

DESARROLLO DE LA ARGUMENTACIÓN CIENTÍFICA MEDIADA DESDE UNA SECUENCIA DIDÁCTICA FUNDAMENTADA EN LA ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA DE NANOPARTÍCULAS DE COBRE.

**STEFANIA CONTRERAS SAENZ
MAGDA YINETH ORJUELA BARRETO**

Trabajo para optar por el título de Licenciado en Química

DIRECTOR: MG. DIEGO ALEXANDER BLANCO MARTÍNEZ

Interdisciplinariedad y química en contexto: Una perspectiva experimental en la didáctica de la química

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
LICENCIATURA EN QUÍMICA
2023**

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradecemos a la Universidad Pedagógica Nacional por abrirnos las puertas y acobijarnos en nuestra formación como docentes. Agradecemos al profesor Diego Blanco por ser guía en este gran proceso, por su compromiso, paciencia, confianza, motivación en los días pesados donde nos hizo ver la claridad de las cosas y sobre todo por ser ejemplo de dedicación, compromiso y amor por nuestra profesión. Agradecemos al profesor Giovanni Pérez por su aportes, conocimiento y acompañamiento en este proceso, su ayuda fue fundamental para nosotras. Finalmente agradecemos a la Universidad ECCL por abrirnos sus puertas para el desarrollo de nuestro trabajo, a los estudiantes que participaron en el taller, por su disposición y entrega; además queremos agradecer a la ingeniera en biotecnología Alba Luz Rangel por su ayuda y aporte con sus conocimientos en microbiología.

Yo, Magda Orjuela, agradezco a mi familia, quienes han sido mi apoyo fundamental. A mi mamá, Martha Barreto, por darme alas para volar más allá de nuestro terruño de paz; aunque el cielo es alto, lo que verdaderamente me eleva es el amor y la determinación de una madre que me crío, brindándome la fuerza necesaria para enfrentar un camino lleno de sueños, dudas e incertidumbres. A mi papá, Jorge Orjuela, por motivarme a demostrarle que a pesar de nuestro contexto era posible tener una formación académica profesional, por sembrar en mi la rebeldía y hacerme la promesa de que pasara lo que pasara entre nosotros dos no dejaría de apoyarme hasta lograr esta meta.

También quiero agradecerle a mi compañera Tefa, por la paciencia y el apoyo incondicional, por darme su amor el cual es tan grande y bondadoso que no puede ser comparado. Por decirnos el primer día si podíamos ser amigas, yo no podría haber dado el primer paso y agradezco con el alma que ella siempre se ha atrevido a expresar sus sentimientos.

Yo, Stefania Contreras, agradezco infinitamente a mis padres por su apoyo incondicional en esta etapa de mi vida, por el amor que siempre me han dado, por su constante dedicación y entrega por sus hijos y su futuro. A mi mamá por ser mi compañera más leal y mi ejemplo más grande, por enseñarme su lucha y su valentía frente a las situaciones de la vida. A mi papá por enseñarme la nobleza, la fortaleza y la perseverancia frente a la vida. A mi hermana Alexa por ser mi mejor amiga, por su apoyo, confianza y compañía que siempre me ha brindado, por alentarme y aconsejarme frente a la vida, a mi hermano Sergio por ser mi amigo y apoyarme en cada decisión, a mi hermana Daniela por darme ánimo cuando sentía que no podía avanzar en mi formación y a mi sobrina Alison por su amor tan sincero y su compañía, por mostrarme lo lindo de la vida con sus acciones y palabras. De igual manera agradezco a mis amigas, amigos y compañero que la universidad me brindo, gracias a cada uno por su amistad, consejos, risas, lágrimas, juegos, palabras de ánimo y apoyo, y por los gratos momentos que guardo en mi corazón, sin ellos este proceso no hubiera sido igual. Por último y no

menos importante, quiero agradecer a mi compañera Magda por depositar su confianza en mí, por su paciencia, compromiso, apoyo y dedicación al trabajo, por brindarme su amistad desde el primer momento. Es una persona noble, llena de un carisma gigantesco, de la cual aprecio muchísimo su cariño y su amistad.

Gracias totales.

I. Nota de aceptación

Firma del jurado

II. Firma del jurado

Tabla de Contenido

INTRODUCCIÓN	9
CAPÍTULO I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	12
1. DESCRIPCIÓN, DELIMITACIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	12
2. JUSTIFICACIÓN.....	15
3. OBJETIVOS	17
3.1. Objetivo general.....	17
3.2. Objetivos específicos	17
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	18
4. ANTECEDENTES	18
4.1. Argumentación científica	18
4.2. Actividad antimicrobiana de las nanopartículas de cobre	19
4.3. Química en contexto	20
4.4. Secuencia de actividades.....	21
5. REFERENTES CONCEPTUALES	23
5.1. Habilidades argumentativas.....	23
5.2. Nanopartículas de cobre	25
5.3. Síntesis de nanopartículas de cobre	27
5.4. Caracterización de las nanopartículas de cobre.....	28
5.4.1. Espectrofotometría UV-VIS.....	28
5.4.2. Filtración por membrana	29
5.5. Química en contexto	30
CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO.....	31
6. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN	31
6.1. Tipo de investigación.....	31
6.2. Participantes	34
6.3. Fases de la investigación	34
6.3.1. Fase inicial.....	35
6.3.1.1. Estructuración metodológica de la secuencia de actividades.....	35
6.4. Diseño Experimental	36

6.4.1. Síntesis de las nanopartículas de cobre	36
6.4.1.1. Equipos	37
6.4.1.2. Reactivos.....	37
6.4.1.3. Procedimiento.....	37
6.4.2. Caracterización de las nanopartículas de cobre	38
6.4.2.1. Espectroscopia UV-VIS.....	39
6.4.2.2 Filtración por membrana	39
6.4.2.3. DBO ₅ (Demanda Biológico de Oxígeno).....	42
6.5. Fase de desarrollo.....	45
6.5.1. Secuencia de actividades	46
6.6. Instrumento para identificar el nivel de argumentación	51
CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	54
7. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	54
7.1. Análisis de resultados experimentales	54
7.1.1. Espectroscopia UV-VIS	54
7.1.2. Filtración por membrana	56
7.1.3. Demanda Biológica de Oxígeno	61
7.2. Análisis de resultados del pilotaje de la secuencia de actividades.....	63
7.2.1. Pilotaje de la actividad 1: Leer para Argumentar	64
7.2.2. Pilotaje Actividad 2: Nanopartículas de cobre, una alternativa a la mejora de la calidad del agua:.....	65
8. Conclusiones.....	73
9. Referencias	76
10. Anexos	80
10.1. Anexo 1. Cuestionario de caracterización de la población.....	80
10.2. Anexo 2. Respuestas del cuestionario de caracterización de la población.	83
10.3. Anexo 3. Consentimiento informado de participación.	84
10.4. Anexo 4. Secuencia de actividades: Nanotecnología una alternativa de vida.	85
10.5. Anexo 5. Respuesta a la Actividad 1. Leer para Argumentar.	98
10.6. Anexo 6. Matriz de vaciado Actividad 1. Leer para argumentar.	99
10.7. Anexo 7. Respuestas de la Actividad 2: Nanopartículas de cobre, una alternativa para la mejora de la calidad del agua.	100

10.8. Anexo 8. Matriz de vaciado Actividad 2: Nanopartículas de cobre, una alternativa para la mejora de la calidad del agua	101
--	-----

Lista de Tablas

Tabla 1. Niveles de argumentación.....	36
Tabla 2. Criterios de evaluación de los argumentos.....	52
Tabla 3. Crecimiento de colonias de Escherichia Coli dilución 10^{-1}	57
Tabla 4. Crecimiento de colonias de Escherichia Coli dilución 10^{-2}	58
Tabla 5. Clasificación fuente hídrica según rango DBO. Adaptada del IDEM.	62
Tabla 6. Análisis de los diagramas de cada participante.....	71
Tabla 7. Análisis de los criterios de evaluación en los que se ubican los participantes. Tomado y adaptado de Vasques (2022 p.58).	72

