiantil, crucial para ajustar la enseñanza.
Promueve un aprendizaje significativo con contenido innovador	Facilita la creación de contenido atractivo que capta la atención de los estudiantes.

Permite actividades sincrónicas y asincrónicas para el aprendizaje colaborativo	Las actividades colaborativas pueden evaluarse en tiempo real, promoviendo la interacción.
Ofrece variedad de recursos multimedia para enriquecer el proceso de enseñanza	Integra recursos como videos y simulaciones, haciendo las lecciones más dinámicas.
Facilita el acceso a un repositorio de contenidos reutilizables	Permite compartir y reutilizar materiales de otros docentes, creando un banco de recursos.

Tomado y adaptado de (Jiménez & Velázquez, 2018), (Naranjo & Medina, 2023) y (Arias, Bergamaschi, & Pérez, 2020)

6.2.3.2 PhET

Nearpod, como plataforma educativa virtual, integra simuladores PhET que permiten a los estudiantes interactuar activamente con los contenidos, promoviendo un aprendizaje más profundo y significativo. Estos recursos digitales proporcionan un entorno interactivo donde los estudiantes pueden experimentar, manipular variables y obtener resultados inmediatos, facilitando un aprendizaje basado en la exploración y resolución de problemas.

Nearpod no solo enriquece la experiencia educativa al combinar herramientas interactivas con simulaciones, sino que también permite a los docentes integrar estas actividades en sus lecciones, fomentando la creatividad y participación de los estudiantes (Jiménez & Velázquez, 2023) Este enfoque centrado en el estudiante reemplaza el modelo tradicional de enseñanza y estimula el análisis crítico mediante la experimentación virtual (Gallego, 2009)

La incorporación de tecnologías digitales como los simuladores PhET en Nearpod ofrece una experiencia educativa más completa. Los estudiantes pueden interactuar con simulaciones en tiempo real, lo que facilita el aprendizaje de conceptos teóricos y el desarrollo de habilidades prácticas esenciales para su formación académica (Jiménez, Careaga, & Muñoz, 2024)

6.2.3.3 Canva

Aunque no existen investigaciones rigurosas en torno al uso esta herramienta específicamente cabe resaltar que, en la actualidad, la integración de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en el ámbito educativo es fundamental para responder a las necesidades de una sociedad en constante evolución. Las TIC no solo se han convertido en herramientas tecnológicas, sino que también son consideradas competencias esenciales que deben desarrollarse en el proceso de enseñanza-aprendizaje (Cueva, 2020) En este contexto, herramientas como Canva se destacan por su capacidad para facilitar la creación de contenidos visuales y fomentar el aprendizaje significativo en estudiantes y docentes.

El uso de Canva permite a los educadores diseñar materiales didácticos atractivos y dinámicos, lo que promueve la interactividad en el aula. Según (Sanches, 2020) Canva ofrece una interfaz novedosa y fácil de usar que permite la creación de presentaciones y otros recursos visuales de manera intuitiva, favoreciendo así el compromiso de los estudiantes con el contenido. Este enfoque se alinea con la afirmación de (Navarrete & Mendieta, 2018) quienes destacan que las TIC fomentan el intercambio inmediato de conocimientos y la construcción colaborativa de aprendizajes en un ambiente amigable y flexible.

Además, la implementación de Canva en el aula no solo beneficia la presentación de información, sino que también apoya el desarrollo de habilidades críticas y creativas en los estudiantes. Según (Coll, 2007) las herramientas mediadoras como Canva facilitan la interacción entre el grupo y la temática de estudio, promoviendo vínculos significativos que pueden enriquecer el aprendizaje. Esto se complementa con la idea de que los estudiantes, al ser competentes en el manejo de herramientas tecnológicas, pueden utilizar Canva para generar textos creativos y colaborativos, lo que contribuye a su desarrollo integral.

La investigación realizada en la Escuela Fiscal Lorenzo Luzuriaga confirma que los docentes ven el uso de Canva como una oportunidad para enriquecer su enseñanza. Los resultados de esta investigación indicaron que los docentes reconocen que la utilización de recursos tecnológicos en el proceso de enseñanza-aprendizaje ayuda a alcanzar un alto nivel de destrezas en sus estudiantes, convirtiéndose en un instrumento indispensable para la formación de la comunidad educativa. Este hallazgo resalta la importancia de las herramientas tecnológicas en la promoción de un aprendizaje significativo y un mejor rendimiento académico (Intriago, 2022)

6.3 REFERENTES DISCIPLINARES

El análisis fisicoquímico de aguas es un procedimiento fundamental para evaluar su calidad, asegurando su idoneidad para el consumo humano y otros usos. Este proceso implica la medición de diversos parámetros físicos y químicos que influyen en la salud pública y el medio ambiente. (Organización Mundial de la Salud, 2017), el monitoreo de la calidad del agua potable es crucial para prevenir enfermedades relacionadas con el agua, destacando su importancia en la salud pública.

Los orígenes de los análisis físico-químicos y microbiológicos de agua se remontan a las primeras civilizaciones, donde se reconocía la relación entre el agua y la salud. A medida que avanzó la ciencia, el desarrollo de técnicas analíticas permitió una comprensión más profunda de la composición del agua. En este contexto, la Resolución 2115 de 2007 en Colombia define estos análisis como "pruebas de laboratorio que se efectúan a una muestra para determinar sus características

físicas, químicas o ambas", estableciendo un marco normativo que garantiza la calidad del agua destinada al consumo humano (Ministerio de Salud y Protección Social, 2023).

6.3.1 Análisis Físicos

Entre los análisis físicos más relevantes se encuentran el color, turbiedad, pH y conductividad. El color y la turbiedad son indicadores de la presencia de sólidos en suspensión y contaminantes, lo que puede influir en la estética del agua y su aceptación por parte de los consumidores (Ochoa & Pérez, 2019) Por su parte, la conductividad se utiliza para determinar la cantidad de sales y sólidos disueltos, lo que puede dar información sobre la contaminación salina o la presencia de ciertos metales (IDEAM, 2020).

6.3.2 Análisis Químicos

En cuanto a los análisis químicos, los más relevantes incluyen alcalinidad total, metales pesados como el hierro, cobre y plomo, así como cloruros y fosfatos. La alcalinidad total indica la capacidad del agua para resistir cambios en el pH, lo cual es fundamental para el tratamiento del agua y la protección de los ecosistemas acuáticos (Rodríguez & Ruíz, 2010) La presencia de metales pesados, como el hierro y el plomo, representa un riesgo significativo para la salud humana, ya que pueden causar problemas de salud a largo plazo (Londoño, Londoño , & Muñoz, 2016) Los cloruros y fosfatos son también importantes, ya que niveles elevados pueden indicar contaminación y afectar la calidad del agua (González & Martínez, 2020)

A continuación, se mencionan algunos parámetros Físicos-Químicos relevantes en el análisis y calidad de agua para consumo humano.

A continuación, se mencionan parámetros importantes en el análisis de agua potable

6.3.2.1 Influencia de la Temperatura

En el contexto del análisis de calidad del agua, la temperatura es un factor esencial. Para asegurar la precisión en los análisis fisicoquímicos, se recomienda conservar las muestras a 4 °C y realizar ciertos análisis, como el de cloro residual, de manera inmediata para evitar alteraciones (Speight & Boxall, 2015) Además, temperaturas elevadas pueden favorecer la proliferación de patógenos y alterar los ciclos reproductivos de organismos acuáticos, lo que puede generar impactos negativos, como choques térmicos en especies sensibles, estos se detallan en la tabla 6.

Tabla 6. Impacto de la temperatura en análisis del agua.

Aspecto	Importancia en el Análisis de Agua Potable	Importancia en el Tratamiento de Agua Potable
Procesos fisicoquímicos	Afecta la solubilidad del oxígeno, con temperaturas más bajas favoreciendo la retención de oxígeno disuelto, lo que influye en la calidad del agua (Sanchez, 2019)	Influye en la velocidad de las reacciones químicas y la eficiencia de procesos como la nitrificación y la digestión aeróbica (Blokker & Pieterse, 2013)
Impacto en los organismos biológicos	La temperatura elevada puede favorecer la proliferación de patógenos en el agua y alterar los ciclos biológicos de organismos acuáticos (Blokker & Pieterse, 2013)	
Medición del pH	La temperatura afecta el equilibrio químico y la medición del pH, por lo que se debe registrar la temperatura al realizar mediciones de este parámetro.	
Conductividad	La conductividad eléctrica depende de la temperatura; se recomienda realizar mediciones a 25 °C para obtener valores estandarizados y evitar lecturas incorrectas.	La movilidad iónica en el tratamiento de agua está directamente relacionada con la temperatura, influyendo en procesos de desinfección y eliminación de contaminantes.
Efectividad del cloro residual	A temperaturas superiores a 13 °C, la efectividad del cloro residual disminuye, afectando la desinfección del agua potable (OMS, 2017)	La temperatura influye en la eficacia de los procesos de desinfección. A bajas temperaturas, los filtros son menos efectivos para eliminar patógenos (OMS, 2017)
Corrosión y redes de distribución	La temperatura influye en la corrosión de las tuberías y en la interacción de microorganismos con los nutrientes presentes en el agua, afectando su durabilidad (McNeill & Edwards, 2001)	

Tomado y adaptado de: Blokker, E. J. M., & Pieterse-Quirijns, E. J. (2013). McNeill, L. S., & Edwards, M. (2001). OMS. (2017).

6.4 PARÁMETROS QUÍMICOS

Se dividen en dos las cuales son Características químicas que tienen implicaciones sobre la salud humana y Características químicas que tienen mayores consecuencias económicas e indirectas sobre la salud humana:

6.4.1 Parámetros químicos que tienen implicaciones sobre la salud humana

Nitritos y Nitratos

La presencia de nitratos (NO_3^-) y nitritos (NO_2^-) en el agua potable es un asunto de gran relevancia para la salud pública. La Organización Mundial de la Salud (OMS, 2017) establece que la concentración de nitratos en el agua no debe exceder los 45 mg/L, ya que su reducción a nitritos puede provocar metahemoglobinemia en lactantes, una condición que altera la capacidad de la sangre para transportar oxígeno, lo que puede llevar a consecuencias fatales (Guerra, 1979)

Por otro lado, los nitritos, considerados más nocivos, deben estar ausentes en el agua potable, ya que su ingesta está asociada a la formación de nitrosaminas, compuestos potencialmente cancerígenos (Miguel & Vázquez, 2006)

En cuanto a este parámetro la legislación Colombia establece varios y cada uno cuenta con diferentes valores de aceptación, pero dentro de la presente investigación se realiza la determinación de nitritos, el cual posee actualmente, un valor máximo aceptable (mg/L) según resolución 2115 de 2007 colombiana de:

Nitritos NO_2^-	(mg/L) 0,1
Nitratos NO_3^-	(mg/L) 10

6.4.2 Características químicas que tienen consecuencias económicas e indirectas sobre la salud humana

Estas características influyen en las infraestructuras de las planta y sistemas de distribución, también hay influencia en la salud humana pero las concentraciones de estas deben ser elevadas.

Dureza

La dureza del agua es un parámetro fundamental en la evaluación de la calidad del agua potable. Se refiere a la concentración de iones de calcio (Ca^{2+}) y magnesio (Mg^{2+}) presentes en el agua, que se expresa comúnmente como equivalente de carbonato de calcio (CaCO_3). La determinación de la dureza es necesaria por diversas razones, incluyendo la salud pública, la eficiencia de los sistemas de distribución de agua y el impacto en instalaciones domésticas e industriales.

(Organización Mundial de la Salud, 2017) clasifica la dureza del agua en varias categorías según su concentración de CaCO_3

La determinación de la dureza del agua potable es esencial para garantizar no solo la calidad del agua que se consume, sino también para preservar la integridad de las instalaciones y equipos. A medida que se incrementa la preocupación por la calidad del agua y su impacto en la salud pública, se vuelve cada vez más relevante implementar métodos adecuados para medir y tratar la dureza del agua. De esta manera, se puede asegurar un suministro de agua potable seguro y eficiente para la población, minimizando los riesgos asociados con su uso en actividades domésticas e industriales (Rodier, 1981).

Cloruros Cl^-

Los cloruros son un tipo de sal que se utiliza en una gran cantidad de procesos industriales y domésticos, y se pueden encontrar en el agua potable y los alimentos. Sin embargo, la exposición excesiva a cloruros (mayores a 250 mg/L) puede tener efectos negativos en la salud humana. Por ejemplo, se ha demostrado que altos niveles de cloruros en el agua potable pueden aumentar el riesgo de hipertensión arterial y enfermedades cardiovasculares, según (Rudi, y otros, 2024) Al igual afirma que la inhalación de cloruros en el aire puede irritar los ojos, la nariz y la garganta. La acumulación de cloruros en el suelo puede afectar la calidad de los cultivos, reducir la productividad de las plantas y disminuir la cantidad de nutrientes disponibles para las raíces (Rudi, y otros, 2024) El valor permitido a nivel nacional para los cloruros se muestra en siguiente tabla.

Tabla 7. Límites permitidos de cloruro.

Entidad/Legislación	Límite de Cloruros (mg/L)
Legislación Colombiana (Resolución 2115 de 2007)	250

Elaboración propia información tomada Legislación Colombiana (Resolución 2015 de 2007)

Cloro residual libre

Según el Decreto 2115 de 2007 en Colombia, se define como

"Es la cantidad que permanece en el agua tras un tiempo determinado de contacto, actuando química y biológicamente como ácido hipocloroso o como ion hipoclorito."

El cloro libre residual está presente en forma de ácido hipocloroso (HOCl) e ion hipoclorito (OCl^-). El valor aceptable del cloro libre residual en cualquier punto de la

red de distribución de agua potable para consumo humano Según la resolución 2115 de 2007 debe encontrarse entre 0,3 y 2,0 mg/L. La dosis de cloro aplicada para asegurar un adecuado nivel de cloro residual libre se determina a partir de pruebas periódicas de la demanda de cloro.

Es poco probable encontrar, a nivel nacional, plantas de potabilización o tratamiento que utilicen métodos de desinfección distintos a la cloración. Además, cuando se emplea un desinfectante diferente al cloro, generalmente es necesario añadir una cantidad de cloro posteriormente para asegurar la presencia de un residuo en la red de distribución y evitar el resurgimiento de microorganismos (Ramírez, 2005)

Oxígeno disuelto (OD)

El oxígeno disuelto es esencial para la supervivencia y crecimiento de la mayoría de los organismos acuáticos fauna y flora.

El Decreto 1076 de 2015 establece los valores de oxígeno disuelto para preservación de flora y fauna: 5.0 mg/L en aguas dulces frías y 4.0 mg/L en aguas dulces cálidas. La resolución 1096 de 2000, establece que el oxígeno disuelto debe ser mayor o igual a 4.0 mg/L para fuentes de agua aceptable.

6.5 TIPOS DE CONTAMINANTES DEL AGUA

El agua puede estar contaminada por una amplia gama de sustancias que incluyen compuestos orgánicos, inorgánicos y microorganismos patógenos. Entre los contaminantes orgánicos, se encuentran los derivados de hidrocarburos, pesticidas y productos farmacéuticos. Estos contaminantes son especialmente preocupantes debido a su persistencia en el medio ambiente y su capacidad para acumularse en los organismos acuáticos, afectando la salud humana a largo plazo (Ramírez, 2005)

Por otro lado, los contaminantes inorgánicos como los nitratos, sulfatos, y metales pesados como el arsénico, el plomo y el mercurio, son comúnmente encontrados en fuentes de agua contaminadas por actividades industriales y agrícolas. La presencia de metales pesados en el agua potable es particularmente peligrosa, ya que estos pueden causar enfermedades crónicas como el cáncer, daños neurológicos y problemas renales (Pabón, Benítez, Sarria, & Gallo, 2020)

Además, los microorganismos patógenos como bacterias, virus y protozoos son responsables de enfermedades de transmisión hídrica como la diarrea, la hepatitis A y el cólera. El control microbiológico del agua es esencial para prevenir brotes de enfermedades en la población (Organización Mundial de la Salud, 2017)

6.5.1 Enfermedades asociadas

El consumo de agua contaminada está vinculado a diversas enfermedades que comprometen la salud pública, especialmente en naciones en vías de desarrollo. Las enfermedades de origen hídrico, como la diarrea, el cólera y la disentería, resultan de la ingesta de agua contaminada con patógenos (Organización Mundial de la Salud, 2017) provocando millones de muertes anualmente, principalmente en niños menores de cinco años.

Entre los patógenos más comunes se destacan bacterias como *Escherichia coli* y *Vibrio cholerae*, responsables de diarrea severa y deshidratación. También, virus como la norovirus y el rotavirus causan graves infecciones gastrointestinales, mientras que protozoos como *Giardia lamblia* y *Cryptosporidium* afectan principalmente a individuos con sistemas inmunológicos debilitados (García, Valladares, Talavera, & Velázquez, 2014).

La prevención de estas enfermedades hídricas depende en gran medida de la eficacia de los sistemas de tratamiento de agua y de las estrategias de desinfección. Es esencial mantener niveles adecuados de cloro residual en el agua potable para eliminar patógenos sin generar compuestos tóxicos. Además, es necesario implementar campañas de educación sanitaria para concienciar a la población sobre la importancia de consumir agua segura, especialmente tras confirmarse la relación entre la presencia de bacterias en el agua y brotes de enfermedades. A nivel global, los principales bioindicadores utilizados para detectar bacterias en el agua incluyen *Escherichia coli*, coliformes fecales y enterococos. Sin embargo, avances tecnológicos y estudios recientes han identificado otros microorganismos, como estreptococos fecales, norovirus, *Pseudomonas* spp. y *Cryptosporidium* spp. (Instituto Nacional de Salud, 2022)

6.5.2 Planta de tratamiento de aguas residuales PTAR

Las plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) son infraestructuras esenciales para reducir el impacto de las aguas residuales sobre los cuerpos de agua, al eliminar contaminantes de origen físico, químico y biológico. El proceso típico de tratamiento se organiza en tres etapas: primaria, secundaria y terciaria.

En la fase primaria, se aplican métodos físicos como la sedimentación y flotación, que permiten la eliminación de sólidos suspendidos y grasas. Luego, en el tratamiento secundario, se llevan a cabo procesos como la coagulación y floculación, utilizando coagulantes como el sulfato de aluminio o el cloruro férrico para agrupar partículas finas y facilitar su extracción. Esta fase también incluye un tratamiento biológico, donde bacterias degradan la materia orgánica disuelta,

disminuyendo la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) del agua residual (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015)

En el tratamiento terciario, se aplican tecnologías avanzadas para eliminar contaminantes que persisten tras las etapas anteriores, como los nutrientes (nitrógeno y fósforo), a través de procesos de nitrificación-desnitrificación y precipitación química. Además, se pueden utilizar técnicas avanzadas, como la ósmosis inversa o el carbón activado, para adsorber compuestos orgánicos persistentes (Carriazo, Saavedra, & Molina, 2010).

6.5.3 Planta de tratamiento de agua potable PTAP

Una planta de tratamiento de agua potable (PTAP) es una instalación diseñada para transformar el agua cruda en agua segura para el consumo humano, siguiendo estrictos estándares de calidad. El tratamiento típico en una PTAP incluye varias etapas que dependen de la calidad del agua cruda. Las principales etapas son: captación, coagulación-floculación, sedimentación, filtración, y desinfección.