Lista de Figuras

Figura 1 Diseño Metodológico.....	33
Figura 2. Fases de la investigación.	34
Figura 3. Montaje síntesis de nanopartículas	38
Figura 4. Filtros de leche y pellets.....	40
Figura 5. Prototipo de filtro.	40
Figura 6. Montaje para tratamiento de muestra.....	41
Figura 7. Estandarización del tiosulfato de sodio.	43
Figura 8. Montaje yodometría.....	45
Figura 9. Cajas de Petri con filtros de leche	50
Figura 10. Relaciones lógicas involucradas en un texto argumentativo	53
Figura 11. Gráfico de espectro apilado.	55
Figura 13. Filtro Manifold.....	56
Figura 12. Montaje filtración por membrana	56
Figura 14. Prototipo de filtro con matriz polimérica soportada en nanopartículas de cobre.	60
Figura 15. Montaje para radiación por luz Ultravioleta.	60
Figura 16. Diagrama de análisis de texto del Participante 1.	67
Figura 17. Diagrama de análisis de texto del Participante 2.	68
Figura 18. Diagrama de análisis de texto del Participante 3.	68
Figura 19. Diagrama de análisis de texto del Participante 4.	68
Figura 20. Diagrama de análisis de texto del Participante 5.	69
Figura 21. Diagrama de análisis de texto del Participante 1.	69
Figura 22. Diagrama de análisis de texto del Participante 2.	69
Figura 23. Diagrama de análisis de texto del Participante 3.	69

Figura 24. Diagrama de análisis de texto del Participante 4.	70
Figura 25. Diagrama de análisis de texto del Participante 5.	70

INTRODUCCIÓN

La educación en la actualidad pretende y tiene como eje central la formación y desarrollo del pensamiento crítico, como una capacidad de dominio específico que puede ser desarrollada desde el trabajo en las aulas de clase, con el fin de tener dominio y apropiación del conocimiento, donde el estudiante apoye, contrarreste y fundamente sus ideas para así potencializar sus habilidades. Laskey y Gibson (1987), citados por Guzmán y Sánchez (2006), plantean que el pensamiento crítico hace referencia a una compleja serie de actividades cognitivas que actúan conjuntamente, tales como la resolución de problemas, pensamiento lógico, argumentación, percepción de ideas, análisis, evaluación y toma de decisiones. Uno de los principales componentes del pensamiento crítico es la argumentación, entendida como la forma de juzgar, tomar decisiones y tener una postura definida e independiente frente a algún asunto, en este caso particular frente al conocimiento en ciencias. En relación con esto Márquez y Sanmartí (2005) destacan el ámbito de la enseñanza de las ciencias como un espacio en el cual se pueden potenciar las competencias argumentativas de los estudiantes, dado que uno de los fines de la investigación científica es la generación y justificación de enunciados y acciones encaminadas a la comprensión de la naturaleza.

Por lo anterior, se encuentra pertinente diseñar una secuencia de actividades la cual se piloteo en un grupo de estudiantes de primer semestre de la Universidad ECCI los cuales cursan carreras relacionadas con ingeniería ambiental, tecnólogos en gestión ambiental y tecnólogos en procesos químicos industriales, a los cuales se les enseñó a sintetizar nanopartículas de cobre comprobando la actividad antimicrobiana de estas al realizar la siembra de la bacteria E. Coli presente en una muestra de agua del Río Arzobispo; mediante este pilotaje de actividades se evaluó y caracterizó los niveles de argumentación de los participantes por medio de diferentes lecturas socioambientales enfocadas al uso e implementación de dichos nanomateriales. Es por ello que este trabajo de investigación se centra en el desarrollo de la argumentación, puesto que desde el aula de clase, se busca crear espacios donde se genere un ambiente propicio para debates,

desarrollo de lecturas y construcción de argumentos desde una postura crítica, donde surja una riqueza significativa para la acción argumentativa, en la cual se vincule a los estudiantes a la argumentación mediante los diversos temas y actividades, facilitando el aprendizaje y comprensión de los conceptos; formando una apropiación y aproximación al conocimiento científico, con la finalidad de que los estudiantes comprendan con sus propias palabras los temas científicos de situaciones de la cotidianidad.

En este sentido, se estructuró y desarrolló el siguiente documento que contiene: en el primer capítulo, el problema de investigación enfocado en la caracterización de los niveles de argumentación mediante la química en contexto, desde allí se realiza la formulación de la pregunta problema, los objetivos de la investigación, la justificación soportada en las líneas de investigación y lo documentado en la literatura. El segundo capítulo presenta los referentes conceptuales a partir de los antecedentes del problema relacionado con la actividad antimicrobiana de las nanopartículas de cobre, los componentes de la química en contexto y las habilidades argumentativas. El tercer capítulo describe el marco metodológico el cual orienta el proceso para cumplir con los objetivos propuestos, las fases de investigación, los instrumentos para la recolección de datos, los criterios y evaluación para caracterizar los argumentos expuestos por los participantes. Así mismo, se propone una investigación cualitativa y tres fases asociadas a cada objetivo para analizar la incidencia del diseño y pilotaje de una secuencia de actividades fundamentada en la actividad antimicrobiana de las nanopartículas de cobre y enfocada en la química en contexto para el desarrollo de la argumentación científica en un grupo de estudiantes de primer semestre de la Universidad ECCI.

En la primera fase se sintetizaron las nanopartículas de cobre por el método de coprecipitación las cuales fueron soportadas en una matriz biopolimérica (pellets y filtros de leche) y para determinar el tamaño de estas se empleó la espectroscopia UV-VIS, cabe resaltar que, en esta fase se diseñó y construyó un prototipo de filtro para realizar pruebas con una fuente de agua contaminada para así tener un acercamiento a la comprobación antimicrobiana de las nanopartículas. La segunda y tercera fase se realizaron con un taller práctico sobre nanotecnología en la Universidad ECCI, allí

mediante una encuesta online y un consentimiento informado se caracterizó a los participantes (ver anexo 1, 2 y 3), permitiendo conocer el semestre, la carrera que cursan actualmente, su edad y género. Finalmente, se realizó el pilotaje de dos de las cuatro actividades propuestas en la secuencia y se llevaron a cabo dos laboratorios prácticos para la síntesis y comprobación de la actividad antimicrobiana de las nanopartículas, las actividades piloteadas fueron: 1. Leer para argumentar, 2. Nanopartículas de cobre, una alternativa a la mejora de la calidad del agua y 3. Práctica de laboratorio para sintetizar nanopartículas de cobre y soportarlas en filtros para comprobar su actividad antimicrobiana mediante la siembra de E. Coli. En esta práctica se almacenaron partes de los filtros y transcurridas 24 horas se vieron reflejados los resultados frente a la disminución del crecimiento de la cepa bacteriana en el caldo de cultivo. Cabe resaltar que los instrumentos diseñados en la secuencia de actividades permitieron recolectar información para identificar el nivel de argumentación de los participantes mediante los niveles de argumentación planteados por Sardá y Sanmartí (2000) basados en la estructura de los textos argumentativos (hechos, justificación y conclusión). En el cuarto capítulo se encuentra el análisis de los resultados para cada fase, del mismo modo, se establece la interpretación final de los datos recopilados junto con las evidencias del pilotaje y desarrollo de la secuencia de actividades, así mismo, en este capítulo, se encuentran las conclusiones y recomendaciones en donde se resalta la importancia del desarrollo de la argumentación en ciencias enfocada en la química en contexto. Por último, se establece la relevancia del pilotaje de la secuencia de actividades ya que permitió la recopilación de información para diagnosticar y caracterizar el nivel de argumentación que desarrollan los participantes y posteriormente llegar a reconocer la importancia de implementar actividades que fortalezcan las habilidades argumentativas de los estudiantes desde los primeros semestres académicos.