La coagulación y floculación son procesos esenciales en la eliminación de partículas suspendidas y coloides. Para ello, se agregan productos químicos como el sulfato de aluminio y el cloruro de polialuminio, que provocan la desestabilización de las partículas cargadas en el agua, permitiendo que se aglomeren y formen flóculos más grandes que pueden ser fácilmente removidos en la etapa de sedimentación. La filtración, por su parte, se realiza mediante filtros de arena, grava o carbón activado, eliminando las partículas que no se asientan en la sedimentación y otros contaminantes disueltos (Biswas & Tortajada, 2010)

Finalmente, el agua es desinfectada mediante la adición de cloro, dióxido de cloro, u otros agentes desinfectantes como el ozono o la radiación ultravioleta. La desinfección es crucial para eliminar patógenos, aunque el uso de cloro debe controlarse cuidadosamente para evitar la formación de subproductos como los trihalometanos (Ministerio de Salud y Protección Social, 2023).

6.5.4 Potabilización de agua para consumo humano y tratamiento de agua residual

En Colombia, la potabilización del agua y el tratamiento de aguas residuales son fundamentales para garantizar la salud pública y el bienestar de la población. Según la legislación colombiana, estos procesos son esenciales para prevenir enfermedades transmitidas por el agua y proteger el medio ambiente. El ente legal y regulador encargado de estas funciones es el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, en conjunto con el Ministerio de Salud y Protección Social.

La Resolución 2115 de 2007, emitida por el Ministerio de la Protección Social y el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, establece los criterios de calidad del agua para consumo humano y define los requisitos para su potabilización. Esta normativa destaca la importancia de asegurar que el agua distribuida a la población sea apta para el consumo, libre de contaminantes físicos, químicos y biológicos que puedan poner en riesgo la salud de las personas.

Además, la Ley 9 de 1979, conocida como el Código Sanitario Nacional, establece en su artículo 154 que "las aguas destinadas al consumo humano deben cumplir con los estándares de calidad que garanticen su potabilidad y deben ser sometidas a los tratamientos necesarios para eliminar agentes contaminantes" (Ley 9 de 1979). Esta ley subraya la responsabilidad del Estado y los operadores de servicios públicos de garantizar el acceso a agua potable y gestionar adecuadamente las aguas residuales para evitar la contaminación de los recursos hídricos y el medio ambiente.

Es necesario resaltar que potabilizar agua y tratar agua residual son dos procesos que difieren en varios factores específicos y finalidades, a continuación, se muestra una tabla de las diferencias generales entre estos dos.

Tabla 8. Comparación entre Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) y Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP).

Aspecto	Planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR)	Planta de tratamiento de agua potable (PTAP)
Objetivo Principal	Eliminar contaminantes de las aguas residuales para proteger la salud humana y el ambiente (Abu-Orf, y otros, 2013)	Convertir agua cruda en agua potable segura para el consumo humano (INS, 2012)
Procesos Principales	Tratamiento físico, químico y biológico para la remoción de contaminantes (Metcalf & Eddy, 2014)	Procesos físicos, químicos y biológicos para eliminar contaminantes y asegurar la potabilidad (Larrea, Rojas, Romeu, Rojas, & Heydrich, 2013)
Tratamiento Primario	Sedimentación y flotación para remover sólidos grandes y grasas (Tchobanoglous & Schroeder, 1985)	Coagulación, floculación y sedimentación para remover partículas en suspensión (EPA, 2018).
Tratamientos Secundarios	Procesos biológicos como lodos activados o filtros percoladores para degradar materia orgánica (Metcalf & Eddy, 2014)	Filtración a través de arena o carbón para eliminar microorganismos y partículas finas (OMS, 2017)

Tratamientos Terciarios	Desinfección, eliminación de nutrientes y reducción de contaminantes específicos (Desinfección, control de sabor y olor, y ajuste de pH (INS, 2012)
Tipo de Contaminantes	Materia orgánica, nutrientes (nitrógeno, fósforo), metales pesados, microorganismos patógenos (Abu-Orf, y otros, 2013)	Sólidos suspendidos, microorganismos, metales pesados, compuestos orgánicos, turbidez
Normativas	Normas técnicas de calidad del agua para vertimientos y calidad del agua superficial (INS, 2012)	Normas de calidad para el agua potable, como la Resolución 2115 de 2007 en Colombia (INS, 2012)
Instituciones	Autoridades ambientales como el Ministerio de Ambiente.	Ministerio de Salud, INS, Superintendencia de Servicios Públicos, INVIMA (INS, 2012)
Desafíos Comunes	Gestión de lodos, mantenimiento de equipos, eficiencia energética, cumplimiento de normativas estrictas por Ministerio de Salud, INS, Superintendencia de Servicios Públicos, INVIMA (INVIMA, 2019)	Variabilidad de la calidad del agua, incremento de demanda, costos de tratamiento, distribución y garantizar la eliminación de patógenos y sustancias químicas, asegurar la continuidad del servicio.
Impacto Ambiental	Emisiones de gases, generación de lodos, impacto en cuerpos receptores si no se trata adecuadamente (Tchobanoglous & Schroeder, 1985)	Uso intensivo de energía y productos químicos, generación de subproductos como lodos
Tecnologías Avanzadas	Tratamiento de lodos, procesos de membranas, biorreactores (Metcalf & Eddy, 2014)	Ósmosis inversa, ultrafiltración, desinfección avanzada (UV, ozono) (INS, 2012)
Uso de Subproductos	Lodos tratados para uso agrícola o generación de energía	Residuos químicos o lodos pueden requerir disposición adecuada
Legislación Colombiana	Decreto 3930 de 2010, Resolución 0631 de 2015 para vertimientos y calidad del agua.	Decreto 1575 de 2007, Resolución 2115 de 2007 sobre la calidad del agua potable (Decreto 1575 de 2007).

Monitoreo y Control	Monitoreo de calidad del efluente y de los cuerpos receptores por parte de las autoridades ambientales (IDEAM, 2020)	Control y monitoreo de la calidad del agua potable en la red de distribución.
----------------------------	--	---

Tomada (Avila et al., 2013; Decreto 1575 de 2007; IDEAM, 2020; INS, 2018; Metcalf & Eddy, 2014; Tchobanoglous & Schroeder, 1985.

6.5.5 Potabilización del agua

La potabilización del agua se refiere a un conjunto de procesos físicos, químicos y biológicos que permiten eliminar los contaminantes presentes en el agua cruda, haciéndola apta para el consumo humano. Este proceso es esencial en el contexto de la salud pública, ya que la ingesta de agua no tratada puede llevar a la transmisión de enfermedades infecciosas, como el cólera o la diarrea, causadas por microorganismos patógenos presentes en el agua (OMS, 2017) Asi como enfermedades causadas por contaminantes organicos e inorganicos.

6.5.6 Procesos de potabilización

La elección de los procesos estará determinada principalmente por las exigencias del efluente y la calidad del agua en su estado natural, y se apoyará en investigaciones de campo y pruebas en laboratorio. Se deben efectuar pruebas de laboratorio para identificar los gradientes de velocidad, el pH ideal, el tipo de coagulantes y las dosis apropiadas de todos los compuestos químicos a usar, se deben incluir modelos que permitan definir los parámetros de diseño y la granulometría de los materiales filtrantes (Gallis, 2007).

6.5.7 Etapas de potabilización

Los procesos de potabilización de agua son extensos y complejos en cuanto a interacciones químicas y físicas de las sustancias implicadas, por lo cual en este apartado se mencionarán los aspectos más relevantes de dicho proceso. También Es necesario mencionar que durante todas las etapas se debe realizar un control riguroso en cuanto al pH y temperatura, ya que estos pueden afectar en la eficiencia del tratamiento del agua. El pH óptimo dependerá de la composición del agua y la naturaleza de los materiales de construcción en los sistemas de distribución (OMS, 2017) , a continuación, se mencionan y describen los procedimientos básicos que se deben llevar a cabo en una planta de tratamiento de agua potable (PTAP).

6.5.7.1 Captación

La captación es el primer paso, en el que el agua es tomada de fuentes superficiales o subterráneas. El control riguroso y exacto de los caudales durante la fase de captación de agua es esencial para asegurar un funcionamiento eficiente de las plantas de tratamiento de agua. La medición precisa de estos caudales contribuye no solo a ajustar los gradientes de velocidad y los tiempos de residencia en procesos como la mezcla rápida y la floculación, sino también a garantizar la correcta dosificación de los reactivos, así como a determinar las velocidades de filtración. Además, resulta fundamental para analizar la eficiencia en la producción de agua, comparando el influente con el efluente, y para gestionar la recirculación del agua utilizada en el lavado de filtros. En cuanto a la elección de un medidor de caudal en esta etapa, es importante que sea de fácil lectura, que permita el registro de mediciones, que sea sencillo de instalar, eficiente desde el punto de vista hidráulico, preciso y duradero. Otros aspectos clave a considerar incluyen el costo, el tipo de conducción, la accesibilidad, la exactitud del dispositivo, las características del flujo y la carga hidráulica disponible (IMTA Instituto Mexicano de Tecnología del agua, 2011)

6.5.7.2 Pretratamiento

Dependiendo de las condiciones y origen del agua es necesario un pretratamiento en el cual principalmente se realiza un proceso de filtración donde se retira materia sólida de gran tamaño, por medio de rejillas. Durante el bombeo de agua, esta pasa por medio de rejillas de diferentes tamaños con la finalidad de retener la mayor cantidad de residuos sólidos. (Comisión Nacional del Agua, 2024).

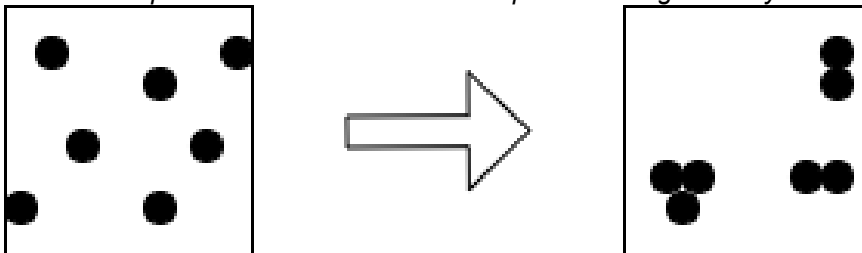
6.5.7.3 Clarificación

El proceso de clarificación busca eliminar sustancias en suspensión, compuestos disueltos y reducir la flora microbiana, así como corregir ciertas características físico-químicas del agua. Este proceso consta de varias etapas: coagulación, floculación, decantación y filtración. La coagulación-floculación implica la adición de compuestos químicos al agua para disminuir las fuerzas que mantienen estables las partículas en suspensión, coloidales y disueltas, facilitando así la formación de aglomerados que pueden ser eliminados mediante sedimentación. Para lograr la remoción de estas impurezas, es necesario modificar algunas propiedades del agua a través de los procesos de coagulación, floculación, sedimentación (o flotación) y filtración (American Water Works Association AWWA, 2012).

Durante los procesos de coagulación y floculación, el objetivo principal es inducir la precipitación y sedimentación de los coloides. Estas partículas, que pueden estar compuestas de materia inorgánica, como la arcilla, o de materia orgánica, como

fragmentos de compuestos orgánicos de mayor tamaño, poseen una carga superficial que les confiere estabilidad y evita que se aglomeren y sedimenten por sí solas. El tamaño de los coloides es tal que las fuerzas atractivas intermoleculares entre ellos son significativamente menores que las fuerzas de repulsión generadas por sus cargas eléctricas. Esta situación crea una condición de estabilidad en la que el movimiento browniano mantiene las partículas suspendidas en el agua.

Grafica 1. representación una vez se da el proceso coagulación y floculación.



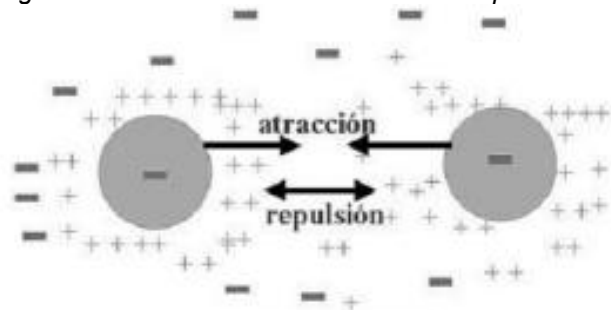
Elaboración propia, creada en draw.io

En la representación anterior se muestra el comportamiento de material coloidal una vez se realiza desestabilización mediante la adición de un reactivo químico (coagulante) que, al neutralizar sus cargas electrostáticas, permite que las partículas comiencen a unirse entre sí y se forman los floculos (Cabrera, Fleites, & Contreras, 2009).

6.5.7.4 Coagulación

Como se mencionó en el cuadro anterior, la coagulación tiene como objetivo principal la eliminación de partículas suspendidas junto con la floculación, también es efectiva para remover materia orgánica natural y algunos compuestos inorgánicos disueltos (MWH, 2012).

Figura 1. de la estabilidad de los coloides presentes en el agua, cuando se adiciona un coagulante.



Fuente Lorenzo-Acosta, Y., (2006). Estado del arte del tratamiento de aguas por coagulación-floculación. ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar.

La estabilidad de los coloides, como se muestra en la figura 1, impide que las partículas se junten, manteniéndolas en un medio favorable para su permanencia

en suspensión. Para remover estas impurezas, es necesario alterar ciertas propiedades del agua mediante procesos como coagulación, floculación, sedimentación o filtración (American Water Works Association AWWA, 2012)

La coagulación se realiza añadiendo coagulantes químicos, como sales de aluminio y hierro, los cuales reaccionan con el agua formando especies hidrolizadas con carga positiva. Este proceso puede ser rápido o más prolongado, dependiendo de factores como el pH, la temperatura y la cantidad de partículas suspendidas. Se lleva a cabo en una unidad llamada mezcla rápida o de coagulación.

6.5.7.5 Floculación

La floculación es el proceso mediante el cual las partículas desestabilizadas se agrupan en microfloculos, que luego se unen para formar flóculos más grandes, los cuales tienden a asentarse en el fondo de los decantadores. Aunque es un proceso principalmente físico, se requieren sustancias químicas conocidas como coadyuvantes de coagulación para mejorar su eficiencia (Comisión Nacional del Agua, 2024) Estos aditivos, aunque poco comunes, se utilizan especialmente en aguas con bajo contenido de coloides, donde se busca formar flóculos de mayor tamaño mediante la aglomeración de la mayor cantidad posible de partículas coloidales. En ocasiones, la coagulación no es efectiva porque los coágulos sedimentan lentamente o son demasiado frágiles, rompiéndose durante el proceso. Para superar estos problemas, se emplean floculantes o coadyuvantes de coagulación, los cuales actúan como un puente que une las partículas suspendidas, facilitando su captura mecánica (Pérez De La Cruz & Urrea, 2011) Así, la floculación combina procesos físicos y químicos, utilizando diversas sustancias químicas entre las que se incluyen:

6.5.7.6 Sedimentación o decantación

La sedimentación o decantación es la separación de partículas sólidas suspendidas en una corriente de líquido mediante su asentamiento por gravedad.

Este proceso tiene dos objetivos: la clarificación y el espesamiento.

Se consideran sólidos sedimentables a las partículas que por su tamaño y peso sedimentan (Trujillo, y otros, 2014). Estos sólidos pueden ser los originalmente presentes en el agua, o bien, los flóculos o precipitados formados durante algún tipo de proceso químico (como coagulación-floculación).

6.5.7.7 Filtración

La filtración representa un proceso de tratamiento cuyo objetivo es clarificar el agua mediante la remoción de partículas sólidas en suspensión, permitiendo su paso a través de un medio granular o poroso. Este método suele seguir a la coagulación, floculación y sedimentación, eliminando bacterias, color, turbiedad, y mejorando el sabor y el olor del agua (IMTA Instituto Mexicano de Tecnología del agua, 2011) En la filtración profunda, las partículas se trasladan desde la suspensión hasta la superficie de los granos del material filtrante, con adhesión que ocurre a distancias muy cortas, y posteriormente pueden desprenderse para avanzar a zonas más profundas o salir del sistema de filtración (IMTA Instituto Mexicano de Tecnología del agua, 2011).

6.5.7.8 Cloración

Los microorganismos patógenos son contaminantes comunes en el agua antes de su tratamiento, y se clasifican en tres categorías: bacterias, virus y protozoos (Pérez De La Cruz & Urrea, 2011). En Colombia, la legislación enfatiza en el uso de cloro y sus derivados como los principales agentes desinfectantes del agua. Según (Ocampo, Vázquez, Martínez, Iturbe, & Coronel, 2022) la desinfección con cloro sigue siendo la más utilizada en el tratamiento de aguas residuales, gracias a su bajo costo y eficacia a largo plazo.

El cloro y sus derivados se utilizan en la potabilización del agua con dos objetivos: actuar como agentes oxidantes y desinfectantes. Este compuesto es económico, fácil de manejar y eficaz para eliminar la mayoría de los microorganismos en el agua, así como para eliminar olores y sabores indeseados. Sin embargo, debido a la toxicidad del cloro para la vida acuática y que este también puede reaccionar con materia orgánica durante el proceso de distribución, en algunos casos es necesario realizar una decloración química del efluente tratado (Espinoza, 2010).

El cloro libre debe estar presente durante la distribución del agua para evitar contaminación una vez sale de la planta de tratamiento. Según la resolución 2115 de 2007 el cloro libre residual debe encontrarse entre 0,3 y 2,0 mg/L.

7 MARCO METODOLÓGICO

7.1 METODOLOGÍA

Para esta investigación se definen, delimitan, aplican y evidencian los parámetros que permitieron la identificación y selección de las características metodológicas y

teóricas empleadas en el transcurso de toda la investigación y ejecución de las diferentes actividades.

7.1.1 Tipo de investigación

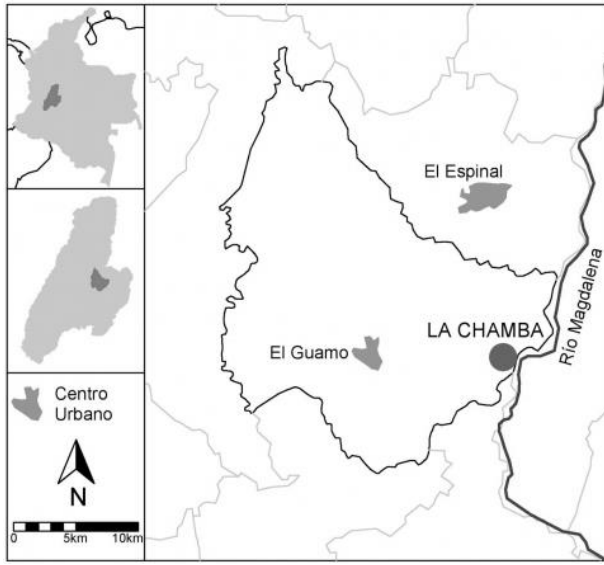
El proyecto, cuenta con un enfoque cualitativo y descriptivo, tuvo como objetivo identificar la habilidad argumentativa en estudiantes a partir de la problemática de la potabilización del agua tomado como problema para asociarlo a la metodología ABP, se realizaron pruebas de parámetros fisicoquímicos (pH, conductividad, oxígeno disuelto, dureza, cloruros y nitratos), conforme al Decreto Colombiano 1575 de 2007. Asimismo, se abordaron temáticas relacionadas con enfermedades por el consumo de agua no tratada.