CAPÍTULO I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1. DESCRIPCIÓN, DELIMITACIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La formación en ciencias cada vez se hace una necesidad más notable en un mundo cambiante, desafiante y complejo en donde se espera que su población logre tener los conocimientos y herramientas necesarias para comprender su entorno siempre desde un punto de vista crítico, reflexivo y fundamentado; por lo tanto, es primordial promover desde la escuela el desarrollo de pensamiento crítico para potencializar la habilidad de dominio específico de contrarrestar y fundamentar sus ideas, proporcionando espacios para el desarrollo de investigaciones que permitan que los estudiantes se acerquen desde sus aulas de clase a las formas de trabajo científico propias de las comunidades académicas, dentro de las que se destaca, de manera especial, las referidas a los múltiples usos del lenguaje y de la argumentación (Duschl y Osborne, 2002).

Ya que como indican Riquelme, Woldarsky & Morales (2018) el pensamiento crítico es la capacidad de racionalizar las ideas, formar juicios propios respecto de las situaciones a las que los estudiantes se enfrentan, generar puntos de vista que aporten a la reflexión desde la racionalidad vinculando los diversos temas y conceptos trabajados en clase, para así fomentar y fortalecer el proceso de enseñanza-aprendizaje. Cabe resaltar que uno de los componentes principales e importantes del pensamiento crítico es la argumentación, la cual esta enteramente involucrada en los procesos de aprendizaje en medida que aporta a los estudiantes el fortalecimiento de sus posturas y toma de decisiones frente a determinados conceptos. En este sentido, es necesario formular nuevas estrategias tanto en didáctica como en pedagogía donde se tenga en cuenta el qué, para qué y cómo se enseña, ya que una de las principales finalidades de enseñar a argumentar en las clases de ciencias, es que el estudiante se involucre en la toma de decisiones, que sean coherentes con sus argumentos y, al mismo tiempo, tome conciencia de los procesos implicados en su elaboración (Sanmartí, Pipitone y Sardá, 2009) para así incentivar al estudiante, mediante situaciones cotidianas, por el

conocimiento científico y más que ello se proporcionen los instrumentos necesarios para que las presentes y futuras generaciones como ciudadanos del mundo asuman su responsabilidad social para la toma de decisiones informadas y argumentadas de manera integral, ínter y transdisciplinar que permiten comprender la naturaleza de las ciencias, en general y de la Química en particular.

Por otra parte, en la educación existen diferentes metodologías y modelos para llevar a cabo una investigación, los cuales inciden en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Uno de ellos son las secuencias de actividades o más conocidas como secuencias didácticas definidas por Obaya & Ponce (2007) como un modelo alternativo en la enseñanza en términos que posibilita concretar decisiones y opciones frente a la planificación educativa como sus finalidades, proyectos curriculares y todo lo que de alguna manera enmarque y justifique las dinámicas que con lleva la enseñanza. Siendo este un instrumento que orienta y facilita el desarrollo práctico, la cual está encaminada a poder adaptarse a la realidad y contexto concreto que responda a las necesidades de la comunidad a la que va dirigida.

De acuerdo con lo anterior, en el campo de la didáctica, han surgido diferencias y cuestionamientos con respecto a la relación y articulación entre la ciencia y la sociedad, por lo cual se ha desarrollado e implementado el modelo de la química en contexto en los currículos; como una respuesta metodológica a las necesidades actuales en el área de las ciencias para así incentivar, fortalecer y mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje desde una perspectiva contextualizada, puesto que, es necesario desarrollar en el aula metodologías que permitan a los estudiantes generar nuevas miradas, diferentes a las de ellos, visualizando nuevos aspectos, empleando información contundente y fundamentada que solucione los problemas que surjan frente a los aspectos particulares de la química, y en este caso, especialmente a los tratados durante pilotaje de la secuencia didáctica enfocada en la actividad antimicrobiana de las nanopartículas de cobre. En este orden de ideas, la pregunta de investigación que orientó el presente trabajo es:

¿Qué caracteriza el diseño de una secuencia didáctica fundamentada en la actividad antimicrobiana de las nanopartículas de cobre y la química en contexto para el desarrollo de la argumentación en ciencias de un grupo de estudiantes de primer semestre de la Universidad ECCI?

2. JUSTIFICACIÓN

El cobre, un metal con diversas propiedades, ha sido utilizado como biocida en medicina y en productos de cuidado personal durante muchos años en diversas culturas. En su forma natural, el cobre cuenta con un distintivo color anaranjado-rojizo, y también se encuentra presente en varios minerales en forma de aleaciones. De acuerdo con Prado, Vidal & Durán (2012) este metal cuenta con una gran capacidad antimicrobiana y en siglo XX previo a la era antibiótica diferentes compuestos químicos de cobre como, por ejemplo, soluciones o ungüentos de sulfato de cobre (CuSO_4) fueron utilizados en el tratamiento de patologías infecciosas, principalmente para combatir el impétigo, la tuberculosis y la sífilis. Así mismo, se ha demostrado que este metal posee la capacidad de destruir virus de gran importancia médica, entre ellos el virus influenza A y el virus de inmunodeficiencia humana (VIH), suministrados en concentraciones bajas como 0,16 a 1,6 mM, de aquí su uso a nivel nanométrico.

Así mismo, en las últimas décadas, ha surgido un creciente interés en la síntesis de nanomateriales, con un enfoque particular en las nanopartículas de cobre. Esto se debe a las diversas propiedades físicas y químicas que las distinguen y les confieren ventajas sobre nanopartículas de otros metales. Estas características únicas les otorgan una versatilidad que se traduce en aplicaciones prácticas, como, por ejemplo, su uso como catalizadores en la desintoxicación de gases o en la electrorremediación de aguas contaminadas.

Es relevante destacar que, al abordar cuestiones socioambientales mediante el modelo de la secuencia didáctica, se generan entornos educativos propicios para la argumentación en ciencias. Este modelo facilita el desarrollo de premisas y orientaciones para la toma de decisiones, permitiendo a los estudiantes vincular su entorno con los conceptos científicos a desarrollar; desde el enfoque de la química en contexto, la cual modifica la perspectiva de los estudiantes hacia estos temas, fomentando un aprendizaje significativo aplicable en su vida cotidiana.

Cabe resaltar que la secuencia didáctica se diseñó teniendo en cuenta aspectos conceptuales, procedimentales y actitudinales puesto que son fundamentales para el desarrollo personal, social y crítico por medio de las habilidades argumentativas y en este caso, el desarrollo de argumentos científicos; en el aspecto conceptual se analizan los argumentos logrados mediante situaciones socio científicas generadas desde la química en contexto basados en investigaciones soportadas por hechos y datos verídicos. Por otra parte, en el aspecto procedimental el estudiante adopta un rol activo frente a la argumentación científica ya que por medio de actividades que este mismo realiza, diseña y desarrolla logra tener progresivamente un nivel de argumentación. Finalmente, en el aspecto actitudinal desde la química en contexto se entiende como la aplicabilidad de los conceptos en la vida y experiencias personales de los sujetos (Frasson, 2010) y como con esto se logra desarrollar conciencia en los estudiantes frente a contenidos disciplinares relevantes que rodean su contexto (Oliveira y Del Pinto, 2013).