La realización de análisis con kits puestos a disposición por parte de la Universidad Pedagógica Nacional permite, que los estudiantes conozcan de primera mano cómo se desarrollan las pruebas fisicoquímicas y, brindan una alternativa para calcular en qué condiciones se encuentra el agua que se consume en la vereda La Chamba por parte de los estudiantes del colegio y los demás pobladores, sin necesidad de realizar pruebas en laboratorio, ya que para esto se requieren condiciones de almacenamiento y transporte de las muestras que son muy específicas y estrictas, dónde factores como la temperatura, el tiempo de preservación y análisis pueden generar gran cantidad de resultados alejados de las condiciones reales en las que se encuentran las muestras de interés.

Se usaron recursos educativos digitales como canva para reforzar conocimientos respecto a lo evidenciado en la caracterización, youtube por medio del cual se presentan videos relacionados a la potabilización y tratamiento de aguas, nearpod plataforma en la cual se recopila la información, se adicionan actividades a desarrollar por parte de los estudiantes, google forms que se usa en el caracterización y en la prueba de salida, por ultimo y se analiza el nivel de argumentación en los estudiantes comparando antes y después de la implementación, la encuesta contiene preguntas en su mayoría abiertas, lo cual permite conocer que aspectos de la argumentación logran aplicar los estudiantes a través de la comparación, usando la rejilla ver tabla 10. Con la cual se definen los parámetros a evaluar del argumento de las respuestas.

7.1.2 Población

Figura 2. Mapa munición del Guamo.



Tomada de (Cadena, 2020).

La Chamba es una vereda ubicada en el municipio de El Guamo, en el departamento del Tolima. Su altitud, cercana a los 320 metros sobre el nivel del mar, le otorga un clima templado con una temperatura promedio de 34 °C y un ecosistema de bosque seco tropical. Corporación Autónoma Regional del Tolima (CORTOLIMA, 2014) Reconocida como uno de los principales centros alfareros del país, La Chamba alberga aproximadamente 339 familias, de las cuales más del 85 % está directamente involucrada en la producción de artículos cerámicos domésticos y utilitarios, siendo la artesanía su principal fuente de ingresos (Olarte, 2014)

La implementación de los Recursos Educativos Digitales (RED) apoya una de las metas institucionales del Colegio Institución Educativa Técnica La Chamba, relacionada con "fomentar el que hacer educativo". Según las normas vigentes del Ministerio de Educación Nacional (MEN), desde el año 2012 se sugiere la implementación de la Estrategia Nacional de Recursos Educativos Digitales Abiertos (REDA).

La Institución Educativa Técnica La Chamba emplea el modelo de Enseñanza para la Comprensión, el cual se relaciona estrechamente con el modelo de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP). Según (García A. , 2015) este enfoque se centra en la capacidad de utilizar el conocimiento en situaciones nuevas, como la resolución de problemas, demostrando comprensión más allá de la simple acumulación de información y contribuyendo de manera óptima a la solución de problemáticas novedosas.

El uso de recursos educativos digitales permite a los estudiantes acceder a información desde cualquier dispositivo electrónico, siempre que esta información provenga de fuentes confiables. La comprensión de dicha información es esencial para contribuir eficazmente a la solución de problemáticas planteadas. En este sentido, el uso de los RED se convierte en una de las competencias más importantes que un ciudadano digital debe desarrollar actualmente (Freire, Larrain, Verdugo, & Gómez, 2020)

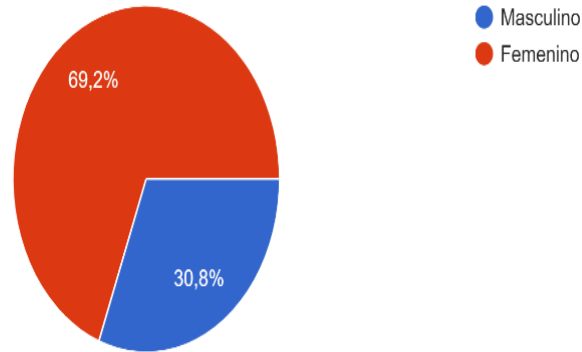
La integración de los RED no solo fortalece el proceso educativo al hacer más accesible y dinámico el aprendizaje, sino que también fomenta habilidades críticas como la argumentación y la resolución de problemas, alineándose con los objetivos institucionales de la Institución Educativa Técnica La Chamba y las directrices del MEN.

7.1.3 Participantes

Esta investigación se realizó con estudiantes de grado undécimo de la Institución Educativa Técnica La Chamba zona rural del Municipio Guamo Departamento del Tolima en total 10 estudiantes de los cuales 7 se identifican con el género femenino y 3 entre los 15 y 18 años y un grupo de estudiantes de la Licenciatura en Química primer semestre (2024-I) de la Universidad Pedagógica Nacional, de los cuales 11 se identifican con el género femenino y 5 con el masculino, con edades entre los 17 y los 33 años, para un total de 26 participantes.

Gráfico 1. Genero participantes.

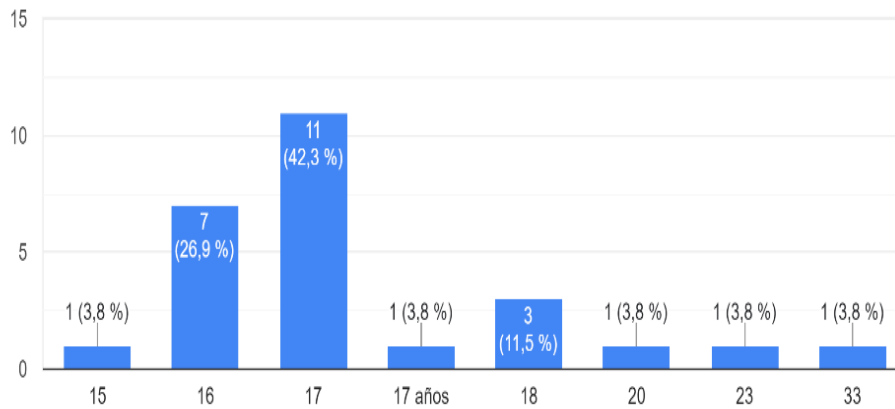
Genero
26 respuestas



Elaboración propia

Grafico 3. Rango de edad participantes

Edad
26 respuestas



Elaboración propia.

8 FASES DE LA INVESTIGACIÓN

Para llevar esto a cabo se tuvieron en cuenta las fases procedimentales desde el ABP Aprendizaje Basado en Problemas, el cual consta de los siguientes elementos como se evidencia en la imagen.

Imagen 4. metodología ABP



Tomada y adaptada de (Araujo & Sastre, 2008).

8.1 SITUACIÓN PROBLEMA

Delimitado el problema a trabajar, en este caso la falta de potabilización del agua de la vereda, para esto es necesaria la recopilación de diversas fuentes literarias, como es descrito en los referentes legislativos, disciplinares, pedagógicos y didácticos.

8.2 ¿CUÁLES SON LOS PROBLEMAS?

En este aspecto se tienen en cuenta todos los problemas derivados del problema general, con base a la literatura y estudios de carácter científico se determinan enfermedades asociadas a la presencia de microorganismos por no tratamiento del agua y también enfermedades asociadas a la presencia de sustancias químicas, la falta de argumentación puede generar problemas al momento de transmitir información importante, refutar afirmaciones y dar a conocer opiniones frente a una situación en particular.

8.3 CONOCIMIENTO PREVIO

Se asocia directamente con la caracterización de los estudiantes por lo cual realiza la prueba diagnóstica (encuesta) de esta forma se conoce que percepción o conocimientos tiene los estudiantes con respaldo a lo que el Ministerio de Educación Nacional (MEN) establece en los estándares básicos de competencias EBC y los derechos básicos de aprendizaje DBA, en estos documentos se establece que debe

saber un estudiante de educación media por ende estudiantes de primeros semestres universitarios también deben de contar con el mismo conocimiento.

Tabla 9. Conocimientos que debe poseer un estudiante de educación media según MEN.

Área de conocimiento	Estándares Básicos de Competencias (EBC)	Derechos Básicos de Aprendizaje (DBA)
Conceptos Fundamentales	Los estudiantes deben comprender y aplicar conceptos clave como la estructura atómica, la tabla periódica, enlaces químicos, y las leyes de conservación de la masa y energía (MEN, 2006).	Deben explicar cómo la estructura atómica determina las propiedades de los elementos y su posición en la tabla periódica, y cómo estas propiedades influyen en los enlaces y reacciones químicas (MEN, 2016).
Reacciones Químicas	Los estudiantes deben identificar, representar y balancear ecuaciones químicas, y comprender los diferentes tipos de reacciones químicas (ácido-base, redox, etc.) (MEN, 2006).	Deben interpretar y representar reacciones químicas, aplicando la ley de conservación de la masa, y analizar las condiciones que afectan la velocidad y el equilibrio de las reacciones (MEN, 2016).
Estequiometría	Los estudiantes deben manejar cálculos estequiométricos para determinar la cantidad de reactivos y productos en una reacción química (MEN, 2006).	Deben realizar cálculos estequiométricos para predecir el rendimiento de reacciones químicas y resolver problemas relacionados con la cantidad de sustancias en reacciones (MEN, 2016).
Termoquímica	Los estudiantes deben entender los principios de la termoquímica, incluyendo entalpía, entropía, y energía libre, y su aplicación en las reacciones químicas (MEN, 2006).	Deben explicar cómo la energía se transfiere y transforma durante las reacciones químicas, y cómo estos cambios energéticos afectan la espontaneidad de las reacciones (MEN, 2016).
Química Orgánica	Los estudiantes deben identificar y nombrar compuestos orgánicos básicos, comprender sus	Deben describir la estructura y función de compuestos orgánicos, incluyendo

	estructuras y propiedades, y reconocer las reacciones orgánicas más comunes (MEN, 2006).	hidrocarburos, alcoholes, y ácidos carboxílicos, y entender su relevancia en procesos biológicos e industriales (MEN, 2016).
Equilibrio Químico	Los estudiantes deben comprender el concepto de equilibrio químico, las constantes de equilibrio, y cómo los cambios en las condiciones afectan el equilibrio (MEN, 2006).	Deben analizar cómo las condiciones (temperatura, presión, concentración) afectan el equilibrio químico y predecir cómo se desplaza el equilibrio en una reacción dada (MEN, 2016).
Cinética Química	Los estudiantes deben estudiar las leyes de la velocidad de las reacciones y los factores que influyen en la velocidad de reacción (MEN, 2006).	Deben explicar cómo factores como la concentración, la temperatura, y la presencia de catalizadores afectan la velocidad de las reacciones químicas (MEN, 2016).
Química Ambiental	Los estudiantes deben reconocer la importancia de la química en la comprensión y solución de problemas ambientales, como la contaminación del agua y del aire (MEN, 2006).	Deben aplicar conocimientos de química para analizar problemas ambientales y proponer soluciones basadas en reacciones químicas y procesos tecnológicos (MEN, 2016).

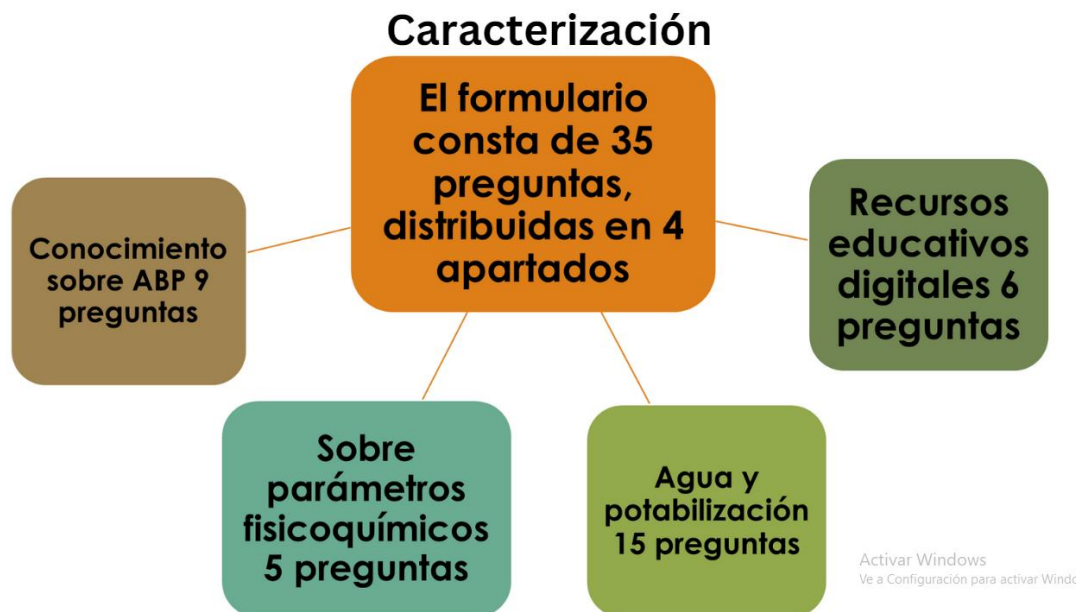
Tomada y adaptada de EBC (2006) Y DBA (2016).

8.4 CARACTERIZACIÓN

Para la caracterización se diseñó formulario Google forms con 35 preguntas divididas en 4 categorías, las cuales se diseñaron usando el test de con modificaciones, esto con el fin de adaptar las preguntas al contexto de esta investigación.

Distribuidas de la siguiente forma:

Figura 3. Caracterización.



Ver anexo 1 excel preguntas de caracterización, link encuesta.

A continuación, se relacionan las preguntas de caracterización:

1 ¿Cuáles de las siguientes acciones ha desarrollado en alguna materia para abordar un tema en particular? Puede marcar más de una opción. (X):

- a. Propiciar el trabajo cooperativo
- b. Desarrollar habilidades para el aprendizaje autónomo
- c. Fomentar la responsabilidad y la cooperación
- d. Estimular la búsqueda de información
- e. Construir de manera autónoma el conocimiento
- f. Desarrollar habilidades investigativas (analizar, sintetizar, comparar, abstraer, generalizar, observar, describir, comparar, definir, caracterizar, explicar, argumentar, demostrar, valorar, clasificar, ordenar, modelar y comprender problemas)
- g. Creación de relaciones de cooperación
- h. Sentido de pertenencia entre los miembros que integran el equipo de trabajo.

2 ¿Qué conoce sobre la metodología de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP)?

3 ¿Ha participado en alguna actividad donde le informen qué es la metodología llamada Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) en su colegio? Justifique su respuesta.

4 ¿Cuál de los siguientes conceptos cree que define de mejor manera la metodología de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP)? Justifique su respuesta.

- a. Es la metodología que estudia, analiza, promueve y depura al método, el cual se multiplica y particulariza en cada rama científica.
- b. Es una metodología organizada en acciones estratégicas de solución de un problema que favorece el aprendizaje autónomo de los nuevos contenidos, el proceso de investigación en la

búsqueda de la información y la reflexión crítica sobre los resultados y los procedimientos seguidos por el estudiante para alcanzar el resultado esperado.

c. Es un método de aprendizaje basado en el principio de usar problemas como punto de partida para la adquisición e integración de los nuevos conocimientos, donde la solución de problemas es el motor impulsor del aprendizaje.

d. Es una técnica de enseñanza, caracterizada por promover el aprendizaje autónomo y el pensamiento crítico orientado a la resolución de problemas, generando la clave del éxito.

5 Justifique la respuesta seleccionada en la pregunta anterior (4).

6 ¿Qué beneficios considera que aporta el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP)?

7 ¿Qué dificultades cree que encontrará al trabajar con el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP)?

8 ¿Cómo cree que el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) puede ayudar a desarrollar la argumentación?

9 ¿Qué papel juega el docente en el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP)?

10 ¿Cree que se puede mejorar su rendimiento académico al implementar el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) en su colegio? Justifique su respuesta.

11 ¿Qué entiende por calidad del agua?

12 ¿Conoce si su comunidad cuenta con Planta de tratamiento de agua para potabilizarla? Justifique su respuesta.

13 ¿Conoce los análisis que se le realizan al agua para determinar su calidad? Justifique su respuesta.

14 ¿Qué entiende por parámetro fisicoquímico para determinar la calidad de agua?

15 ¿Cuáles cree que son los parámetros fisicoquímicos más importantes para determinar la calidad del agua? Enúncialos.

16 ¿Cuál es la importancia de conservar los recursos hídricos en su región?

17 ¿Qué importancia le da al consumo de agua en su vida diaria?

18 ¿Qué beneficios cree que aporta el consumo de agua para la salud?

19 ¿Qué enfermedades ha sufrido al consumir agua?

20 ¿Qué enfermedades cree que se pueden prevenir al consumir agua?

21 ¿De dónde se obtiene el agua para su consumo diario (familia)?

22 ¿Sabe de qué manera se potabiliza el agua que se consume en su comunidad?

23 ¿Considera importante que el agua que consume sea potable? Justifique su respuesta.

24 ¿Qué medidas cree que se pueden tomar para mejorar la calidad del agua en su comunidad?

25 ¿Qué sabe acerca de la contaminación del agua en su entorno?

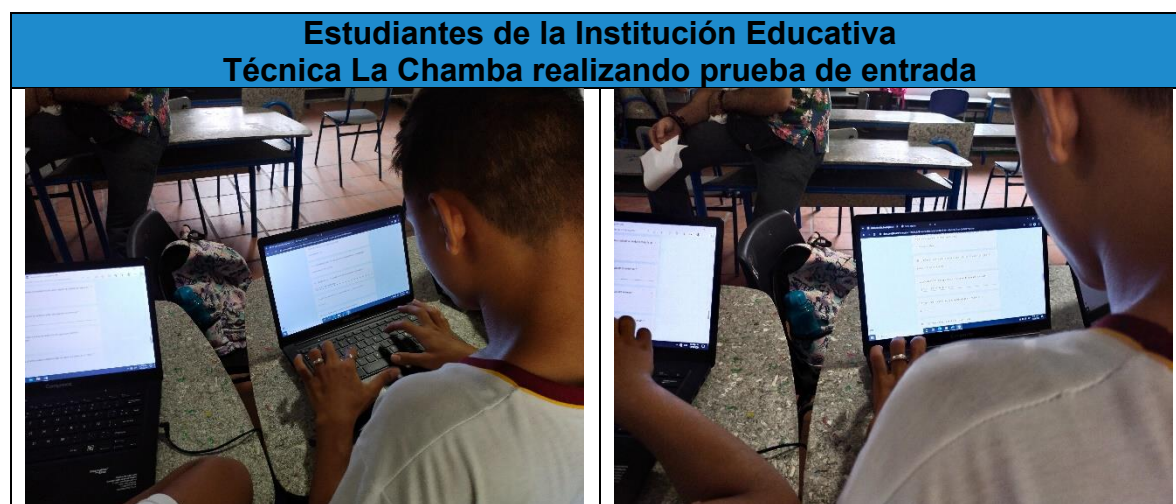
26 ¿Qué comprende sobre la desinfección del agua para eliminar microorganismos?

27 Describa, ¿cómo realiza la desinfección del agua que utiliza en su hogar?

- 28 ¿Considera que el agua que llega a su casa está libre de contaminantes? Justifique su respuesta.
- 29 ¿Cómo cree que se puede reducir la contaminación en el agua que consume?
- 30 ¿Qué acciones legales considera que se deben aplicar para garantizar el acceso a agua potable para todos?
- 31 Defina, ¿qué es un Recurso Educativo Digital (RED)?
- 32 Mencione, ¿qué Recurso Educativo Digital (RED) usa frecuentemente?
- 33 ¿Qué ventajas ofrecen los Recurso Educativo Digital (RED) en su proceso educativo?
- 34 ¿Cuáles son los desafíos en la implementación de Recurso Educativo Digital (RED) en su comunidad?
- 35 ¿Qué desventajas cree que se pueden presentar al usar los Recurso Educativo Digital (RED)?

Este formulario fue aplicado tanto a los estudiantes del Colegio Institución Educativa Técnica la Chamba, así como a los estudiantes de licenciatura en química de primer semestre de la Universidad Pedagógica Nacional. (Ver anexos 1 y 2).

Imagen 1. pretest Caracterización.



Elaboración propia.

Una vez culminada la primera actividad (caracterización), se procede a explicar todo lo relacionado con los análisis in situ usando los kits para campo proporcionados por la Universidad Pedagógica Nacional.

Imagen 2. Fundamentos análisis físico químico.

Explicación uso de kits



Elaboración propia.

Se realizaron análisis de pH, conductividad, oxígeno disuelto, cloruro, dureza y nitritos, en muestra de agua obtenida directamente de la red de distribución que abastece al colegio.

8.5 ¿QUÉ SE DEBE APRENDER?

A partir de las respuestas dadas por los estudiantes, se crea recurso educativo digital usando la plataforma de presentaciones canva, esto permitirá afianzar conocimientos y aclarar dudas.

Al realizar la implementación de los recursos educativos digitales (RED), los estudiantes obtuvieron conocimientos referentes, a la metodología ABP, parámetros de calidad de agua potable, problemática que tienen en su comunidad respecto a la calidad del agua potable, ya que todos estos temas son tratados durante todas las fases de la metodología ABP.

8.6 RECURSOS DE APRENDIZAJE

Se usaron diversos recursos educativos digitales (RED) como canva, youtube, nearpod y google forms.

8.7 EVALUACIÓN DE LO APRENDIDO

Se analizaron las respuestas pretest y postets contrastando estos con el fin de evidenciar cambios en el comportamiento o tendencia en sus respuestas.

Para esto se realiza la implementación de la siguiente rejilla:

Tabla 10. Rejilla evaluativa modificada.

Criterio	Nivel Bajo (1)	Nivel Básico (2)	Nivel Medio (3)	Nivel Alto (4)
Claridad de la Propuesta	La propuesta es vaga o poco clara; no se comprende con precisión la acción que se sugiere.	La propuesta es comprensible, pero carece de precisión o detalle sobre las acciones sugeridas.	La propuesta es clara y específica, pero falta desarrollo detallado o precisión adicional.	La propuesta es clara, detallada, y específica en cuanto a las acciones sugeridas, permitiendo entender bien la intención del estudiante.
Uso de Referencias Académicas	No se mencionan fuentes académicas ni autores relevantes.	Menciona algunas fuentes o autores, pero de forma superficial y sin conexión clara con el tema tratado.	Cita algunos autores relevantes y los vincula parcialmente al contexto del tema, pero sin desarrollar sus ideas a fondo.	Cita autores clave de forma precisa e integra sus ideas de manera coherente y relevante al tema tratado.
Vinculación con Investigaciones Relevantes	No se hace referencia a investigaciones o estudios previos.	Menciona investigaciones, pero sin hacer un vínculo claro con las acciones o el tema planteado.	Referencia investigaciones previas, pero la relación con las propuestas o el contexto es superficial o incompleta.	Integra investigaciones académicas relevantes, vinculándolas eficazmente con sus propuestas y contextualizándolas dentro del marco del tema.
Cohesión de la Argumentación	La respuesta carece de coherencia o presenta ideas sueltas sin conexión entre ellas.	La respuesta contiene cierta cohesión, pero las ideas no están completamente conectadas o	La respuesta es coherente y muestra una estructura lógica, aunque algunas ideas podrían estar	La respuesta es coherente y bien estructurada; las ideas están claramente interrelacionadas y desarrolladas,

		desarrolladas de manera consistente.	más interrelacionadas o mejor desarrolladas.	mostrando una argumentación integral y fundamentada.
--	--	--------------------------------------	--	--

Tomada y adaptada de *Adaptada de Arenas y Gómez, 2013.*

La rejilla para evaluar con base en la prueba de Halpern es una herramienta que mide la calidad de la argumentación de los estudiantes en función de cuatro criterios principales: claridad, uso de evidencia, cohesión y estructura lógica. Cada uno de estos criterios se evalúa en niveles de desempeño, divididos en una escala del 1 al 4 o similar, donde el nivel más bajo indica un desempeño deficiente y el más alto indica un desempeño excelente.

8.8 APLICACIÓN AL PROBLEMA

En la plataforma educativa nearpod, se crean y desarrollan diversas actividades en las que se incluyen juegos, cuestionarios con preguntas abiertas y cerradas, videos y fotos en la galería con el fin de que los estudiantes ingresen y exploren las diversas funciones que esta plataforma ofrece.

Para acceder a la plataforma nearpod y desarrollar las actividades

Es necesario Ingreso con perfil de estudiante link: <https://nearpod.com/student/>

Tabla 11. Actividades para estudiantes recurso educativo.

Relación ABP	Actividad	Código
Situación problema	1	4JY8H
	2	HE8ZQ
¿Cuáles son los problemas?	3	A8UFM
	4	ALMVZ
Conocimientos previos	5	67Q8R
¿Qué se debe aprender?	6	8D9C3
Recursos de aprendizaje	7	TCLAW
Evaluación de lo aprendido (prueba de salida)	8	P7YUF
Aplicación al problema	9	254HN
Apoyos pedagógicos y didácticos (videos,	Apoyo aprendizaje	Video funcionamiento PTAR U3EGM

juegos, simulador PhET y presentación canva).		Video Oxígeno disuelto K245X Video funcionamiento de PTAP H7TIQ Presentación canva 7XRJG Juego relacionar parejas XBP79 Simulador PhET escala pH V6ABX
Galería de fotos	Fotos actividades hechas con los estudiantes	RT9BM L3IDC 52NSC KCV5W

Elaboración propia.

Al finalizar todas las fases de la metodología ABP, se lleva a cabo la recolección de datos. Además, toda la información derivada de las respuestas a las actividades planteadas es recopilada para su análisis posterior, con el objetivo de identificar posibles mejoras que puedan aplicarse y convertir los recursos utilizados en herramientas más eficaces.

En la tabla 10 se mencionan como se relaciona la metodología ABP, los objetivos de esta investigación, así como a estrategia pedagógica usada en cada fase.

Tabla 12. Metodología de ABP aplicada a la presente investigación.

Metodología de aprendizaje basado en problemas	Fases del ABP	Objetivos	Estrategia pedagógica
	Situación Problema.	Objetivos Específico 1 Caracterizar los niveles de argumentación de los estudiantes de grado undécimo del Colegio Institución Educativa Técnica La Chamba a partir de la problemática sobre la potabilización del agua y los recursos educativos digitales.	Se realiza un formulario de Google forms el cual fue validado por la profesional Mercy Viasus, el cual contaba con 35 preguntas discriminadas en 4 apartados: Conocimientos sobre el ABP (9 preguntas) Conocimiento sobre parámetros físicos y químicos del agua. (5 preguntas)

			<p>Conocimientos sobre agua, potabilización y calidad de vida (15 preguntas)</p> <p>Conocimientos sobre RED (6 preguntas)</p> <p>Dando cumplimiento a lo planteado en el objetivo general se realizan las siguientes actividades con los estudiantes: la caracterización en la cual se realizan las preguntas relacionadas al ABP con el fin de conocer que entienden con base a su experiencia académica características como: concepto estructura metodológica, como puede esta metodología de enseñanza y aprendizaje mejorar su nivel educativo, al igual que se realizan preguntas relacionadas directamente con parámetros y características del agua potable y factores importantes que influyen en la calidad del agua, como influyen los recursos educativos en la educación hoy en día.</p>
	<p>1. ¿Cuáles son los problemas?</p>	<p>Objetivos Específico 2. Relacionar los parámetros fisicoquímicos del agua potable con las técnicas pH, Dureza, Cloro residual, Conductividad eléctrica, Oxígeno disuelto y Nitritos con el fin de determinar el cumplimiento de la normatividad con respecto a la calidad del agua en suministros de consumo humano.</p>	<p>Se realiza a los estudiantes instrucción del uso y manejo de los kits suministrados por la universidad pedagógica nacional, se les explica para que se usa cada uno de estos y que parámetro del agua se busca analizar, se les menciona el correcto manejo de los kits y precaución con las sustancias químicas que se usan al momento del análisis</p>

			así como el uso de los elementos de protección personal, se les da a conocer que implicaciones a la salud se pueden presentar si el agua de consumo humano no cumple con las características fisicoquímicas adecuadas y se procede a realizar toma de las muestras.
	2. Conocimiento previo	Objetivos Específico 3. Diseñar e implementar un recurso educativo digital (RED) para identificar los niveles de argumentación desde la problemática de la potabilización del agua.	Con base a la información obtenida de la caracterización se crea contenido para el recurso educativo digital, el cual permitirá desde esta identificar los niveles de argumentación, para esto se usan diversas herramientas digitales.
	3. ¿Qué se debe aprender?		
	4. Recursos de aprendizaje		
	5. Evaluación de lo aprendido	OBJETIVO Objetivo general Identificar el nivel de la habilidad argumentativa en estudiantes de grado undécimo del Colegio Institución Educativa Técnica La Chamba a partir de la problemática sobre la potabilización del agua usando un recurso educativo digital.	Dando cumplimiento al objetivo general, se realiza análisis a las preguntas y actividades realizadas por los estudiantes, con el cual se logra evidenciar el nivel de argumentación.
	6. Aplicación al problema.		

Elaboración propia.

9 RESULTADOS Y ANALISIS DE RESULTADOS

Al realizar la revisión de los resultados con base en los valores obtenidos por los 26 estudiantes en la rejilla, se llevó a cabo una comparación entre las respuestas obtenidas en la caracterización pretest y aquellas correspondientes a la prueba de salida postest. A nivel general, se logró identificar que en el criterio Claridad de la Propuesta, la mayoría de los estudiantes se ubica en los niveles Medio (3) y Básico (2), con algunos en el nivel Bajo (1). Esto indica que, aunque las propuestas suelen ser comprensibles y específicas, carecen de detalle o desarrollo suficiente. La fortaleza principal radica en que los estudiantes logran formular ideas claras y entendibles. Sin embargo, es necesario trabajar en la elaboración de propuestas más completas y

detalladas. para lo cual se pueden implementar estrategias como guías estructuradas de redacción.

Respecto al Uso de Referencias Académicas (Autores), predominan los niveles Bajo (1) y Básico (2). Esto refleja una dificultad significativa para citar autores relevantes e integrar sus ideas de manera coherente en las respuestas. Aunque algunos estudiantes demuestran un conocimiento básico de la importancia de citar, la mayoría necesita apoyo en la búsqueda, manejo e integración de fuentes académicas. Una solución podría ser la realización de talleres específicos sobre manejo bibliográfico y ejercicios prácticos de citación.

El criterio de Vinculación con Investigaciones Relevantes presenta las puntuaciones más bajas en general, con una mayoría en el nivel Bajo (1) y algunos estudiantes en el nivel Básico (2). Esto sugiere una dificultad notable para relacionar las respuestas con investigaciones previas de manera crítica y efectiva. Aunque algunos estudiantes comienzan a mencionar investigaciones, estas referencias son superficiales. Para mejorar, sería necesario fomentar habilidades en la búsqueda e integración de estudios relevantes, así como actividades prácticas que promuevan el análisis crítico de investigaciones académicas, con acceso a bases de datos confiables.

En cuanto a la Cohesión de la Argumentación, la mayoría de los estudiantes se encuentra en los niveles Medio (3) y Alto (4). Esto demuestra que tienen una buena capacidad para estructurar sus ideas de manera lógica y coherente. Este criterio es el mejor valorado, lo que indica una fortaleza en la construcción de respuestas bien organizadas. No obstante, algunos estudiantes deben mejorar la conexión más fluida entre sus ideas y el desarrollo integral de sus argumentos.

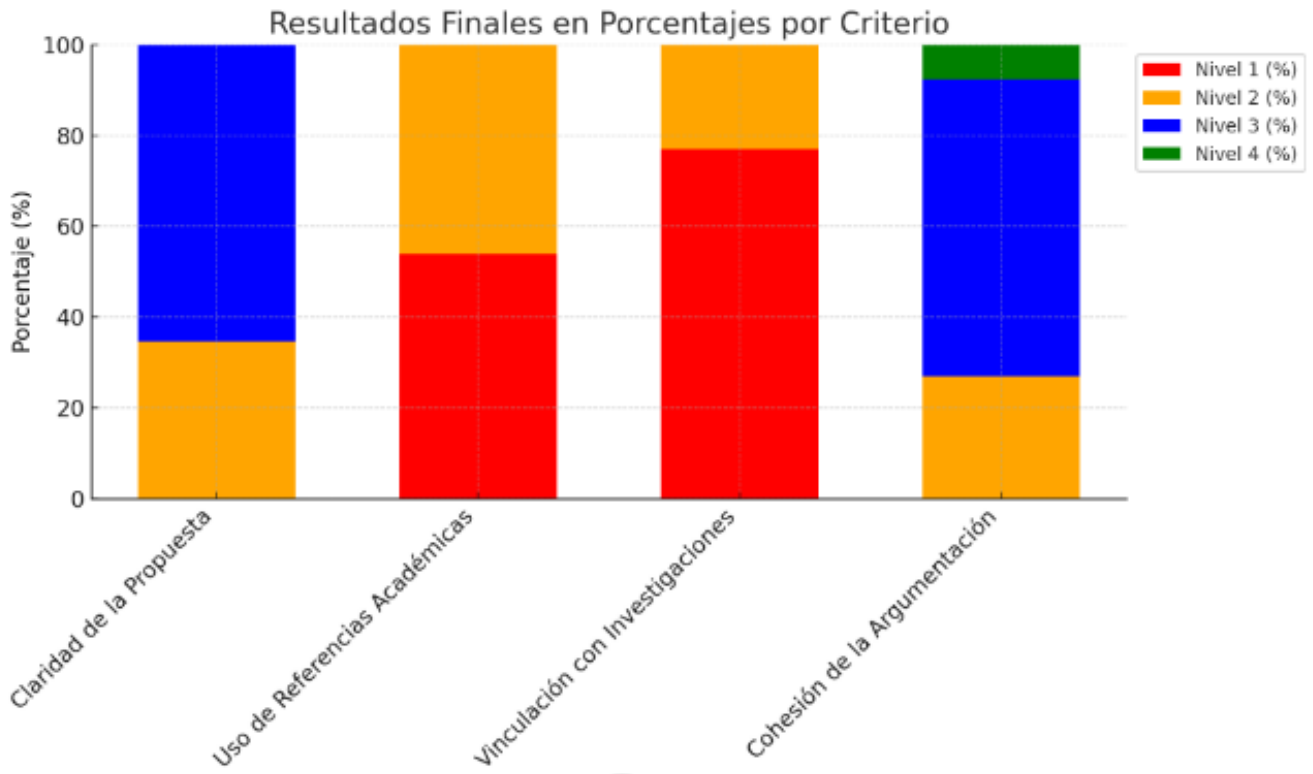
Tabla 13. Porcentaje Evaluado.

Criterio	Nivel 1 (%)	Nivel 2 (%)	Nivel 3 (%)	Nivel 4 (%)
Claridad de la Propuesta	0.00%	34.62%	65.38%	0.00%
Uso de Referencias Académicas	53.85%	46.15%	0.00%	0.00%

Vinculación con Investigaciones	76.92%	23.08%	0.00%	0.00%
Cohesión de la Argumentación	0.00%	26.92%	65.38%	7.69%

Elaboración propia.

Gráfico 2. Criterios vs nivel de argumentación.



elaboración propia.

En la fase 1 del ABP denominada Situación del problema, se identificaron por medio de la caracterización aspectos relevantes relacionados con el conocimiento sobre el ABP, donde, al analizar las respuestas de los estudiantes sobre las medidas para reducir la contaminación del agua, se observa una evolución en la calidad de sus argumentaciones. Inicialmente, las respuestas tienden a ser simples y carecen de una base sólida, mostrando una comprensión general del tema, pero con un enfoque limitado en la implementación de soluciones efectivas. Por ejemplo,

respuestas como "antes no" o "no sé" reflejan una falta de conciencia o conocimiento previo sobre este. al preguntar:

Pregunta 6. ¿Qué beneficios considera que aporta el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP)?

El total de los estudiantes se limitan a responder que no tienen conocimiento o sus respuestas están lejos de reconocer los beneficios del ABP a la educación con forme a lo mencionado se evidencia que estos nunca han desarrollado alguna actividad académica relacionada a metodología o si han realizado alguna, no lograron identificar las diferentes fases de la metodología.

En cuanto a las preguntas relacionadas a las problemáticas con los parámetros fisicoquímicos del agua, se evidencia un conocimiento nulo esto puede ser indicativo de la falta de sensibilización ambiental o de un conocimiento limitado sobre las técnicas de purificación y conservación del agua, por lo cual un nivel bajo de argumentación, caracterizado por respuestas cortas incluso al pedir justificación de las respuestas, es evidente

A nivel general, se observa que, a medida que los estudiantes avanzan en el cuestionario, sus respuestas se tornan más detalladas y específicas, incorporando tanto medidas individuales como colectivas para enfrentar el problema de la contaminación del agua. Esto sugiere que los estudiantes, aunque inicialmente carecían de un conocimiento profundo sobre la temática, han logrado integrar conceptos clave relacionados con la protección y purificación del agua, probablemente gracias a la sensibilización y a la educación ambiental proporcionada a lo largo del proceso de aprendizaje.

Se tienen como ejemplos las preguntas

7. ¿Qué dificultades cree que encontrará al trabajar con el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP)?

Antes de la implementación del recurso educativo digital, el estudiante menciona que el ABP es "difícil", lo que indica una comprensión limitada de los desafíos específicos del método. Esta respuesta refleja lo que autores como (Maturana, 1999) describen como una resistencia al cambio en la forma de aprender, lo cual es una barrera común cuando los estudiantes enfrentan nuevas metodologías. Sin embargo, la respuesta es vaga y no proporciona detalles que permitan evaluar el alcance de las dificultades

percibidas, ni menciona aspectos más específicos como la coordinación o la selección de problemas, señalados por (Hernando, 2016).