En este orden de ideas, es importante resaltar que todos estos elementos de la química en contexto fueron importantes para el desarrollo de la presente investigación ya que durante el pilotaje de la secuencia didáctica realizado en el marco de la celebración de la semana de la ingeniería en la universidad ECCI fue oportuno reunir varias áreas de la ciencia en torno a una problemática del mundo real, en donde se permitió desarrollar un componente clave de la química en contexto como lo es la interdisciplinariedad para abordar la problemática desde una perspectiva más amplia, promoviendo la argumentación en ciencias de estudiantes de primer semestre de diversas ingenierías, técnicos y tecnólogos.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo general

Analizar los elementos que caracterizan una secuencia didáctica fundamentada en la actividad antimicrobiana de nanopartículas de cobre y la química en contexto para el desarrollo de la argumentación en ciencias de un grupo de estudiantes de primer semestre de la Universidad ECCI.

3.2. Objetivos específicos

- Caracterizar las propiedades antimicrobianas de nanopartículas de cobre sintetizadas por el método de coprecipitación para definir el componente conceptual que orienta el diseño de la secuencia de actividades.
- Diagnosticar el nivel de argumentación de un grupo de estudiantes de primer semestre de la Universidad ECCI a partir del pilotaje de una secuencia de actividades diseñada.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

4. ANTECEDENTES

Se realizaron consultas en diferentes fuentes bibliográficas enfocadas en palabras clave como argumentación, química en contexto, secuencia didáctica y nanopartículas donde se encontraron y se seleccionaron los siguientes documentos y apartados que aportan elementos importantes para la sustentación del presente trabajo:

4.1. Argumentación científica

Tamayo, (2011) en el artículo “La argumentación como constituyente del pensamiento crítico de los niños”, realiza una investigación en niños de 4º y 5º de primaria mediante una intervención didáctica con diez actividades enfocadas en el desarrollo del pensamiento crítico desde la resolución de problemas, argumentación y metacognición, creando niveles de argumentación basados en las matrices argumentativas de Toulmin (2007) para crear categorías y caracterizar estos niveles según la calidad del argumento propuesto por Erduran (2008); este trabajo investigativo aporta los diferentes significados y modelos sobre argumentación y su contribución a la clase de ciencias dando una metodología viable desde la didáctica de las ciencias, enfocada en la ciencia en contexto; para la estructuración, desarrollo y caracterización de los argumentos y así mismo para la recolección de datos y tabulación de resultados en su momento de aplicación.

Vásquez (2022) en su tesis “Caracterización de los niveles de argumentación escrita en ciencias en la escritura de informes de trabajos prácticos de laboratorio en estudiantes de grado once de la institución educativa instituto técnico industrial” realiza una caracterización del progreso que tienen los estudiantes frente a los niveles de la argumentación mediante la elaboración de informes de trabajos prácticos de laboratorio caseros, puesto que se llevó a cabo durante la pandemia por el virus COVID-19, en este trabajo Vásquez implementa una secuencia didáctica dividida en 12 sesiones, evaluando tanto los argumentos como los informes de laboratorio por medio de una rúbrica. Del anterior trabajo, es importante tener en cuenta el enfoque cualitativo de la investigación

frente a los niveles de argumentación que tienen los estudiantes, los cuales se pueden potenciar y desarrollar en la clase de ciencias como la escritura y justificación de los conceptos contribuyendo al aprendizaje de conceptos químicos desde la cotidianidad, además de la información a detalle sobre los niveles de argumentación escrita en ciencias en los Trabajos Prácticos de Laboratorio ya que muestra una mayor comprensión sobre como los estudiantes desarrollan sus habilidades en un contexto educativo que promueve la enseñanza y aprendizaje de las ciencias.

4.2. Actividad antimicrobiana de las nanopartículas de cobre

Reyes (2012), en su tesis de maestría denominada “Síntesis y caracterización de nanopartículas de cobre y óxido de cobre y su incorporación en una matriz polimérica y el estudio de sus propiedades antibacterianas” señala como en las últimas décadas el interés por los nanocompuestos ha estado en auge ya que presentan múltiples propiedades que se pueden aplicar en diferentes ámbitos como la medicina, la industria automotriz y electrodoméstica; señalando que algunas empresas han desarrollado diferentes nanocompuestos para lograr combinaciones únicas obteniendo buenas propiedades como alta resistencia al impacto, mejor transparencia y rigidez. Así mismo señala que de acuerdo con la literatura, las nanopartículas de cobre han sido sintetizadas por diversos métodos, a partir de los cuales se puede tener un control en el tamaño y morfología. También señala que los parámetros más importantes a considerar son la relación molar, temperatura, pH, velocidad de agitación, entre otros. En este orden de ideas, el anterior trabajo aporta varios factores a considerar; entre ellos, que el cobre puede presentar características particulares que pueden modificarse según el método empleado para caracterizarlas y sintetizarlas, ya que el mecanismo antimicrobiano del cobre es complejo por su alto potencial de oxidación.

Hernández y Padilla (2017) proponen la preparación, caracterización y evaluación antimicrobiana de nanocompuestos a base de quitosano y nanopartículas de cobre en su artículo denominado “Actividad Antimicrobiana de Nanopartículas de Cobre Soportadas en una Matriz de Quitosano” aquí se plantea que las nanopartículas de Cobre y sus

óxidos (CuO y Cu₂O) tienen la capacidad de inhibir el crecimiento de microorganismos, así mismo, plantea que varios autores han reportado que los mecanismos de acción antimicrobiana se deben al tamaño y forma de la partícula, siendo estas características, fundamentales para que los iones logren ser liberados e interaccionen con la pared celular de las bacterias, sin embargo, sugiere que se debe profundizar en estos mecanismos de acción para que sea efectivo el proceso. Del trabajo realizado por Hernández & Padilla (2017) se extraen elementos fundamentales para lograr desarrollar la caracterización de las nanopartículas de cobre con el fin de corroborar si efectivamente estas cuentan con actividad antimicrobiana y la relación que existe entre los tiempos de interacción y la concentración de las nanopartículas.

4.3. Química en contexto

Meroni, Copello & Paredes (2015) en su artículo “Enseñar química en contexto. Una dimensión de la innovación didáctica en educación secundaria” analizan el concepto de química en contexto desde el enfoque Ciencia, Sociedad y Tecnología aplicado en la enseñanza, haciendo un estudio sobre las prácticas innovadoras, la identificación de estas y sus características. Este estudio lo realizaron mediante una serie de entrevistas semiestructuradas a 6 innovadores seleccionados de un grupo de 29, desde allí lograron identificar prácticas innovadoras recogiendo un conjunto de actividades que se centran en la contextualización de la enseñanza de química, centrados en lo cotidiano. Este artículo aporta en el presente trabajo en la medida de la definición de la química en contexto, sus herramientas innovadoras y la cercanía al conocimiento científico desde la cotidianidad haciendo que sea más fácil tanto enseñar como aprender ciencia.

Camaño (2018). En su investigación llamada “Enseñar química en contexto: un recorrido por los proyectos de química en contexto desde la década de los 80 hasta la actualidad”, realiza un recorrido histórico por los diferentes currículos y proyectos de química en contexto en un lapso de más de 40 años, destacando y resaltando tanto las diferentes reformas a los sistemas de educación como las nuevas perspectivas y enfoques didácticos que han ido cambiando los currículos de química, intentando recoger y analizar

las innovaciones y materiales curriculares más relevantes en algunos países europeos y latinoamericanos. Esta investigación aporta al presente trabajo en cuanto a las características que maneja la química en contexto, sus características a nivel del currículo, y los diferentes retos que tiene este enfoque en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias.