8. ¿Qué entiende por calidad del agua?

el estudiante menciona únicamente "agua en buen estado." En esta afirmación no es no específica qué condiciones o características se consideran para que el agua esté en "buen estado." Según (OMS, Guías para la calidad del agua potable, 2017) la calidad del agua se evalúa en función de características físicas, químicas y biológicas, las cuales deben ser consideradas para definir si el agua es adecuada para diferentes usos, especialmente para consumo humano. La falta de precisión en la respuesta del estudiante indica un bajo nivel de argumentación inicial, ya que no incluye detalles sobre los aspectos evaluados para determinar la calidad del agua ni menciona los estándares específicos que se deben cumplir, tal como se establece en la Resolución 2115 de 2007.

En cuanto a los conocimientos respecto a potabilización y calidad de agua se toma, hay una tendencia por parte de los estudiantes a reconocer que el agua de su región no es apta para el consumo, pero que aun así, se acepta al no tener otra opción, usan otras fuentes como consumir agua de envase, lo que genera impacto negativo a la economía de las familias y en otros casos consumirla si tratamiento previo con conocimiento de que se puede presentar alguna enfermedad, se puede inferir que es de conocimiento de la población general que el agua de suministro no es apta para consumo humano.

13. ¿Conoce los análisis que se le realizan al agua para determinar su calidad? Si / No. Justifique su respuesta.

Al comienzo, el estudiante muestra una falta de conocimiento sobre los análisis realizados al agua ya que responde "no se". Esta respuesta refleja una comprensión generalizada del tema sin detalles sobre los procedimientos técnicos o los parámetros utilizados en la evaluación de la calidad del agua. En este caso, el estudiante probablemente no ha sido expuesto a información sobre los análisis físico-químicos y microbiológicos necesarios para garantizar la potabilidad del agua. En la respuesta final, el estudiante menciona varios parámetros clave que se analizan en el agua para determinar su calidad: pH, oxígeno, nitrógeno y dureza. Esta respuesta muestra un progreso importante, ya que está incorporando componentes fundamentales en el análisis de la calidad del agua.

Sin embargo su respuesta carece de profundidad, solo se limita a enlistar una serie de terminus que posiblemente no conoce o no puede asociar a su contexto.

En la pregunta 19. ¿Qué enfermedades ha sufrido al consumir agua?

10 de los encuestados mencionan haber presentado enfermedades como gastroenteritis, diarrea y malestar general, posibles problemas relacionados con la salud derivados de la calidad del agua, Este tipo de afecciones, directamente vinculadas con el agua contaminada en la misma medida que las enfermedades gastrointestinales como la diarrea, lo cual contrasta con lo mencionado por (OMS, Guías para la calidad del agua potable, 2017) esta enfermedad puede estar asociadas con una ingesta inadecuada de agua o el consumo de agua no potable, lo cual puede afectar el sistema urinario. Si bien la diarrea se asocia más comúnmente con el consumo de agua contaminada, es importante destacar que una hidratación adecuada es clave para evitar problemas de salud más amplios, como infecciones urinarias y trastornos renales, que pueden prevenirse con un adecuado consumo de agua potable.

Respecto al uso de recursos educativos digitales, el mayor inconveniente de la vereda es la inestabilidad del flujo eléctrico, lo cual se experimentó durante la implementación durante realización de esta investigación, ya que por aproximadamente 2 hora la vereda perdió su flujo eléctrico, esto sumado a que la cobertura de la red de internet fue muy inestable, esto también lo mencionan los mismos estudiantes, ya que el colegio cuenta con red de internet pero la disponibilidad y el uso de la misma está sujeto al flujo de la red otro factor importante es la disponibilidad económica para acceder a la tecnología.

A la pregunta ¿Qué medidas cree que se pueden tomar para mejorar la calidad del agua en su comunidad?

Los estudiantes reconocen la deficiencia en el suministro como ejemplo el estudiante 1 responde a la pregunta

Que es necesario la construcción de la planta de tratamiento y que es importante no arrojar basura a los ríos. Aunque carece de argumentos técnicos, se evidencia interés por aprender, factor de gran relevancia en la metodología ABP, donde el estudiante debe tener interés por buscar soluciones a determinado problema.

Se evidencia que a los estudiantes se les dificulta la adaptación a la nueva metodología ABP, ya acostumbrados a la educación tradicional, en vista de

que siempre se requería de la total supervisión del docente durante todas las actividades lo cual genera un cambio en el rol y una dependencia a la orientación del mismo para la resolución de actividades, muchos conceptos teóricos son de total desconocimiento por los estudiantes, estos a su vez no le han dado importancia, ya que lo ven como algo ajeno a su cotidianidad, pero una vez se les realiza orientación buscando encontrar la mayor relación entre dichos conceptos con su cotidianidad, se logro una mayor recepción de la información brinda.

Anexo Excel tabla análisis respuestas de los estudiantes pre y pos test:
[excel análisis estudiantes.xlsx](#)

9.1 ANALISIS FISICOQUIMICOS DE MUESTRAS

Para la determinación de la temperatura, pH, conductividad y oxígeno disuelto se usa el Medidor Electroquímico Senso Direct 150

Marca: LOVIBOND®

Modelo: SensoDirect 150 Set pH/Con/TDS

La disponibilidad de este equipo portátil fue gestionada mediante una solicitud al departamento de química y al área de laboratorios de la Universidad Pedagógica Nacional (UPN). Este instrumento resulta óptimo para medir diversos parámetros de calidad del agua, incluyendo pH, conductividad, temperatura y oxígeno disuelto. Equipado con pilas, un electrodo de pH, un sensor de temperatura, una sonda de conductividad y un conjunto de tampones de pH 4.00/7.00, ofrece resultados de alta precisión. Además, su manual de instrucciones y el maletín de transporte facilitan su uso en el campo, donde se requieren mediciones inmediatas debido a la naturaleza sensible de algunas variables de la muestra, cuya preservación no es posible sin alteraciones, según las normativas vigentes. Como señala (Giraldo G. , 1995) para ciertos componentes o características que pueden cambiar rápidamente tras la recolección, como gases disueltos, cloro residual, sulfuros solubles, temperatura, pH y oxígeno disuelto, los análisis deben realizarse de forma inmediata tras la obtención de la muestra.



Elaboración propia: Medidor Electroquímico Senso Direct 150 Kit Universidad Pedagógica Nacional.

Para los análisis de Cloruros, Nitritos y Dureza. Se utilizan los kits Hanna

Cloruros HI3815

Nitritos HI 3873

Dureza HI3812

Los resultados de dichos analisis se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 13. Resultado de análisis kit universidad pedagógica nacional.

parámetro	Valor
Temperatura	32 C
Conductividad	0,542 mS/cm
Oxígeno disuelto	12,52 mg/L
Dureza	60 mg/L
Cloruros	250 mg/L
pH	6,5
Nitritos	0,0 mg/L

Elaboración propia

Todos los parámetros analizados están dentro de la norma colombiana, a excepción del oxígeno disuelto, el cual puede afectar la fauna y flora acuática.

9.2 CONCLUSIONES

En el presente trabajo como objetivo principal se identifica el nivel de argumentación de los estudiantes lo cual se hizo de forma apropiada,

Con base a los análisis realizados, se demuestra que los estudiantes tienen mejores resultados en Cohesión de la Argumentación y Claridad de la Propuesta, pero presentan dificultades significativas en el Uso de Referencias Académicas y especialmente en la Vinculación con Investigaciones Relevantes.

La implementación del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) ha demostrado ser una metodología efectiva en cuanto a captar la atención de los estudiantes con problemáticas controversiales, de su interés o la cotidianidad, especialmente cuando se aplica en contextos donde se requiere el análisis y resolución de situaciones complejas. En este estudio, se ha observado el nivel de argumentación de los estudiantes de grado undécimo del colegio Institución Educativa Técnica La Chamba y de primer semestre de la licenciatura en química de la Universidad Pedagógica Nacional, con los cuales se logra cada uno de los objetivos planteados comenzando por la caracterización inicial de conocimientos, posteriormente por análisis de algunos parámetros fisicoquímicos del agua potable, diseño y adaptación del contenido educativo el recurso educativo digital, dando por alcanzado el objetivo general, por medio de la implementación la estructuración de actividades bajo el enfoque del ABP respecto a la problemática de agua potable en La vereda La Chamba.

Los hallazgos también sugieren que la utilización de entornos digitales para el aprendizaje basado en problemas potencia la autoeficacia y la capacidad de autodirección en los estudiantes, aunque el cambio entre la educación tradicional al ABP requiere de mayor tiempo de inmersión, para que la adaptación al cambio se logre.

En un análisis global, los estudiantes muestran fortalezas en la cohesión argumentativa y en la claridad de sus propuestas, aunque estas carecen de profundidad y desarrollo. Las áreas críticas de mejora se centran en el uso de referencias académicas y la vinculación con investigaciones relevantes,

donde las puntuaciones son considerablemente bajas. Esto puede deberse a una falta de formación en el manejo de fuentes y en la integración de conceptos externos.

Es necesario que, al enfrentarse a problemas de la vida real, se busque y seleccione información de manera autónoma. Estos resultados se alinean con estudios previos que destacan al ABP como una metodología que fomenta la participación, mejorando, además, el trabajo en equipo y las habilidades de comunicación, componentes esenciales en el desarrollo del pensamiento crítico y la argumentación efectiva (Ayala & Ayala, 2017), para lo cual se mencionan algunas sugerencias que permitirán a los planteles educativos abordar características propias de la argumentación de forma correcta y mejorar así esta habilidad en sus estudiantes.

Según los análisis realizados con los kits, las características fisicoquímicas del agua de la vereda en cuanto cloruros, nitritos, dureza, pH, conductividad y oxígeno disuelto, en primer instancia cumplen con los estándares de la resolución 2115 de 2007, cabe resaltar que la complejidad de los análisis, pueden verse afectados por diversas variables que no se controlaron durante las pruebas, por ejemplo el lugar de donde se obtienen la muestra, los recipientes donde fue contenida, el tiempo de contacto del agua para la muestra en el tanque de almacenamiento.

9.3 RECOMENDACIONES

Algunos estudiantes muestran respuestas limitadas o superficiales, lo que indica la necesidad de fortalecer ciertos aspectos del proceso de enseñanza. En particular, es importante que los docentes guíen a los estudiantes para profundizar en sus respuestas, analizando no solo el qué, sino el cómo y el porqué de cada solución propuesta. (Duarte, Cubillos, & Zapata, 2014) el aprendizaje basado en problemas requiere una orientación adecuada para maximizar los resultados esperados, lo cual exige que los estudiantes comprendan los fundamentos y consecuencias de sus respuestas, permitiendo una argumentación que evidencie análisis crítico y fundamentación teórica, por lo cual es recomendable que el tiempo de inmersión sea el mayor posible, y que se repasen temas en los cuales los estudiantes tengan desconocimiento para evitar vacíos conceptuales.

Para abordar estas debilidades, se sugieren varias estrategias de intervención:

Capacitación en habilidades de investigación, incluyendo talleres sobre búsqueda, manejo de referencias bibliográficas y análisis de estudios relevantes, fomentar habilidades en la búsqueda e integración de estudios

relevantes, así como actividades prácticas que promuevan el análisis crítico de investigaciones académicas, con acceso a bases de datos confiables.

Actividades guiadas de redacción, utilizando ejemplos prácticos y proporcionando retroalimentación personalizada. talleres de pensamiento crítico, enfocados en la evaluación de evidencias y el fortalecimiento de la argumentación fundamentada.

Guías estructuradas de redacción.

La realización de talleres específicos sobre manejo bibliográfico y ejercicios prácticos de citación.

En cuanto a los análisis fisicoquímicos, se recomienda, realizar curvas de estandarización, usar blancos y comparar con otras pruebas analíticas directamente en un laboratorio.

11 ANEXOS

11.1 ANEXO 1 LINK CARACTERIZACIÓN

<https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLScMHmZybuBHw2Mol2ecJrFRH2-K61rcfSw-8VVT8uh-EzY3KQ/viewform?usp=sharing>

11.2 PREGUNTAS DE CARACTERIZACIÓN

Caracterización. Investigación UPN

La presente encuesta de caracterización tiene como objeto recolectar e identificar las ideas previas relacionadas con el desarrollo de la habilidad argumentativa, potabilización del agua y conocimientos sobre los recursos educativos digitales. La información obtenida por medio de esta caracterización será tratada con fines académicos haciendo parte en el desarrollo de esta investigación.

* Indica que la pregunta es obligatoria

Correo *

Genero *

- Masculino
- Femenino
- Otro: _____

Edad *

Grado y curso. *

1. ¿cuáles de las siguientes acciones ha desarrollado en alguna materia para abordar un tema en particular? Puede marcar más de una opción. *

- Propiciar el trabajo cooperativo.
- Desarrollar habilidades para el aprendizaje autónomo.
- Fomentar la responsabilidad y la cooperación.
- estimular la búsqueda de información.
- Construir de manera autónoma el conocimiento.
- Desarrollar habilidades investigativas (análizar, sintetizar, comparar, abstraer, generalizar, observar, describir, comparar, definir, caracterizar, explicar, argumentar, demostrar, valorar, clasificar, ordenar, modelar y comprender problemas)
- Creación de relaciones de cooperación
- Sentido de pertenencia entre los miembros que integran el equipo de trabajo.

2. ¿Qué conoce sobre la metodología de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP)? *

3. ¿Ha participado en alguna actividad donde le informen que es la metodología llamada Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) en su colegio? Si / No. Justifique su respuesta. *

4. ¿Cuál de los siguientes conceptos, cree que define de mejor manera la metodología de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP)? *

- a. Es la metodología que estudia, analiza, promueve y depura al método, el cual se multiplica y particulariza en cada rama científica.
- b. Es una metodología organizada en acciones estratégicas de solución de un problema que favorece el aprendizaje autónomo de los nuevos contenidos, el proceso investigación en la búsqueda de la información y la reflexión crítica sobre los resultados y los procedimientos seguidos por el estudiante para alcanzar el resultado esperado.
- c. Es un método de aprendizaje basado en el principio de usar problemas como punto de partida para la adquisición e integración de los nuevos conocimientos, donde la solución de problemas es el motor impulsor del aprendizaje.
- d. Es una técnica de enseñanza, caracterizada por promover el aprendizaje autónomo y el pensamiento crítico

d. Es una técnica de enseñanza, caracterizada por promover el aprendizaje autónomo y el pensamiento crítico orientado a la resolución de problemas generando la clave del éxito.

5. Justifique la respuesta seleccionada en la pregunta anterior (4) *

6. ¿Qué beneficios considera que aporta el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP)? *

7. ¿Qué dificultades cree que encontrará al trabajar con el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP)? *

8. ¿Cómo cree que el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) puede ayudar a desarrollar la argumentación? *

9. ¿Qué papel juega el docente en el aprendizaje basado en problemas? *

10. ¿Cree que se puede mejorar su rendimiento académico al implementar el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) en tu colegio? justifique su respuesta. *

11. ¿Qué entiende por calidad del agua? *

12. ¿Conoce si su comunidad cuenta con Planta de tratamiento de agua para potabilizarla? Si / No. Justifique su respuesta. *

13. ¿Conoce los análisis que se le realizan al agua para determinar su calidad? Si / No. Justifique su respuesta. *

14. ¿Que entiende por parámetro fisicoquímico para determinar la calidad de agua? *

15. ¿Cuáles cree que son los parámetros *
físicoquímicos más importantes para
determinar la calidad del agua? Enúncialos

16. ¿Cuál es la importancia de conservar *
los recursos hídricos en su región?

17. ¿Qué beneficios cree que aporta el *
consumo de agua para la salud?

18. ¿Qué importancia le da al consumo de *
agua en su vida diaria?

19. ¿Qué enfermedades ha sufrido al consumir agua? *

20. ¿Qué enfermedades cree que se pueden prevenir al consumir agua? *

21. ¿De dónde se obtiene el agua para su consumo diario (familia)? *

22. ¿Sabe de qué manera se potabiliza el agua que se consume en su comunidad? *

27. Describa, ¿Cómo realiza la desinfección del agua que utiliza en su hogar? *

28. ¿Considera que el agua que llega a su casa esta libre de contaminates? Si / No. justifique su respuesta *

29. ¿Cómo cree que se puede reducir la contaminación en el agua que consume? *

30. ¿Qué acciones legales considera que se deben aplicar para garantizar el acceso a agua potable para todos? *

23. ¿Considera importante que el agua que consume sea potable? Si / No. justifique su respuesta. *

24. ¿Qué medidas cree que se pueden tomar para mejorar la calidad del agua en su comunidad? *

25. ¿Qué sabe acerca de la contaminación del agua en su entorno? *

26. ¿Qué comprende sobre la desinfección del agua para eliminar microorganismos? *


31. ¿Que es un Recurso Educativo Digital (RED)? *

32. mencione ¿Que Recurso Educativo Digital (RED) usa frecuentemente?. *

33. ¿Que ventajas ofrecen los Recursos Educativos Digitales (RED) en su proceso educativo? *

34. ¿Cuáles son los desafíos en la implementación de Recursos Educativos Digitales (RED) su comunidad? *

35. ¿Que desventajas cree que se pueden presentar al usar los Recursos Educativos Digitalled (RED)? *

 Página 1 de 1

[Borrar formulario](#)

Nunca envíes contraseñas a través de Formularios de Google.

Este contenido no ha sido creado ni aprobado por Google. - [Términos del Servicio](#) - [Política de Privacidad](#)

Does this form look suspicious? [Informe](#)

Google Formularios

11.3 ANEXO 2 LINK PRUEBA DE SALIDA

<https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSfcpmENjigmWiEW37rCYq4LhOZL6moxFxWXC1uPNgbKEUEULw/viewform?usp=sharing>

11.4 PRUEBA DE SALIDA

Prueba de salida Investigación UPN

La presente encuesta de salida tiene como objeto recolectar e identificar las ideas y percepción final relacionadas con el desarrollo de la habilidad argumentativa, potabilización del agua y conocimientos sobre los recursos educativos digitales. La información obtenida por medio de esta caracterización será tratada con fines académicos haciendo parte en el desarrollo de esta investigación.

* Indica que la pregunta es obligatoria

Correo *

Genero *

- Masculino
 Femenino

Genero *

- Masculino
 Femenino
 Otro: _____

Edad *

Grado y curso. *

1. ¿cuáles de las siguientes acciones ha desarrollado en alguna materia para abordar un tema en particular? Puede marcar más de una opción. *

- Propiciar el trabajo cooperativo.
- Desarrollar habilidades para el aprendizaje autónomo.
- Fomentar la responsabilidad y la cooperación.
- estimular la búsqueda de información.
- Construir de manera autónoma el conocimiento.
- Desarrollar habilidades investigativas (análizar, sintetizar, comparar, abstraer, generalizar, observar, describir, comparar, definir, caracterizar, explicar, argumentar, demostrar, valorar, clasificar, ordenar, modelar y comprender problemas)
- Creación de relaciones de cooperación
- Sentido de pertenencia entre los miembros que integran el equipo de trabajo.

2. ¿Qué conoce sobre la metodología de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP)? *

3. ¿Ha participado en alguna actividad donde le informen que es la metodología llamada Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) en su colegio? Si / No. Justifique su respuesta. *

4. ¿Cuál de los siguientes conceptos, cree que define de mejor manera la metodología de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP)? *

- a. Es la metodología que estudia, analiza, promueve y depura al método, el cual se multiplica y particulariza en cada rama científica.
- b. Es una metodología organizada en acciones estratégicas de solución de un problema que favorece el aprendizaje autónomo de los nuevos contenidos, el proceso investigación en la búsqueda de la información y la reflexión crítica sobre los resultados y los procedimientos seguidos por el estudiante para alcanzar el resultado esperado.
- c. Es un método de aprendizaje basado en el principio de usar problemas como punto de partida para la adquisición e integración de los nuevos conocimientos, donde la solución de problemas es el motor impulsor del aprendizaje.

- d. Es una técnica de enseñanza, caracterizada por promover el aprendizaje autónomo y el pensamiento crítico orientado a la resolución de problemas generando la clave del éxito.

5. Justifique la respuesta seleccionada en la pregunta anterior (4) *

6. ¿Qué beneficios considera que aporta el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP)? *

7. ¿Qué dificultades cree que encontrará al trabajar con el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP)? *

8. ¿Cómo cree que el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) puede ayudar a desarrollar la argumentación? *

9. ¿Qué papel juega el docente en el aprendizaje basado en problemas? *

10. ¿Cree que se puede mejorar su rendimiento académico al implementar el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) en tu colegio? justifique su respuesta. *

11. ¿Qué entiende por calidad del agua? *

16. ¿Cuál es la importancia de conservar los recursos hídricos en su región? *

17. ¿Qué beneficios cree que aporta el consumo de agua para la salud? *

18. ¿Qué importancia le da al consumo de agua en su vida diaria? *

12. ¿Conoce si su comunidad cuenta con Planta de tratamiento de agua para potabilizarla? Si / No. Justifique su respuesta. *

13. ¿Conoce los análisis que se le realizan al agua para determinar su calidad? Si / No. Justifique su respuesta. *

14. ¿Que entiende por parámetro fisicoquímico para determinar la calidad de agua? *

15. ¿Cuáles cree que son los parámetros fisicoquímicos más importantes para

19. ¿Qué enfermedades ha sufrido al consumir agua? *

20. ¿Qué enfermedades cree que se pueden prevenir al consumir agua? *

21. ¿De dónde se obtiene el agua para su consumo diario (familia)? *

22. ¿Sabe de qué manera se potabiliza el agua que se consume en su comunidad? *

23. ¿Considera importante que el agua que consume sea potable? Si / No. justifique su respuesta. *

24. ¿Qué medidas cree que se pueden tomar para mejorar la calidad del agua en su comunidad? *

25. ¿Qué sabe acerca de la contaminación del agua en su entorno? *

26. ¿Qué comprende sobre la desinfección del agua para eliminar microorganismos? *

27. Describa, ¿Cómo realiza la desinfección del agua que utiliza en su hogar? *

28. ¿Considera que el agua que llega a su casa esta libre de contaminantes? Si / No. justifique su respuesta *

29. ¿Cómo cree que se puede reducir la contaminación en el agua que consume? *

30. ¿Qué acciones legales considera que se deben aplicar para garantizar el acceso a agua potable para todos? *

31. ¿Que es un Recurso Educativo Digital (RED)? *

32. mencione ¿Que Recurso Educativo Digital (RED) usa frecuentemente? *

33. ¿Que ventajas ofrecen los Recursos Educativos Digitales (RED) en su proceso educativo? *

34. ¿Cuáles son los desafíos en la implementación de Recursos Educativos Digitales (RED) su comunidad? *

35. ¿Que desventajas cree que se pueden presentar al usar los Recursos Educativos Digitales (RED)? *

Página 1 de 1

Enviar

Borrar formulario

Nunca envíes contraseñas a través de Formularios de Google.

Este contenido no ha sido creado ni aprobado por Google. - [Términos del Servicio](#) - [Política de Privacidad](#)

Does this form look suspicious? [Informe](#)

Google Formularios

11.5 PLATAFORMA NEARPOD RECURSO EDUCATIVO DIGITAL 1 Y ACTIVIDADES

My Lessons

Sort by: Recent

Folders

- 1. Situación Problema (2 lessons)
- 2. ¿Cuáles son los probl... (2 lessons)
- 3. Conocimiento Previo (1 lessons)
- 4. ¿Qué se debe aprend... (1 lessons)
- 5. Recursos de aprendiz... (1 lessons)
- 6. Evaluación de lo apre... (1 lessons)
- 7. Aplicación al problema (1 lessons)
- Actividades juegos y si... (6 lessons)

Lessons

- Colegio Institución Educativa Tecn... (Nov 23, 2024 - 38 MB)
- Esquema general de una planta-po... (Nov 23, 2024 - 1 MB)
- Galeria (Nov 23, 2024 - 34 MB)
- Galeria (Jun 14, 2024 - 6 MB)
- PTAR, Floculación y Coagulación (Jun 14, 2024 - 1 MB)

¿Qué pasa con el agua? Slide 1 / 1

"El alcalde de una pequeña vereda llamada Aguaviya, informa que: "Durante décadas, nuestro suministro de agua provenía de un manantial local, pero debido a la sequía prolongada y al aumento de la demanda por el crecimiento de la población, este manantial se está agotando rápidamente. Ahora nos enfrentamos a una crisis donde el agua escasea, afectando la vida diaria respecto a la salud de nuestros residentes y poniendo en riesgo la agricultura, nuestra principal fuente de sustento. Necesitamos urgentemente encontrar nuevas fuentes de suministro de agua para abastecer a nuestra comunidad.

Como estudiante, lo invito a que, investigue y proponga soluciones viables y sostenibles para esta crisis de agua en nuestra región. Sus ideas y propuestas serán fundamentales para garantizar un futuro sostenible para Aguaviya y sus habitantes."

1. Caso Hipotetico

Lesson

daniel torrijos

Question 1 / 1

Seleccione la respuesta correcta a la siguiente pregunta. ¿Por qué los Nitritos (NO₂⁻) pueden producir Cáncer?

- A. Por que son reducidos por bacterias del organismo produciendo nitrosos, acción nitroso y este a su vez se une a aminoácidos formando Nitrosaminas, responsables de la formación Cáncer.
- B. Porque es una sustancia tóxica, que afecta al organismo, generando reacciones en cadena lo cual genera un daño irreparable en los órganos.
- C. Ya que la acumulación de una en concentraciones altas forma el ácido de nitro, que pueden generar células cancerosas.


contaminantes.PNG

daniel torrijos

Slide 1 / 1
Según el texto anterior, ¿Cuál cree es la situación problema?
Realice un esquema y escriba su respuesta. Escriba, ¿Cuál es la posible solución?

Instructions

Escribe tu respuesta aquí:



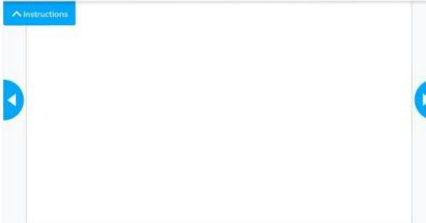
Navigation icons: back, forward, search, highlight, eraser, text, image, and a menu icon.

Responde al caso Hipotetico

Lesson
daniel torrijos

Slide 5 / 8
Del esquema titulado "Estructura de una planta de tratamiento", ¿encuentra diferencias y similitudes, con el procedimiento descrito en la respuesta anterior? Si o No, ¿por qué?

Instructions



Navigation icons: back, forward, search, highlight, eraser, text, image, and a menu icon.

¿Qué son los estandares basicos por competencias?

Lesson
daniel torrijos



- in a lesson
- CODE...
- MATERIALS
- My Lessons**
- My Profile
- Reports
- SHARED LIBRARIES
- School Library
- NEARPOD CONTENT
- Nearpod Library
- SOURCES
- Teacher Resources

My Lessons

Play Demo

Sort by:

Recent



My Lessons > Actividades juegos y simulación

Lessons

Create a Lesson

Actividad 1 parejas
danniel torrijos

Nov 23, 2024 - 1 MB

Funcionamiento de una planta de tr...
danniel torrijos

6:52

Nov 23, 2024 - 29 MB

Oxígeno Disuelto
danniel torrijos

Nov 23, 2024 - 22 MB

video proceso potabilización del ag...
danniel torrijos

2:14

Nov 23, 2024 - 8 MB

Presentación Implementación
danniel torrijos

Jun 14, 2024 - 1 MB

escala pH
danniel torrijos

May 3, 2024 - 3 MB

11.6 FOTOS VEREDA LA CHAMBA



Elaboración propia escuela primaria sede Ana María Cabezas, 2024.



Elaboración propia colegio Institución Educativa Técnica La Chamba, 2024.



Elaboración propia sistema tanque elevado o por gravedad, 2024.

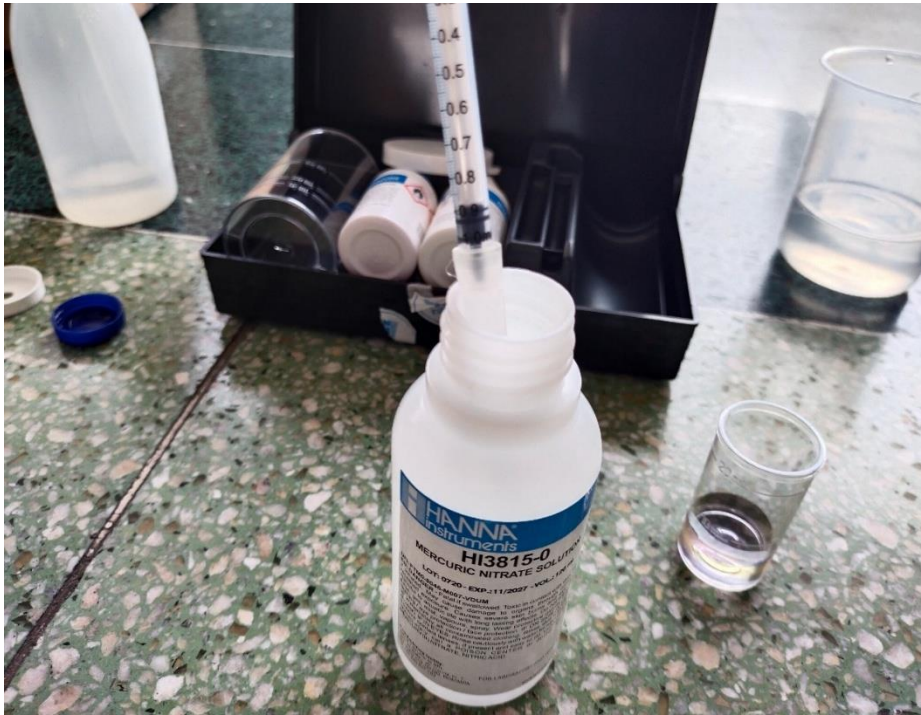


Rio magdalena, puerto Chapetón en la vereda La Chamba

11.7 KITS ANÁLISIS



Determinación de nitritos



Determinación de cloruros

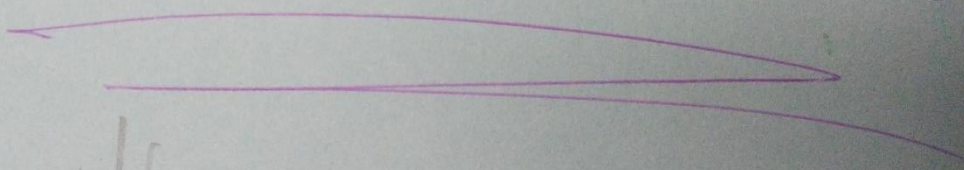
11.8 FORMATOS TRATAMIENTO DE DATOS CONSENTIMIENTO INFORMADO MENORES DE EDAD

Información del Curso - Fecha: 18/04/24 09:50		Sede:	LA CHAMBA	Jornada:	Única	Grupo:	Once - 01
		Año Lectivo:	2024	Nivel:	4	Fecha:	18/04/2024
Cod.	Documento	Nombres					
02	1108931527	AVILES PRADA LAURA ALEJANDRA	OK				
03	1108931037	CARDENAS SANCHEZ MARIA JOSE					N/A
04	1108932062	CARDENAS SANCHEZ NICOLAS DAVID	no vino a entrega permitida				
05	1141321818	DUSSAN CORTES SEBASTIAN	no vino a entrega permitida				
06	1108931904	FORERO CALDERON EDNA DAYANA	OK				
07	1146334553	GELVEZ MORANTES KARINE ALEXANDRA	OK				
08	1105750542	GUEVARA OTAVO YOHAN HARBEY	no entrega permitida				
09	1010841696	MARTINEZ MONCALEANO KEIRA SOFIA	OK				
10	1105678943	MARTINEZ PARRA EVELIN XIMENA	no entrega permitida				
11	1105750369	MONCALEANO POSADA CLAUDIA NIKOL	OK				
12	1105750205	MONCALEANO POSADA DUVAN ANDREY	OK				
13	1188963668	MONCALEANO RODRIGUEZ SIMON ANDRES	OK				
14	1108931715	OSPINA HOMEZ ANDRES FELIPE	OK				
15	1023526876	PINEDA ANZOLA PAULA ANDREA	OK				
16	1111123997	POSADA MEDINA EYLIN ANDREA					N/A
17	1111123201	RODRIGUEZ QUIMBAYO LUZ VANESSA	OK				
18	1110262481	SANCHEZ ARIAS MARIA ALEJANDRA	OK				
19	1110262480	SANCHEZ ARIAS MARIA CAMILA	OK				
20	1108930568	SANDOVAL SANDOVAL SANDRA	OK				
21	1108930142	VASQUEZ OTAVO WILLIAN ESNEYDER	no entrega permitida				
22	1105750517	VILLANUEVA LONDOÑO LEIDY YOHANA	no entrega permitida				

¿a donde va el agua contaminada de su casa?

Va a un Tanque subteraneo al pie de la casa

A un tanque Profundo
al lado del no.



William Ojano
W

un tanque profundo.

¿a donde va el agua contaminada de su casa?

Va a un Tanque subteraneo al pie de la casa

¿a donde va el agua contaminada de
mi casa?
Rta: a los rios donde se desemboca
las aguas sucias


Andres Felipe 1.3

¿a donde va el agua

11.10 RECURSO DIGITAL CANVA


Link

https://www.canva.com/design/DAGFY2jmarQ/gB3P98rmbBr_WjDsbjxLcg/edit?utm_content=DAGFY2jmarQ&utm_campaign=designshare&utm_medium=link2&utm_source=sharebutton




UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
Educación de excelencia

Departamento de




Química
DQU

EXCELENTE!




Habilidad Argumentativa en Estudiantes de Grado Undécimo del Colegio Institución Educativa Técnica La Chamba a partir de la Problemática sobre la Potabilización de Agua

Daniel Ricardo Sánchez Torrijos
Código 2018115063




Centro La Chamba, 2024.



Colegio Institución Educativa Técnica La Chamba, 2024.

Situación problema



Habitantes Recolectando Agua, Guajira. Fuente Periodico El Tiempo, 2023.

Causas


- Disparidad en el acceso de agua potable a nivel municipal, en relación al resto del país, ya que en zonas rurales solo el 35% de los municipios cuentan con acueducto.
- En Colombia se da en un contexto de pobreza, desigualdad y exclusión.
- Necesidades de las comunidades sobre el servicio de acueducto y alcantarillado.
- Según (INS, 2019) para el departamento del Tolima, las enfermedades transmisibles se han incrementando en los últimos 4 años. Pasaron de 31,6 por cada 100.000 habitantes en el 2011 a 38,4 en el 2014; siendo el Dengue, Chikunguña, Zika, Leishmaniasis, las principales enfermedades presentadas.

Causas	Efectos
Contaminación de Fuentes Hídricas	Enfermedades Transmitidas por el Agua
Infraestructura Deficiente	Mortalidad Infantil
Deficiencia en la Gestión de Recursos Hídricos	Bajo Rendimiento Escolar
Desigualdades Sociales y Económicas	Impacto Económico
Corrupción y Mala Administración	Desplazamiento de Comunidades
Cambio Climático	Pobreza Persistente
Falta de Políticas Públicas Eficientes	Degradación Ambiental
Falta de Educación y Conciencia Ambiental	Conflictos Sociales
Crecimiento Poblacional	Reducción de la Calidad de Vida
Problemas Tecnológicos	Impacto en la Agricultura

Elaboración propia tomada de fuentes: López, R. (2019). González, J., & Martínez, A. (2020). Ramírez, F., & Rodríguez, L. (2021). Ramírez, M. (2021).

Efectos

- El agua utilizada para consumo humano en la vereda se obtiene de un pozo subterráneo ubicado cerca de varios cultivos.
- Aproximadamente 6,6 por cada 100.000 niños fallecieron por causas relacionadas a esta enfermedad. Se estima que, 13,3 por cada 100.000 son los niños fallecieron por infección respiratoria aguda durante ese año. (DANE, 2019).



Niños de la comunidad indígena wayú juegan en Manauare, departamento de La Guajira, en el norte de Colombia. (AP Foto/Fernando Vergara, Archivo) (ASSOCIATED PRESS)

Enfermedades asociadas a la falta de potabilización

¿Cuáles son los problemas?

Poliomielitis

Enfermedad viral que puede causar parálisis. Se transmite a través del agua contaminada con el virus de la polio. (OMS, 2020).



Foto de BAHZAD KHAN. Fuente periodico El país, 2022.

Diarrea

Una de las enfermedades más comunes causada por agua contaminada. La diarrea puede ser severa y llevar a deshidratación. Según el Ministerio de Salud de Colombia (2021), la diarrea es una de las principales causas de mortalidad infantil en áreas con falta de acceso a agua potable

Dengue

Enfermedad viral transmitida por mosquitos que se reproducen en agua estancada contaminada. (INS, 2022).



Fuente web periódico Aertatolima, 2023

Hepatitis A

Enfermedad viral que afecta el hígado. Se transmite a través de la ingestión de agua contaminada con heces de personas infectadas. (OMS, 2020).



Fuente de blog web Médicos y Pacientes, 2017.

Tifoidea

Enfermedad bacteriana causada por *Styalmoneilla typhi*. Se propaga a través del agua y alimentos contaminados. Centro para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC, 2020).



Fuente de web Reuters, 2013

Enfermedades asociadas a la falta de potabilización

Esquistosomiasis

Enfermedad parasitaria causada por gusanos planos del género *Schistosoma*. (OPS, 2019).



Fuente revista web La República, 2019.

Disentería Amebiana

Enfermedad causada por el protozoo *Entamoeba histolytica*. Provoca diarrea severa con sangre y moco. (OMS, 2020).



Recolección de agua para consumo, Fuente AFP, 2010.

Cólera

Enfermedad bacteriana que causa diarrea aguda y deshidratación extrema. Se propaga a través del agua contaminada por la bacteria *Vibrio cholerae*. (OMS, 2020).



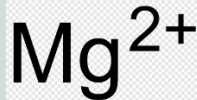
Una mujer embarazada es atendida en el hospital de MSF en Puerto Príncipe. Fuente Scott Eisen/MSF, 2007.



Fuente blog web Info Bioquímica, 2008

¿Adónde va el agua contaminada de tu casa?

Activar Windows
Ve a Configuración de Windows.



Catión Magnesio, Tomado de pneggg

Litiasis urinaria

Autores como (Giannossi, M.L., Summa, V., & Mongelli, G. 2013) Han realizado estudios que demuestran mayor incidencia de esta enfermedad en población que consume agua dura.