4.4. Secuencia Didáctica

En este sentido, el diseño de una secuencia didáctica enfocada en aspectos educativos se enfatiza en promover el aprendizaje en los estudiantes con el fin de plantear soluciones a situaciones socioambientales en el contexto que los rodea dando un significado a los conceptos y modelos aprendidos en clase. Tal como lo define Díaz-Barriga (2013) las secuencias didácticas son una organización de las actividades de aprendizaje que se realizarán con los alumnos y para los alumnos con la finalidad de crear situaciones que les permitan desarrollar un aprendizaje significativo, siendo este un instrumento que facilita el conocimiento de la asignatura y el desarrollo del plan de estudios donde se involucra la visión pedagógica del docente al diseñar y plantear actividades para el aprendizaje de los estudiantes, donde se vinculen sus conocimientos, ideas y experiencias previas con algún problema real relacionado con el objeto de estudio a desarrollar. El diseño de una secuencia de actividades debe integrar el aprendizaje y la evaluación de forma paralela teniendo en cuenta aspectos procedimentales, conceptuales, actitudinales y la metodología a desarrollar; ayudando a cumplir los objetivos propuestos por cada área siendo uno de los mayores desafíos para los docentes.

Guisasola, Ametller & Zuza (2021) en su artículo titulado “Investigación basada en el diseño de Secuencias de enseñanza - aprendizaje: una línea de investigación emergente en Enseñanza de las Ciencias” señalan la importancia que han tomado las secuencias de enseñanza/ aprendizaje en el ámbito de la investigación educativa y su relación con las líneas de investigación basadas en diseño, menciona los diferentes enfoques o teorías de diseño que pueden orientar las secuencias tales como la teoría del diseño de

los proyectos CLIS (Children's Learning in Science) donde se estimula a los estudiantes a expresar sus ideas previas sobre el tema o concepto a desarrollar y con base a estas se estructuran actividades donde se involucren y surjan nuevas ideas con la finalidad de describir el aprendizaje de los estudiantes; desde allí resaltan la contribución de las teorías epistemológicas y cognitivas en el proceso de diseño de las actividades que conforman las secuencias. Este artículo aporta al presente trabajo en medida y definición del diseño de la secuencia de actividades realizada para llevar a cabo el pilotaje del estudio de caso, puesto que da herramientas para hacer una relación entre el desarrollo del conocimiento y la manera de evaluar dicho conocimiento, algo que se logra hacer progresivamente al realizar las actividades.

5. REFERENTES CONCEPTUALES

La base teórica de este trabajo da cuenta de los elementos conceptuales que sustentan el desarrollo de la capacidad para argumentar en ciencias naturales, por lo que se describen los siguientes referentes teóricos: el desarrollo de habilidades argumentativas, definiéndolas desde los modelos que explican la argumentación. Posteriormente, se aborda el tema disciplinar sobre las nanopartículas de cobre, su síntesis, caracterización y finalmente se da relevancia al enfoque con respecto a la química en contexto.

5.1. Habilidades argumentativas

La argumentación “puede entenderse en términos de la calidad del desempeño que muestran los hablantes en la construcción y evaluación de argumentos en situaciones argumentativas” Larraín (2015), sin embargo, existen múltiples orientaciones teóricas de la argumentación que buscan ofrecer modelos y criterios para la elaboración, estructuración, producción y evaluación de argumentos frente a diversos temas, en este caso, temas científicos. Estas teorías han dividido la argumentación en tres orientaciones: la primera consiste en el análisis lógico, que reconoce la justificación de unas propuestas en otras; la segunda se refiere a la dialéctica, en cuanto a la facilidad de persuasión y aceptación de los demás frente a determinado tema y la tercera se debe a la retórica donde se pretende valorar el origen del discurso, recursos y fines de persuasión (a que se quiere llegar) y el estilo del hablador.

A continuación, se nombran algunos de los diferentes modelos que explican la argumentación:

- Toulmin: Propone que un argumento es todo lo usado para justificar o refutar una proposición. El modelo de Toulmin permite que los alumnos reflexionen sobre la estructura del texto argumentativo (Sardá y Sanmartí, 2000; Driver y Newton, 1997).

- Van Dijk (1989): Sostiene que la estructura del texto argumentativo puede descomponerse más allá de la hipótesis y la conclusión incluyendo la justificación, las especificaciones del tiempo, lugar y las circunstancias en las cuales se produce la argumentación. Para Van Dijk lo que define un texto argumentativo es la finalidad que tiene de convencer. Para ello propone que los textos argumentativos deben constituirse por tres niveles de organización: la superestructura, la macroestructura y la microestructura; esta organización a nivel científico potencia la apropiación y aumento del lenguaje científico.
- Adam (1995): Se basa en el modelo de Toulmin el cual analiza los textos argumentativos como secuencias argumentativas encadenadas, donde las conclusiones de la secuencia inician una siguiente.
- Revel, Couló, Erduran, Furman, Iglesia y Adúriz-Bravo (2005): Plantean que la argumentación es una actividad social, intelectual y verbal que sirve para justificar o refutar una opinión, y que consiste en hacer declaraciones teniendo en cuenta al receptor y la finalidad con la cual se emiten.
- Perelman y Olbrechts - Tyteca (1989): Señalan que la argumentación está orientada hacia el convencimiento o la persuasión, en tanto consideran que la finalidad de la argumentación es convencer con razones o persuadir mediante recursos afectivos.

En cuanto a la argumentación en la clase de ciencias, Vásquez (2022) lo define como una habilidad cognitivo-lingüística que da lugar a la producción de un texto que describe, explica, justifica y argumenta. El trabajo en las aulas de clase debe y pretende desarrollar esta habilidad sin importar el carácter temático o concepto a desarrollar, puesto que la argumentación permite una apropiación lingüística, donde a través del habla y la escritura se fundamenten y justifiquen los razonamientos de los estudiantes, para que de esta manera se acerquen al conocimiento científico y su lenguaje, asociándolos a situaciones

cotidianas para facilitar la comprensión de los conceptos, puesto que para el aprendizaje de las ciencias se requiere de habilidades comunicativas que dirijan la construcción y reconstrucción de modelos y conocimiento científico.

En este sentido, aprender ciencia implica saber escribir, leer y hablar ciencia ya que como lo indica San martí y Sardá (2000) una forma de aproximarse a la epistemología de la ciencia es aprender a construir afirmaciones y argumentos donde se establezcan relaciones coherentes para interpretar los fenómenos. Puesto que una de las finalidades de enseñar a argumentar en ciencias, es que los estudiantes se sumerja en la toma de decisiones con argumentos coherentes y válidos; donde identifique y analice los procesos que conlleva construir buenos argumentos. Así que para el desarrollo e identificación de los niveles de argumentación los autores proponen un esquema, adaptado del modelo de Toulmin (1993), para los textos argumentativos donde se identifica destacando las relaciones lógicas que existen entre las partes de los argumentos, siendo estas la introducción, cuerpo argumentativo y conclusión.

5.2. Nanopartículas de cobre

La nanotecnología es la ciencia que se centra en el estudio de los objetos a nano escala (nm), en dicha escala las propiedades físicas y químicas del material difieren significativamente a nivel macroscópico como microscópico. (Sengupta. 2015: p. 2), Richard Zsigmondy acoge el termino de nanómetro específicamente para caracterizar el tamaño de las partículas y es el primero en medir el tamaño de partículas como los coloides de oro utilizando un microscopio.

Richard Feynman, premio Nobel de Física en 1959, introdujo el concepto de manipulación de la materia a nivel atómico y formuló las hipótesis que sentaron las bases para la nanotecnología moderna. Gracias a los avances en este campo, se ha posibilitado la creación y el desarrollo de nuevos materiales con propiedades estructurales únicas. Estos avances han permitido el estudio y avance de la materia a nivel atómico, generando aplicaciones significativas en diversas áreas como la robótica, la medicina (especialmente en biotecnología), la química, la física, entre otras.