Fuente Top Doctors, 2010.



Catión Calcio, Tomado de pneggg

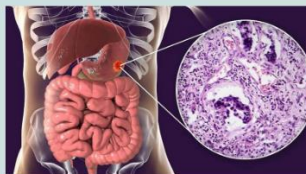
Dermatitis



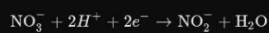
Fuente blog web Top Doctors 2019.

Cáncer

El nitrato puede convertirse en nitrito y luego en nitrosaminas, compuestos carcinogénicos. (Ward, M. 2005)



Fuente Cuidate plus 2010.



Reacción de Reducción



Fuente Breaking Bad, 2018.

Conocimiento previo

Adaptado de los Estándares Básicos por Competencias y los Derechos Básicos de Aprendizaje (DBA), Ministerio de Educación Nacional, Colombia.

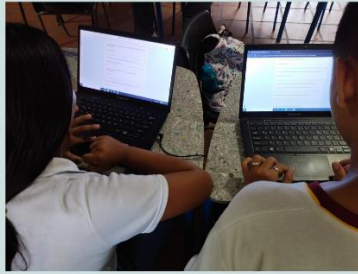
Área de Conocimiento	Competencia Requerida	Conocimientos Previos	Citas y Referencias
Estructura de la Materia	Comprender y explicar la estructura atómica y la tabla periódica, incluyendo las propiedades periódicas y su relación con la configuración electrónica.	Conocimiento de modelos atómicos (Dalton, Thomson, Rutherford, Bohr), tabla periódica básica, conceptos de protones, neutrones y electrones.	MEN (2004), "Estándares Básicos por Competencias en Ciencias Naturales"
Reacciones Químicas	Identificar, balancear y clasificar diferentes tipos de reacciones químicas (síntesis, descomposición, desplazamiento y redox).	Leyes de conservación de la masa, conceptos de reactivos y productos, ecuaciones químicas simples.	MEN (2016), "Derechos Básicos de Aprendizaje"
Estequiometría	Aplicar conceptos de estequiometría para calcular cantidades de reactivos y productos en una reacción química.	Mol, masa molar, relaciones molares, conceptos de masa y volumen.	MEN (2004), "Estándares Básicos por Competencias en Ciencias Naturales"

Química Orgánica	Reconocer y nombrar compuestos orgánicos básicos, entender sus reacciones y aplicaciones.	Nomenclatura básica de hidrocarburos, grupos funcionales comunes, reacciones de combustión y polimerización.	MEN (2016), "Derechos Básicos de Aprendizaje"
Equilibrio Químico	Entender y aplicar el concepto de equilibrio químico, constantes de equilibrio, y principios de Le Chatelier.	Reacciones reversibles, tasa de reacción, factores que afectan el equilibrio.	MEN (2004), "Estándares Básicos por Competencias en Ciencias Naturales"
Química Inorgánica	Explicar las propiedades y reacciones de compuestos inorgánicos, incluyendo ácidos, bases y sales.	Conceptos de ácidos y bases según Arrhenius, Bronsted-Lowry, y Lewis, neutralización, pH y pOH.	MEN (2016), "Derechos Básicos de Aprendizaje"
Termoquímica	Aplicar principios de termodinámica para entender las reacciones químicas, incluyendo conceptos de entalpía, entropía y energía libre de Gibbs.	Leyes de la termodinámica, calorimetría básica, transferencia de energía en reacciones químicas.	MEN (2004), "Estándares Básicos por Competencias en Ciencias Naturales"
Electroquímica	Comprender los procesos de oxidación y reducción, y su aplicación en celdas electroquímicas y procesos industriales.	Reacciones redox, celdas galvánicas y electrolíticas, conceptos de voltaje y corriente.	MEN (2016), "Derechos Básicos de Aprendizaje"

Conocimiento Previo



Explicación de actividades a realizar en la caracterización.



Estudiantes undécimo realizando caracterización, 2024.



Estudiantes grado undécimo reconocimiento de equipo multiparametros.

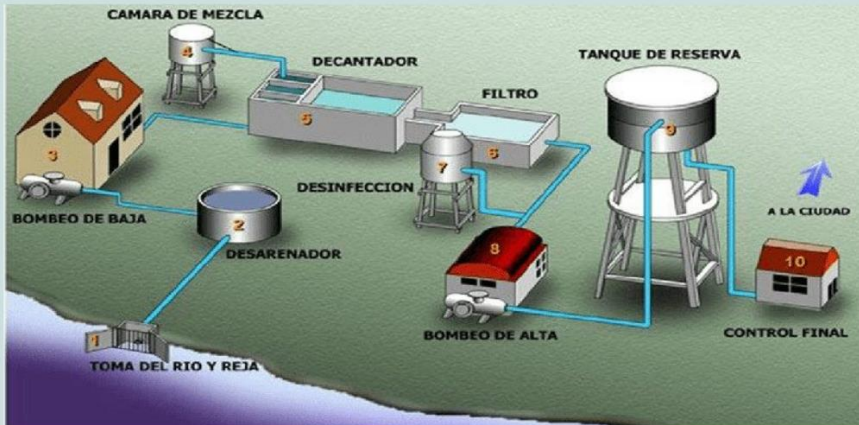


Explicación de funcionamiento de equipo multiparametros.

Caracterización

¿Qué es una planta potabilizadora? PTAP

¿Qué se debe aprender?



Estructura de una planta de tratamiento. Tomado de blog Bioingepro, 2021.

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (MVCT) de Colombia. 2015.

Activar Windows
Ve a Configuración para activar Windows.

Captación

Proceso de obtención del agua. Fuentes superficiales (ríos, lagos) o subterráneas (acuíferos).



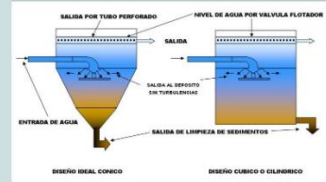
Tanque acueducto La Chamba, 2024.



Se eliminan materiales grandes como ramas, hojas y basura mediante rejas y cribas. (González y Martínez 2020).

Decantación y Sedimentación

Las partículas más densas bajan al fondo y se asientan en el tanque de sedimentación, permitiendo su remoción. (Castro y Morales 2018)



Modelo decantador. Fuente blog Purificar Agua, 2019.

Coagulación

Consiste en añadir una sustancia química para coagular las materias en suspensión.



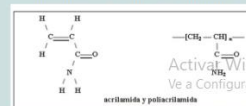
Coagulación y Floculación. Fuente blog labprocess, 2022.



Reacción Sulfato de Aluminio



Formación del Hidroxido de Aluminio



Fuente Gutiérrez Castañeda, I. D., Sánchez Cohen, I., Cueto Wong, J., Trucios Caciao, R., Trejo Calzada, R., & Flores Hernández, A. (2008)

Floculación

Se añade un polímero que aglutina la sustancias contenidas en el agua (Labprocess, 2003).

Filtración

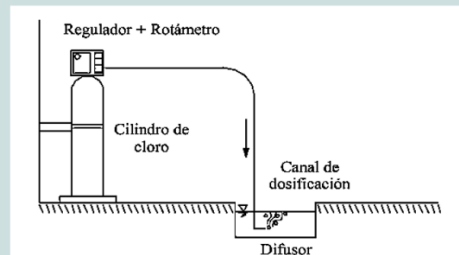
Se eliminan los sólidos en suspensión que quedan en el agua sobre lechos de arena o carbón activo. (Instituto del agua., 2004)



Proceso de Filtración. Fuente Instituto del Agua, 2024.

Cloración

Adición de Cloro, el HClO sin disociar, se activa logrando penetrar por difusión pasiva las paredes y membranas de las bacterias, ya que estas estructuras poseen carga negativa. (Da Cruz Nizer et al. 2020 Y Radovic-Moreno et al., 2012).

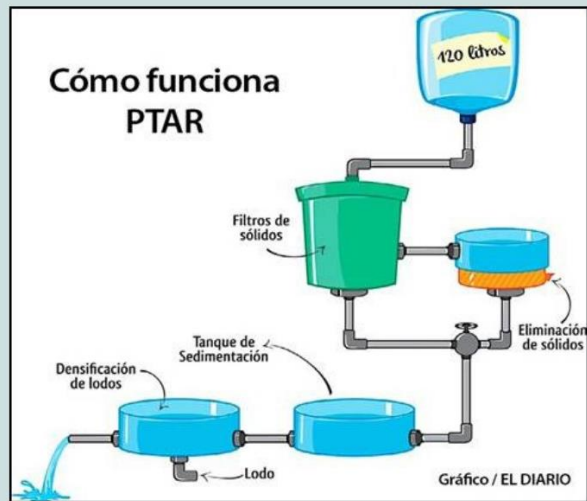


Cloración a gas. Fuente blog Proagua Ingenieros, 2024.

Activar Windows
Ve a Configuración para activar Windows.

Planta de tratamiento de aguas residuales. PTAR

¿Qué se debe aprender?



Estructura PTAR Fuente El diario.

Activar Windows
Ve a Configuración para activar Windows.

La Resolución 2115 de 2007 del Ministerio de la Protección Social y el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

REPUBLICA DE COLOMBIA

MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL
MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL
RESOLUCIÓN NÚMERO 2115
(22 JUN 2007)

Por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano

LOS MINISTROS DE LA PROTECCIÓN SOCIAL Y DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL

En ejercicio de las facultades legales y en especial las conferidas por los Decretos Ley 205 de 2003 y 216 de 2003, los artículos 3°, 8° parágrafo 1, 9° parágrafo 4 y 14 del Decreto 1573 de 2007.

RESUELVE:
CAPÍTULO I
DEFINICIONES

ARTÍCULO 1°. DEFINICIONES. Para los efectos de la presente Resolución, se adoptan las siguientes definiciones, además de las señaladas en el Decreto 1573 de 2007:

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL AGUA: Son los procedimientos de laboratorio que se efectúan a una muestra de agua para consumo humano para evaluar la presencia o ausencia, tipo y cantidad de microorganismos.

ANÁLISIS BÁSICOS: Es el procedimiento que se efectúa para determinar turbiedad, color aparente, pH, cloro residual libre o residual de desinfectante usado, coliformes totales y Escherichia coli.

ANÁLISIS COMPLEMENTARIOS: Es el procedimiento que se efectúa para las determinaciones físicas, químicas y microbiológicas no contempladas en el análisis básico, que se enuncian en la presente Resolución y todos aquellos que se identifiquen en el mapa de riesgo.

ANÁLISIS FÍSICO Y QUÍMICO DEL AGUA: Son aquellos procedimientos de laboratorio que se efectúan a una muestra de agua para evaluar sus características físicas, químicas o ambas.

CARACTERÍSTICA: Término usado para identificar elementos, compuestos, sustancias y microorganismos presentes en el agua para consumo humano.

CLORO RESIDUAL LIBRE: Es aquella porción que queda en el agua después de un período de contacto definido, que reacciona química y biológicamente como ácido hipocloroso o como ión hipoclorito.

COLIFORMES: Bacterias Gram Negativas en forma bacilar que fermentan la lactosa a temperatura de 35 a 37°C, produciendo ácido y gas (CO₂) en un plazo de 24 a 48 horas. Se clasifican como aerobias o anaerobias facultativas, son oxidasa negativa, no forman esporas y presentan actividad enzimática de la β-galactosidasa. Es un indicador de contaminación microbiológica del agua para consumo humano.

Cuadro N°. 3 Características Químicas que tienen implicaciones sobre la salud humana

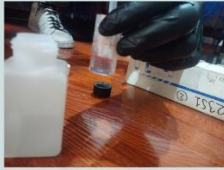
Elementos, compuestos químicos y mezclas de compuestos químicos que tienen implicaciones sobre la salud humana	Expresados como	Valor máximo aceptable (mg/L)
Carbono Orgánico Total	COT	5,0
Nitratos	NO ₃ ⁻	6,1
Nitratos	NO ₂ ⁻	10
Fluoruros	F ⁻	1,0

Cuadro N°. 4 Características Químicas que tienen mayores consecuencias económicas e indirectas sobre la salud humana

Elementos y compuestos químicos que tienen implicaciones de tipo económico	Expresadas como	Valor máximo aceptable (mg/L)
Calcio	Ca	60
Alcalinidad Total	CaCO ₃	200
Cloruros	Cl ⁻	250
Aluminio	Al ³⁺	0,2
Dureza Total	CaCO ₃	300
Hierro Total	Fe	0,3
Magnesio	Mg	36
Manganeso	Mn	0,1
Molibdeno	Mo	0,07
Sulfatos	SO ₄ ²⁻	250
Zinc	Zn	3
Fosfatos	PO ₄ ³⁻	0,5

Activar Windows
Ve a Configuración para activar Windows.

¿Qué se debe aprender?



Test alcalinidad, 2024.



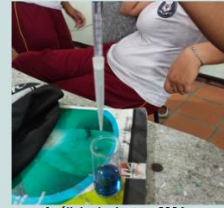
Filtro en abandono, vereda La Chamba, 2024.



Estudiantes undécimo en lectura de pH, 2024.

El valor obtenido en la lectura pH fue 6,46 el cual está dentro del rango permitido por la legislación colombiana.

PARAMETRO	RANGO	DEFINICION
pH	En agua para consumo humano deberá estar comprendido entre 5,5 y 9,0 unidades de pH.	Potencial de Hidrógeno. Es una medida para determinar el grado de alcalinidad o acidez de una disolución. (Hannainstruments, 2024).
Conductividad eléctrica	En agua potable no debe exceder los 700 µS/cm (microsiemens por centímetro) a 25 °C.	Una medida de la propiedad que poseen las soluciones acuosas para conducir la corriente eléctrica. Esta propiedad depende de la presencia de iones, su concentración, movilidad, valencia y de la temperatura de la medición. (IDEAM,2006).
Oxígeno Disuelto	Niveles inferiores a 2 mg/L pueden ser perjudiciales para los organismos acuáticos y podrían indicar problemas serios de calidad del agua. (EPA, 2002).	(OD) es la cantidad de oxígeno gaseoso que esta disuelto en el agua. El oxígeno libre es fundamental para la vida de los peces, plantas, algas, y otros organismos; por eso, desde siempre, se ha considerado como un indicador de la capacidad de un río para mantener la vida acuática. (Universidad Complutense de Madrid,2014).
Alcalinidad	Una entre 50 y 200 mg/L de CaCO ₃ es adecuada para el agua potable, según normas y recomendaciones internacionales. En Colombia se admite 100 mg/L.	La alcalinidad del agua es su capacidad de neutralizar ácidos, y es la suma de todas las bases titulables (IDEAM,2005).
Dureza	El valor máximo permitido para la dureza total en el agua potable es de 300 mg/L de CaCO ₃ .	La dureza del agua representa una medida de la cantidad de metales alcalinotérreos en el agua, fundamentalmente calcio (Ca) y magnesio (Mg) provenientes de la disolución de rocas y minerales. Su forma de expresión más conocida es en mg/L como carbonato de calcio (CaCO ₃).
Nitritos Nitratos	El valor máximo permitido es de 3 mg/L como nitrógeno (N).	Se utiliza como indicador de contaminación fecal en aguas naturales. Los nitritos pueden producir compuestos cancerígenos, las nitrosaminas, por su reacción con aminas secundarias o terciarias, interaccionar con los glóbulos rojos de la sangre produciendo metahemoglobinemia que impide el transporte de oxígeno al cuerpo. (Cabrera, E, Hernández, L, Gómez, H, & Calizares, P. 2003)

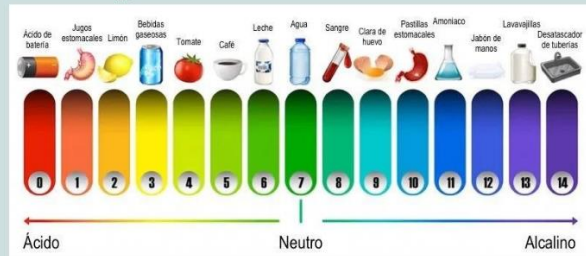


Análisis de dureza, 2024.



Activa Windows
Ve a Co

pH



Escala de pH fuente detailing, 2005.



Papel universal, 2024.

Activar Windows
Ve a Configuración para activar Windows.



Estudiantes undécimo en lectura conductividad eléctrica.

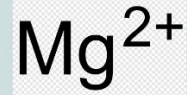
Conductividad eléctrica

Se mide para evaluar la cantidad de iones disueltos en el agua, lo que da una indicación de su calidad.

El valor máximo aceptable para la conductividad puede ser hasta 1000 microsiemens/cm. (mS/cm)

La conductividad medida de 0,542 mS/cm a 30°C corresponde aproximadamente a 492,73 μ S/cm a 25°C, lo cual está dentro del límite máximo permitido por la normativa colombiana.

Los principales iones que afectan la conductividad del agua son los cationes como el sodio, calcio, magnesio y potasio, y los aniones como el cloruro, sulfato, bicarbonato y nitrato" (Gray, 2008).



Catión Magnesio. Fuente pncegg, 2001.



Catión Calcio. Fuente Pncegg, 2001.



Anión Cloruro.

Activar Windows
Ve a Configuración para activar Windows.



Estudiantes undécimo en lectura de OD.

Oxígeno disuelto

La lectura realizada en el equipo es de 20% a 29,6°C

Según California State Water Resources Control Board A 29°C, la solubilidad máxima de oxígeno en agua es aproximadamente 7.6 mg/L.

$$\{\text{OD}\} = 0.20 \times 7.6 = 1.52 \text{ mg/L}$$

Niveles inferiores a 2 mg/L pueden ser perjudiciales para los organismos acuáticos y podrían indicar problemas serios de calidad del agua. (EPA, 2002).



Kit multiparametros UPN, 2024.

Activar Windows
Ve a Configuración para activar Windows.

DUREZA



Fuente blog sigmaaldrich, 2008.

Se determina en términos de carbonato de Calcio CaCO_3

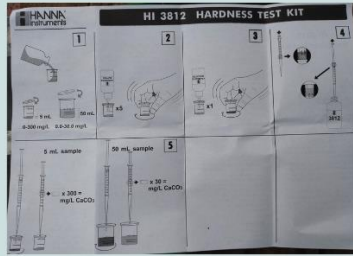
Según lectura 0,2ml de titulante $\times 300 = 60 \text{ ppm o mg/L}$



kit Determinación de Dureza Universidad Pedagógica Nacional, 2024



kit Determinación de Dureza Universidad Pedagógica Nacional, 2024



Manual kit de dureza, 2024.



Estudiantes undécimo, Determinación de Dureza, 2024.

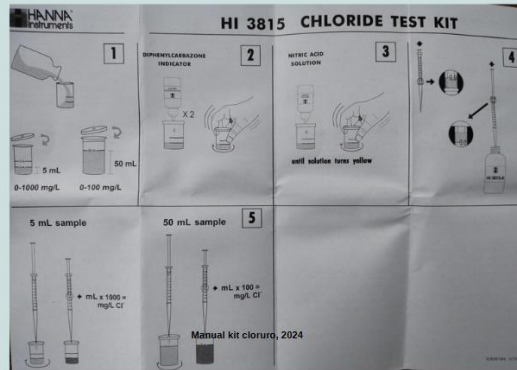


Lectura de dureza al realizar titulación 0,2mL

Cloruro



Kit determinación de cloruro, Universidad Pedagógica Nacional, 2024.