Se entiende como nanomateriales aquellos que miden entre 1 a 100nm y nanopartículas a estructuras con un tamaño inferior a 100nm que pueden ser sintetizadas por diferentes materiales, en el campo de la ciencia se ha generado gran interés en cuanto a sus características; estas estructuras poseen una alta cantidad de átomos superficiales y en el caso de las nanopartículas tridimensionales tanto su longitud, su anchura y altura se encuentran dentro del rango nanométrico. Si varían estas dimensiones, las características en cuanto a su forma cambia ya que pueden ser esféricas o alargadas. En el caso de nanopartículas bidimensionales sí el área superficial aumenta, el diámetro de la partícula disminuye y como consecuencia presenta un incremento en las propiedades originales del material en bruto (Galdiero, 2011), es decir que, tienen una estructura plana que exhibe una alta relación superficie-volumen en comparación con partículas tridimensionales, cuando la superficie de una nanopartícula bidimensional se incrementa, hay una mayor exposición de los átomos en la superficie generando un aumento en la reactividad química. Así mismo, las nanopartículas compuestas por metales poseen propiedades biológicas, catalíticas, electrónicas y ópticas que han contribuido en áreas de conocimiento como la química, física, biología y medicina.

En cuanto a las nanopartículas de cobre, cabe resaltar que este material es considerado como uno de los más importantes en la tecnología moderna (Yong & Zhang, 2002), estas nanopartículas poseen una alta conductividad térmica y eléctrica, presenta una alta área de superficie respecto con a su volumen, esto resalta las propiedades del cobre y favorece la liberación de iones cobre (Cu^{2+}) los cuales son usados en el área de catálisis, siendo aún más nocivo para microorganismos patógenos (Barba & Pachacama, 2021).

Por otra parte, de acuerdo con Trepiana (2015), la síntesis de las nanopartículas de cobre depende de la nucleación y de la estabilidad que se les otorgue a las partículas puesto que es fundamental controlar correctamente el tamaño, su distribución y la forma de las nanopartículas para que cumplan efectivamente con su actividad antimicrobiana. Para ellos se proponen varios métodos y rutas sintéticas, sin embargo, Trepiana (2015) resalta que los métodos químicos, son los más utilizados debido a su potencial para controlar

dichos factores ya que tradicionalmente utilizan agentes reductores y estabilizadores durante la síntesis.

5.3. Síntesis de nanopartículas de cobre

Como se mencionó anteriormente, existen múltiples métodos para la síntesis de nanopartículas, en donde priorizan los de carácter químico debido a su bajo costo de producción, porque garantizan un tamaño adecuado de nanopartícula y su grado de homogeneidad.

A continuación, se describe un método de síntesis bastante utilizado: La Coprecipitación química. Rodríguez (2012) indica que este método es relativamente fácil que parte de disoluciones acuosas de sales que posean el metal a utilizar, en donde en presencia de otra solución específica a un pH adecuado, dichas sales se descomponen liberando los iones metálicos. Así mismo, indica que las características de las nanopartículas van a depender del tipo de sal empleada, la temperatura de reacción, el pH de la disolución y la fuerza iónica del medio por lo que una vez establecidas dichas condiciones es posible obtener resultados reproducibles.

Por otra parte, López (2018) señala que el método de Coprecipitación a pesar de su sencillez y la cantidad abundante de nanopartículas que se pueden obtener, el control en las condiciones de la distribución del tamaño de las nanopartículas es limitado ya que en este método solo los factores cinéticos controlan el crecimiento del cristal. Cabe resaltar que la síntesis de nanopartículas se lleva a cabo durante dos etapas: primero, la nucleación, la cual ocurre cuando la concentración de la especie alcanza la supersaturación crítica y la segunda, el crecimiento lento de los núcleos por difusión de los solutos a la superficie del cristal por esta razón, para producir nanopartículas lo más homogéneas posibles, la nucleación se debe controlar durante el periodo de crecimiento. Para ello, se debe ajustar el pH, la temperatura, la naturaleza de las sales utilizadas o la relación de la concentración. De este modo, controlando todos estos parámetros se pueden obtener nanopartículas con un tamaño menor a 100 nm.

5.4. Caracterización de las nanopartículas de cobre

Para realizar la caracterización de las nanopartículas de cobre se recurre a varias técnicas las cuales se describen a continuación:

5.4.1. Espectrofotometría UV-VIS

Tiene relación con la absorción de radiación lumínica ultravioleta y visible por parte de una especie molecular o iónica promoviendo el paso de un electrón desde un orbital molecular fundamental a un orbital excitado. De acuerdo con Manrique, Pérez & Pérez (2019) este fenómeno surge en el momento en que se producen transiciones de electrones desde niveles energéticos bajos a niveles más altos y transiciones entre un orbital enlazante a un par de electrones libres y otro orbital incompleto anti enlazante.

Por otra parte, la espectroscopia UV-VIS puede relacionarse con la nanotecnología mediante la Resonancia de Plasmón Superficial Localizado, ya que como lo indica Rojas (2020) las nanopartículas interactúan con el haz de luz causando un fenómeno óptico en función del color, el tamaño y la forma, además de explicar cómo se producen transiciones de electrones desde niveles energéticos bajos a niveles más altos.

Cabe resaltar que, la espectroscopia brinda información sobre la frecuencia o longitud de onda (distancia a la cual se encuentran dos crestas consecutivas, indicando un rango específico dentro del espectro electromagnético) en la cual una molécula puede absorber o emitir energía en forma de un cuanto de luz. Es por esta razón que los electrones libres del metal se acoplarán con la luz que incide sobre la nanoestructura y se tendrá un acoplamiento fotón-plasmón indicando así el tamaño de la nanopartícula.

Además, Rojas (2020) señala que las nubes de electrones de las nanopartículas experimentan vibraciones al absorber energía de la longitud de onda. Este fenómeno conduce a un confinamiento espacial característico de las nanopartículas, generando una fuerza de restauración sobre los electrones del material. Como resultado, se produce una

resonancia que da lugar a un Plasmón Superficial Localizado (LSP). Esta resonancia plasmónica específica se encuentra espacialmente dentro de la nanoestructura, donde se originan ondas estacionarias en respuesta a la dispersión de la onda del campo electromagnético oscilante incidente.

5.4.2. Filtración por membrana

La filtración por membrana es un método que se realiza en microbiología para determinar Coliformes totales y Coliformes fecales, en especial *Escherichia Coli*, en fuentes hídricas. Según Páez (2008) este es un método reproducible para analizar volúmenes de muestra relativamente grandes en el cual la muestra de agua pasa mediante un filtro de celulosa cuyo tamaño de poro sea de 0,45 micras, para que las bacterias queden retenidas; posteriormente, el filtro es colocado en un medio de cultivo y es incubado a una temperatura de $35\pm 2^{\circ}\text{C}$, es decir que, la temperatura objetivo es de 35 grados Celsius, con un margen de error de más o menos 2 grados Celsius, durante 18 a 20 horas. Cabe resaltar que, si la muestra está bastante contaminada se deben preparar diluciones de muestras ya que el crecimiento excesivo de bacterias en el medio de cultivo hace imposible el recuento de las colonias, igualmente, el agua con mucha turbidez puede limitar el volumen de las muestras y si se encuentra contaminada por metales o fenoles estos pueden ser absorbidos por los filtros inhibiendo el crecimiento de las colonias.

De acuerdo con el Instituto de Hidrología, meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), se emplea el medio de cultivo Chromocult, conocido por fomentar el crecimiento y facilitar la identificación de microorganismos. Este medio de cultivo contiene reactivos con el sustrato Salmon GAL – 6 cloro – 3 indol y β D galactopiranosido, que sirve como sustrato cromogénico en la detección de la enzima galactosidasa presente en las colonias bacterianas durante un ensayo colorimétrico. Este proceso provoca un cambio en el color de las colonias, que adquieren una tonalidad rojo salmón, especialmente evidente en la presencia de coliformes totales. Para distinguir la *Escherichia Coli* de los coliformes totales, se utiliza el sustrato cromogénico X-Glucorósido, el cual reacciona con la enzima glucoronidasa. Es importante señalar que estas enzimas también interactúan con el

sustrato Salmon-GAL, generando un color azul-violeta en la colonia durante la observación.

5.5. Química en contexto

En los últimos años, el aprendizaje y enseñanza de las ciencias ha tenido transformaciones en hacer sencillo y/o cotidiano el conocimiento científico, partiendo de situaciones del diario vivir relacionadas con el tema específico de la ciencia, y en este caso específico con temáticas enfocadas en química, para promover una comprensión de las ciencias como construcción humana, en una verdadera alfabetización científica (Jiménez Liso y De Manuel, 2009) relacionándola con la vida real para responder a los intereses y necesidades de las personas. La manera más adecuada de utilizar la química en contexto, entendiéndose este como la relación que existe o que se puede crear entre la aplicación de la ciencia y las interacciones que tiene con la sociedad y el medio ambiente que la rodea, es hacer que los conceptos ayuden a interpretar y explicar el contexto; para así mismo este sea útil para el desarrollo y comprensión de las diferentes temáticas y conceptos que conllevan el estudio de las ciencias.

CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO

6. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

El presente trabajo se lleva a cabo en un grupo de estudiantes de primer semestre de la Universidad ECCI que cursan diversas carreras universitarias entre ellas ingeniería ambiental, tecnólogos en gestión ambiental y tecnólogos en procesos químicos industriales, por medio del pilotaje de un estudio de caso para el desarrollo de la argumentación científica desde una serie de actividades basadas en el modelo de San Martí para evaluar el progreso en los niveles de argumentación desde la síntesis y estudio de la actividad antimicrobiana de las nanopartículas de cobre.

6.1. Tipo de investigación

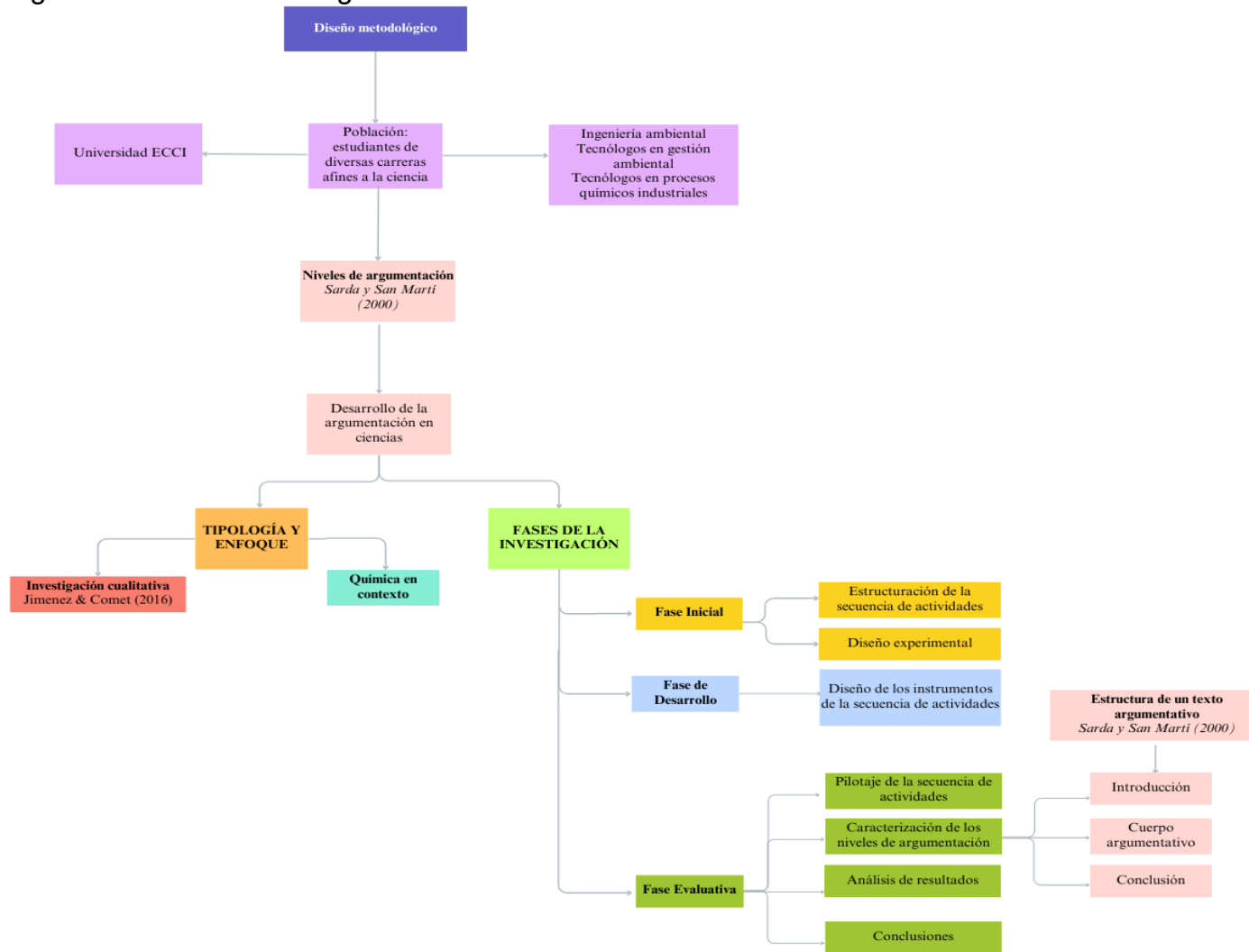
Para dar cuenta de los objetivos propuestos, este trabajo se plantea desde una investigación cualitativa, puesto que da la posibilidad de cuestionarse y hacer hipótesis antes, durante y después de finalizar la investigación para la recolección, análisis e interpretación de la información, ya que recolectan datos de los participantes en términos de aspectos personales y puntos de vista descritos desde argumentos frente a situaciones presentadas.

Así mismo, esta investigación se encuentra apoyada en la investigación etnográfica, que según Álvarez-Gayou (2003) se debe extraer y tener en cuenta las descripciones y análisis sobre el contexto que rodea a los participantes de la investigación; esto conlleva a indagar sobre los lugares o espacios que habitan con frecuencia y/o donde se realizara la investigación, del mismo modo que se analiza los comportamientos en determinadas situaciones cotidianas y las relaciones interpersonales de los sujetos considerando sus actitudes para explicar la forma y estilo de vivir; ya que el contexto da una esencia cultural que caracteriza a los seres humanos; en cuanto a estos datos culturales (historias de vida, experiencias, reflexiones, observaciones y conclusiones) se necesitan instrumentos cualitativos para su recolección y posterior análisis.

Todo esto enfocado en la química en contexto, la cual implica una transformación e innovación en la enseñanza de las ciencias haciendo más sencillo y comprensible los diferentes temas científicos puestos que los lleva a situaciones cotidianas con el propósito de responder a las necesidades de los seres humanos en el mundo actual.

A continuación, se presenta el diseño experimental formulado para el desarrollo de la investigación en la figura 1.

Figura 1 Diseño Metodológico.



Fuente: Elaboración propia.