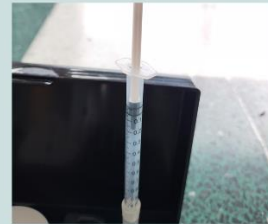
El viraje se da a menos de 0,1 mL de titulante.

$$0,1\text{mL} \times 1000 = 100 \text{ mg/L} = 100 \text{ ppm}$$

El valor estipulado por la normativa colombiana es 250 mg/L, por lo cual se encuentra dentro de los parámetros establecidos.



Muestra con indicador



Volumen desplazado de titulante, 2024.



Muestra luego de titulación

Metodología Aprendizaje Basado en Problemas (ABP)

Consta de los siguientes pasos



Fuente: elaboración propia con información de Ulises, F. Araujo y Genoveva sastre, 2008

Métodos de aprendizaje ABP Aprendizaje Basado en Problemas

Con esta forma de aprender el estudiante desarrolla habilidades tales como: resolución de problemas, toma de decisiones, trabajo en equipo, argumentación, presentación de información, actitudes y valores. (Paredes, C. 2016) *

Ventajas

- (Maturana, 1999). centrado en en los estudiantes, propone que el estudiante construye su propio aprendizaje desde una actitud y accionar activo.
- (Julca, M y Duran, K. 2022) proponen el método ABP como una estrategia activa que permite desarrollar:

- Competencias.
- Pensamiento científico-crítico.
- Aprendizaje activo y colaborativo en los estudiantes.
- Soluciones en forma rápida y eficaz.



Fuente: elaboración propia con información de Ulises, F. Araujo y Genoveva sastre, 2008

- Favorece el pensamiento crítico.
- La autodirección
- El trabajo en equipo según (Carolina González-Hernando, Pedro G. Martín-Villamor, Millani Souza-De Almeida, Noelia Martín-Durántez, Soraya López-Portero. 2016).

Dificultades

Según (Carolina González-Hernando, Pedro G. Martín-Villamor, Millani Souza-De Almeida, Noelia Martín-Durántez, Soraya López-Portero. 2016)*

- Dificultad para seleccionar el problema principal.
- Más tiempo para el aprendizaje.
- Se necesita una mayor coordinación del equipo y de asignaturas, cuesta ponerse de acuerdo en la toma de decisiones.
- Rechazo inicial al cambio, es difícil el cambio en la forma de aprender.

Recursos Educativos Digitales



Tomado de Canva

Todo tipo de material que tiene una intencionalidad y finalidad enmarcada en una acción Educativa, cuya información es Digital y se dispone en una infraestructura de red, que permite y promueve su uso, adaptación, modificación y/o personalización". (MEN, 2012).



Nearpod

Ventajas

Según (MEN, 2012). y (universidad de Medellín, 2016):

- Ayudan a complementar los contenidos de su módulo o asignatura.
- Recursos educativos digitales en Colombia suelen ser interactivos, multimedia, adaptables, actualizables y accesibles desde diferentes dispositivos.
- Fortalecen el acceso a la información y al conocimiento.

Desventajas

Universidad de Navarra, 2024) :

- Facilitan el plagio y la realización de trabajos sin citar.
- Promueven la superficialidad en el estudio y análisis de los temas.
- Es fácil terminar saltando de unos temas a otros.
- Es difícil discriminar la información valiosa o de una fuente fiable.



YouTube

Activar Windows
Ve a Configuración para activar Windows.



Fuente derechos reservados The Simpsons.

Evaluación de lo Aprendido

Prueba de salida

https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSfcpmENjigmWiEW37rCYq4LhOZL6moxFxWXCluPNgbKEUEULw/viewform?usp=sf_link

Activar Windows
Ve a Configuración para activar Windows.

Mariño, S. A. (2014). *El Aprendizaje Basado en Problemas y su abordaje en la asignatura Trabajo Final de Aplicación*. Informatica Educativa Comunicaciones.

MEN, M. d. (2016). *derechos basicos de aprendizaje*. MEN.

Mendez Moreno, J. O. (2020). LOS RETOS DEL ACCESO A AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO DE LAS ZONAS RURALES EN COLOMBIA. *REVISTA DE INGENIERIA*, 1-20.

Ministerio de salud y proteccion social. (2023). *Programa nacional de prevención, manejo y control de la infección respiratoria aguda y la enfermedad diarreica aguda*. Dirección General de Promoción y Prevención.

Ministerio de Vivienda Ciudad y territorio. (2023). *informe de gestion 2023*. Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio.

MinSalud y Protección Social . (2023). *Boletín de vigilancia de la calidad de agua para el consumo humano*. Bogotá: Instituto Nacional de Salud.

MINVIVIENDA. (24 de marzo de 2023). *Colombia preside plenaria en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Agua 2023*. Obtenido de <https://minvivienda.gov.co/sala-de-prensa/colombia-preside-plenaria-en-la-conferencia-de-las-naciones-unidas-sobre-el-agua-2023>

OMS. (2017). *Guías para la calidad del agua potable*. Obtenido de OMS: https://www.who.int/water_sanitation_health/publications/2017/gsfwater-quality-guidelines/en/
ONU, N. U. (2015). *Naciones Unidas*. Obtenido de <https://www.un.org/es/impacto-acad%C3%A9mico/page/objetivos-de-desarrollo-sostenible>

Sánchez, B. D., & Clavijo, M. P. (2023). *nseñanza de las ciencias en comunidades rurales, basado en los conceptos de densidad, potabilidad y fluidos : construcción de un filtro de agua en la comunidad de San José, escuela La Mesa, en el municipio de Arbeláez..*

Secretaria Municipal de Salud. (2019). *Boletin epidemiologico*. Ibague: SECRETARIA DE SALUD.

Vivienda, M. d. (2023). Colombia preside plenaria en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Agua 2023. *Colombia preside plenaria en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Agua 2023* (pág. 1). ministerio de vivienda.

Herrera, M. (2006). Consideraciones para el diseño didáctico de ambientes virtuales de aprendizaje: una propuesta basada en las funciones cognitivas del aprendizaje
Revista Iberoamericana de Educación, 38: 1-19, 2006

Trujillo Amaya, Julian Fernando. (2007). STEPHENTOULMIN Los usos de la argumentación Traducción de María Morrás yVictoria Pineda, Ed. Península Barcelona, 2007. pp. 330. *Praxis Filosófica*, (25), 159-168. Retrieved November 29, 2024, from

http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-46882007000200012&lng=en&tlng=es.

Nova, L. G. (2018). *Fortalecimiento de la habilidad argumentativa en estudiantes de grado undécimo : un estudio desde la naturaleza de la ciencia y la tecnología*. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/20.500.12209/11077>.

Clavijo, M. P., & Sánchez, B. D. (2023). Enseñanza de las ciencias en comunidades rurales, basado en los conceptos de densidad, potabilidad y fluidos: construcción de un filtro de agua en la comunidad de San José, escuela La Mesa, en el municipio de Arbeláez. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/20.500.12209/18670>.

García-Barrera, A. (2015). Importancia de la competencia argumentativa en el ámbito educativo: una propuesta para su enseñanza a través del role playing online. *RED. Revista de Educación a Distancia*, 45, 1–20.

Gil, J., Soto, G., & Usma, G. (2012). Aspectos toxicológicos de los plaguicidas organoclorados en la salud humana y el ambiente. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*, 11(3), 271–289.

González, Á. J., & Perilla, L. A. (2016). El humedal artificial como un espacio para la sensibilización en torno a las prácticas de uso de los recursos hídricos y sus posibilidades de reutilización. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/20.500.12209/1756>.

Organización Mundial de la Salud. (1972). *Norma internacional para calidad del agua potable*. Ginebra: OMS.

Rodríguez, M. J., Rodríguez, G., Serodes, J., & Sadiq, R. (2007). Subproductos de la desinfección del agua potable: formación, aspectos sanitarios y reglamentación. *Interciencia*.

Sánchez, G. L. (2022). Mejora de la calidad de agua a partir de las semillas de moringa en la vereda Copo del municipio de Tocaima. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/20.500.12209/17765>. 32(11), 749-756. Recuperado en 20 de octubre de 2024, de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442007001100007&lng=es&tlng=es.

Palacios Merchan, L. M., & Agudelo Merchan, Y. Y. (2019). *Desarrollo de la habilidad argumentativa sobre el cuidado y la conservación de las fuentes hídricas en los estudiantes de séptimo y transición de la I.E. San Agustín* [Tesis de maestría, Universidad Autónoma de Manizales]. Repositorio de la Universidad Autónoma de Manizales.

Bejarano Mora, P. N., & Guerra Jiménez, L. F. (2022). Evaluación al cumplimiento del objetivo de desarrollo #6, agua limpia en comunidades rurales en los departamentos de Quindío, Santander, Cesar, Cundinamarca, Bogotá, Caquetá. Retrieved from https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_civil/986

Salgado-García, Edgar. (2012). Enseñanza para la comprensión en la educación superior: la experiencia de una universidad costarricense. *Revista iberoamericana de educación superior*, 3(8),

34-50. Recuperado en 07 de noviembre de 2023, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-28722012000300002&lng=es&tlng=es.

P. Freire, A. Larrain, S. Verdugo, M. Gómez, V. Grau. (2020). Comprensión y producción de argumentación escrita en estudiantes de educación primaria. *Cogency, Journal of Reasoning and Argumentation* Vol. 12, No. 1. <https://cogency.udp.cl/index.php/cogency/article/view/323>

Blanquicett, D. (2017). Desarrollo de habilidades argumentativas al emplear ABP mediado por TIC. Tecnológico de monterrey. Medellín, Antioquia, Colombia

Ulises, F. Araujo y Genoveva sastre. (2008). El aprendizaje basado en problemas, una nueva perspectiva de la enseñanza en la universidad. Editorial gedisa.

Porras, Y. Tuay, R. Ladino, Y. (2020). Desarrollo de la habilidad argumentativa en estudiantes de educación media desde el enfoque de la Naturaleza de la Ciencia y la Tecnología. *TED No 48 • Segundo semestre de 2020 • pp. 143-161 ISSN 2665-3184 impreso• ISSN 2323-0126 Web*

Larraín, Antonia, Freire, Paulina, & Olivos, Trinidad. (2014). Habilidades de argumentación escrita: Una propuesta de medición para estudiantes de quinto básico. *Psicoperspectivas*, 13(1), 94-107.

Instituto Colombiano de Normas Técnicas (Icontec) (1994). NTC 813 (segunda Versión). Normas oficiales para la Calidad del agua. Bogotá. <https://www.sandiegouniontribune.com/en-espanol/noticias/story/2020-08-13/alarma-mortalidad-infantil-entre-los-wayus-en-colombia>

González, J., & Martínez, A. (2020). "Infraestructura y calidad del agua en Colombia". *Revista de Ingeniería Ambiental*, 25(3), 45-58.

Pérez, M. (2019). "El reto de la infraestructura hídrica en Colombia". Bogotá: Ediciones Uniandes.

Ramírez, F., & Rodríguez, L. (2021). "Contaminación hídrica en Colombia: Un análisis regional". *Cuadernos de Ecología*, 18(1), 95-110.

Agudelo, C. (2020). "Gestión de recursos hídricos en Colombia". *Revista de Políticas Públicas*, 14(2), 233-249.

Intriago, R. (2022). Evaluating the impact of the International Baccalaureate: an analysis in Ecuador. *Journal of Research in International Education*, 21(2), 183-198.

Ministerio de Salud de Colombia. (2021). "Informe sobre enfermedades transmitidas por el agua". Bogotá: Ministerio de Salud.

UNICEF. (2020). "Situación de la mortalidad infantil en Colombia". Informe Anual de UNICEF Colombia.

FAO. (2020). "Impacto del agua en la agricultura colombiana". Roma: FAO. <https://larepublica.pe/amp/mundo/2019/11/16/africa-james-michel-contra-ja-esquistosomiasis-por-parasito-arrastro-genitales-tras-nadar-lago>

Environmental Protection Agency (EPA). (2002). National Recommended Water Quality Criteria. U.S. Environmental Protection Agency. Recuperado de <https://www.epa.gov/wqc/national-recommended-water-quality-criteria>

Organización Mundial de la Salud (OMS). (2017). Guías para la calidad del agua potable. 4ta edición, WHO Press. Recuperado de https://www.who.int/water_sanitation_health/publications/2017/gsfwater-quality-guidelines/en/

Soto, F. (2010). La dureza del agua como indicador básico de la presencia de incrustaciones en instalaciones domésticas sanitarias. *Ingeniería, investigación y tecnología*, 11(2), 167-177. Recuperado en 23 de mayo de 2024, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-77432010000200004&lng=es&tlng=es

BARROWS H. (1996) Problem-Based learning in medicine and beyond: A brief overview. In WILKERSON L., GIJSELAERS W.H. (eds) *Bringing Problem-Based Learning to Higher Education: Theory and Practice*, San Francisco: Jossey-Bass Publishers, pp. 3-12.

Morales, P., & Landa, V. (2004). APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS. *Theoria*, 13(1), 145-157.

Cadena Muñoz, A. «Saber hacer y tradición en La Chamba, Colombia: un estudio etnográfico de la selección de arcillas», *Bulletin de l'Institut français d'études andines [En línea]*, 49 (1) | 2020, Publicado el 08 agosto 2020, consultado el 01 agosto 2024. URL: <http://journals.openedition.org/bifea/11504>.

Ministerio de Educación Nacional. (2017). Lineamientos para el diseño y uso de recursos educativos digitales. <https://www.mineducacion.gov.co>

UNESCO. (2019). Guidelines on the use of open educational resources in education. <https://unesdoc.unesco.org>

Salinas, J. (2012). Uso de tecnologías digitales en educación: Beneficios y riesgos. *Revista de Tecnología Educativa*, 15(1), 30-36.

Ayala, M., & Ayala, S. (2018). Aprendizaje basado en problemas (APB) como técnica didáctica en extensión: construcción de conocimientos entre integrantes de Cooperativas Ellas Hacen en la Universidad Nacional de Formosa. *Fac. Agron*, 116(2017), 121–132.

Sastoque, D., Ávila, J., & Olivares, S. (2016). Aprendizaje Basado en Problemas para la construcción de la competencia del pensamiento crítico. *Voces y Silencios. Revista Latinoamericana de Educación*, 7(1), 148–172. <https://doi.org/10.18175/vys7.1.2016.08>

Duarte G, Cubillos, D, & Zapata, P. (2014). Desarrollo de la habilidad argumentativa a través de cuestiones socio científicas (CSC). *Revista Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (Número Extraordinario), Memorias del Sexto Congreso Internacional sobre Formación de Profesores de Ciencias, 128. Bogotá, Colombia.

<https://revistas.upn.edu.co/index.php/TED/article/download/3199/3009/10113#:~:text=Argumentar%20es%20una%20habilidad%20de,argumentar%20lo%20que%20est%C3%A1n%20describiendo.>

Poláková, P., & Klímová, B. (2019). The impact of mobile learning on students' learning experiences. *Education and Information Technologies*, 24(2), 1785-1792.

Sastoque, D., Ávila, J., & Olivares, S. (2016). Aprendizaje basado en problemas para la construcción de la competencia del pensamiento crítico. *Voces y Silencios. Revista Latinoamericana de Educación*, 7(1), 148-172. <https://doi.org/10.18175/vys7.1.2016.08>.

Guerra, F. D. (1979). *Edafología general*. Editorial DAP.

Coll, C., et al. (2007). **Las herramientas mediadoras en la educación**. En J. A. García (Ed.), *Innovación educativa y nuevas tecnologías*. Madrid: Ediciones Aljibe.

Cueva, E. (2020). **Las TIC como competencias básicas en educación**. *Revista de Educación y Tecnología*, 23(2), 341-355.

Lider, G. R. & Intriago-Romero, W. I. (2022). **El impacto de las herramientas tecnológicas en la enseñanza creativa**. *Revista de Educación*, 30(1), 12-29.

Navarrete, G., & Mendieta, A. (2018). **Nuevos escenarios formativos con TIC**. *Revista Latinoamericana de Educación*, 10(2), 123-138.

Sanches, R. (2020). **Canva como herramienta para la creación de contenido educativo**. *Educación y Tecnología*, 19(1), 15-30.

Ruiz-Loor, L. G., & Intriago-Romero, W. I. (2022). El uso de la herramienta tecnológica Canva como estrategia en la enseñanza creativa de los docentes de la Escuela Fiscal Lorenzo Luzuriaga. *Revista Científica Multidisciplinaria Arbitrada Yachasun*, 6(11), 75-90. <https://doi.org/10.46296/yc.v6i11.0194>

Morales, P., & Landa, V. (2004). APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS. *Theoria*, 13(1), 145-157.

13 LISTA DE TABLAS Y GRAFICOS

13.1 TABLA 1. OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE RELACIONADOS CON POTABILIZACIÓN Y TRATAMIENTO DE AGUAS.

13.2 TABLA 2. INSTRUMENTOS INTERNACIONALES, ACUERDOS Y PROGRAMAS QUE BUSCAN ASEGURAR LA DISPONIBILIDAD Y EL ACCESO EQUITATIVO AL AGUA POTABLE.

13.3 TABLA 3. EDUCACIÓN TRADICIONAL VS APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS.

13.4 Tabla 4. ventajas y desventajas del uso de los recursos educativos digitales.

13.5 TABLA 5. VENTAJAS DEL USO DE NEARPOD COMO RECURSO EDUCATIVO DIGITAL.

13.6 TABLA 6. IMPACTO DE LA TEMPERATURA EN ANÁLISIS DEL AGUA.

13.7 TABLA 7. LÍMITES PERMITIDOS DE CLORURO.

13.8 TABLA 8. COMPARACIÓN ENTRE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES (PTAR) Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE (PTAP).

13.9 TABLA 9. CONOCIMIENTOS QUE DEBE POSEER UN ESTUDIANTE DE EDUCACIÓN MEDIA SEGÚN MEN.

13.10 TABLA 10. REJILLA EVALUATIVA MODIFICADA.

13.11 TABLA 11. ACTIVIDADES PARA ESTUDIANTES RECURSO EDUCATIVO.

13.12 TABLA 12. METODOLOGÍA DE ABP APLICADA A LA PRESENTE INVESTIGACIÓN.

13.13 TABLA 13. PORCENTAJE EVALUADO.

13.14 FIGURA 1. DE LA ESTABILIDAD DE LOS COLOIDES PRESENTES EN EL AGUA, CUANDO SE ADICIONA UN COAGULANTE.

13.15 FIGURA 2. MAPA MUNICIÓN DEL GUAMO.

13.16 FIGURA 3. CARACTERIZACIÓN.

13.17 IMAGEN 1. PRETEST CARACTERIZACIÓN.

13.18 IMAGEN 2. FUNDAMENTOS ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO.

13.19 GRÁFICO 1. REPRESENTACIÓN UNA VEZ SE DA EL PROCESO COAGULACIÓN Y FLOCULACIÓN.

13.20 GRÁFICO 2. GENERO PARTICIPANTES.

13.21 GRÁFICO 3. RANGO DE EDAD PARTICIPANTES.

GRÁFICO 4. CRITERIOS VS NIVEL DE ARGUMENTACIÓN.