6.2. Participantes

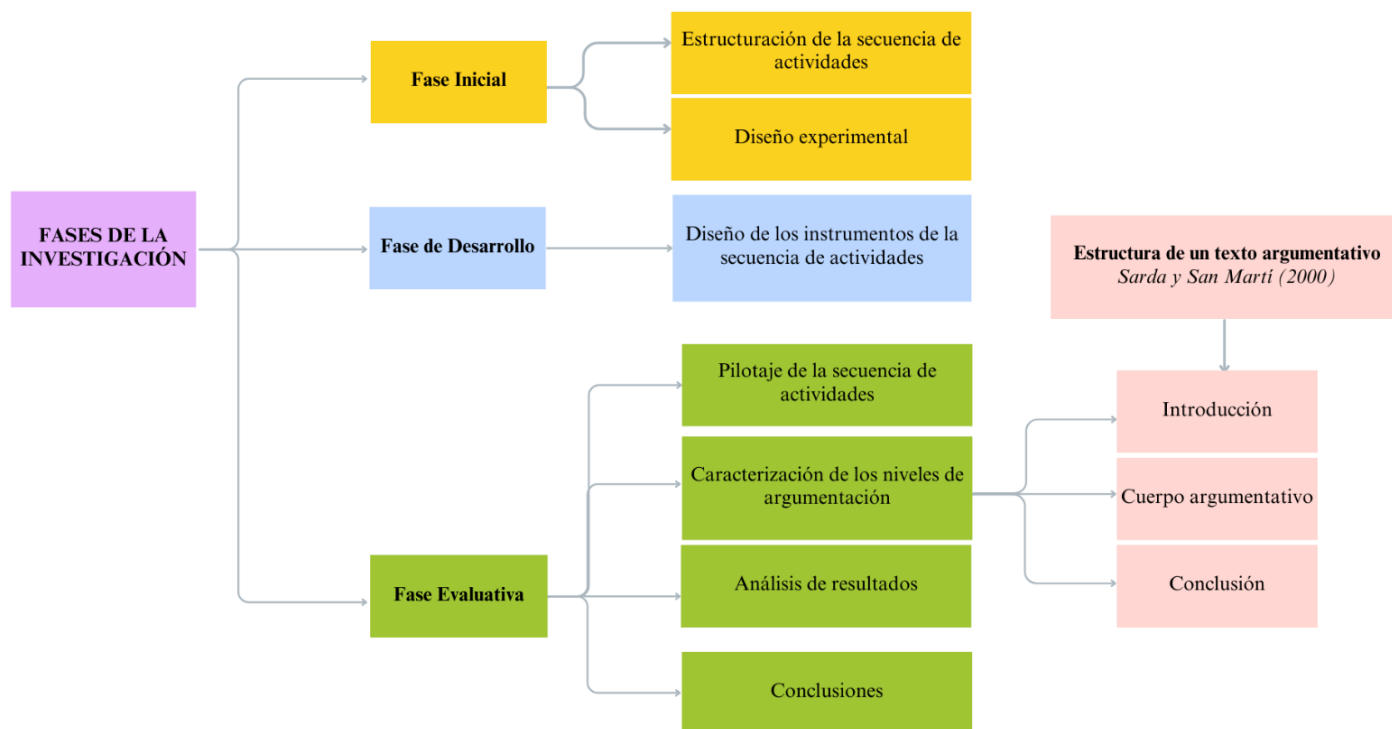
Los participantes corresponden a un grupo de estudiantes de primer semestre de la Universidad ECCI, los cuales cursan carreras relacionadas con la química quienes voluntariamente participaron en el taller de “SINTESIS DE NANOCOMPUESTOS CON PROPIEDADES ANTIMICROBIANAS” con edades comprendidas entre los 18 a 25 años.

Los estudiantes que tomaron el taller corresponden a 21 estudiantes entre hombres y mujeres quienes participaron en la aplicación del presente trabajo durante una sesión intensiva de 4 horas, cabe resaltar que la muestra intervenida no se realizó mediante muestreo sino por libre participación e intención de aprender.

6.3. Fases de la investigación

La investigación se desarrolló en tres fases, a continuación, en la figura 2 se describen y detallan cada una de ellas:

Figura 2. Fases de la investigación.



Fuente: Elaboración propia.

6.3.1. Fase inicial

Esta fase consistió en la revisión teórica y metodológica en la que se fundamenta la secuencia de actividades y el diseño experimental como se describe a continuación.

6.3.1.1. Estructuración metodológica de la secuencia de actividades

La presente fase aborda la estructuración metodológica de la secuencia de actividades, la cual se estructuró basándose en lo planeado por Diaz Barriga, (2013) ya que una secuencia de actividades pretende recopilar las ideas previas que tiene los estudiantes frente a un concepto y vincularlo a situaciones problemáticas y de contextos reales con el propósito de que la información y evolución del aprendizaje sea significativo al finalizar la aplicación de la secuencia de actividades, en este caso el pilotaje de la misma. De acuerdo con el autor, una secuencia se integra por dos elementos los cuales se realizan de manera paralela: la secuencia de actividades para el desarrollo y fortalecimiento del aprendizaje y la evaluación del aprendizaje involucrado en las mismas actividades.

Con base en lo anterior, se diseñó y estructuró una secuencia de actividades basada en lecturas sobre nanotecnología enfocada en la química en contexto y sus usos, y dos prácticas de laboratorio de síntesis de nanopartículas de cobre soportada en una matriz polimérica para comprobar su poder antimicrobiano en un cultivo de *E. Coli* y de determinación biológica de oxígeno (DBO_5) de una muestra de agua con el objetivo caracterizar y evaluar el nivel de argumentación.

La caracterización de los niveles de argumentación se abordó por medio de los niveles planteados por Sarda y San Martí (2000), basados en tres elementos de la estructura de un texto argumentativo que son la introducción, que corresponde a la parte inicial donde se da a conocer el tema a tratar y la tesis presentando la postura del autor, en este caso los participantes, frente a la situación planteada; cuerpo argumentativo, entendiéndose este como la parte donde se exponen los argumentos que apoyan la tesis y por último la conclusión, donde se identifica y conoce la opinión del autor con la finalidad de generar

un cambio en la postura y opinión del lector; dichos niveles de argumentación se organizan en la tabla 1.

Tabla 1. Niveles de argumentación.

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

Nota. Adaptado de Vásquez (2022, pg. 58)

6.4. Diseño Experimental

6.4.1. Síntesis de las nanopartículas de cobre

En esta fase, se realiza la síntesis y caracterización de las nanopartículas de cobre, para posteriormente corroborar su acción antimicrobiana empleando el método de filtración por membrana.

En primer lugar, para llevar a cabo la síntesis de las nanopartículas de cobre se utilizó el método químico denominado coprecipitación el cual consiste en la precipitación de un núcleo constituido por átomos metálicos, en este caso de Cobre y su posterior crecimiento, el método se caracteriza por tener un bajo costo y por generar nanopartículas de menor tamaño. Por lo general, el procedimiento se realiza partiendo

de sales en solución que posean el metal y una solución cuyo pH sea ácido para que las sales se descompongan liberando los iones metálicos los cuales tienden a aglomerarse formando así partículas a nano escala.

A continuación, se describen los instrumentos, reactivos y el procedimiento que se realizó para obtener las nanopartículas de cobre:

6.4.1.1. Equipos

Durante el diseño experimental para la síntesis de nanopartículas de cobre se usaron instrumentos como el agitador magnético, para evitar el aglomeramiento de las nanopartículas; un baño maría para regular la temperatura que indica el protocolo realizado en esta investigación y un baño de ultrasonido, para homogeneizar la muestra. Estos instrumentos son fundamentales ya que permiten controlar correctamente el tamaño, la distribución y la forma de las nanopartículas para que cumplan efectivamente con su actividad antimicrobiana.

Por otra parte, el instrumento que se empleó para leer el efecto de resonancia del plasmón superficial de las nanopartículas de cobre fue el espectrofotómetro UV-VIS, Shimadzu 1800, instrumento del cual se hablará más adelante, en el apartado ESPECTROSCOPIA UV-VIS.

6.4.1.2. Reactivos

Las soluciones para la síntesis de nanopartículas por el método de coprecipitación fueron preparadas a partir de Acetato de Cobre $\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ y Ácido ascórbico ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$) de grado analítico (99%), además, se empleó agua desionizada para garantizar la pureza de las mismas.

6.4.1.3. Procedimiento

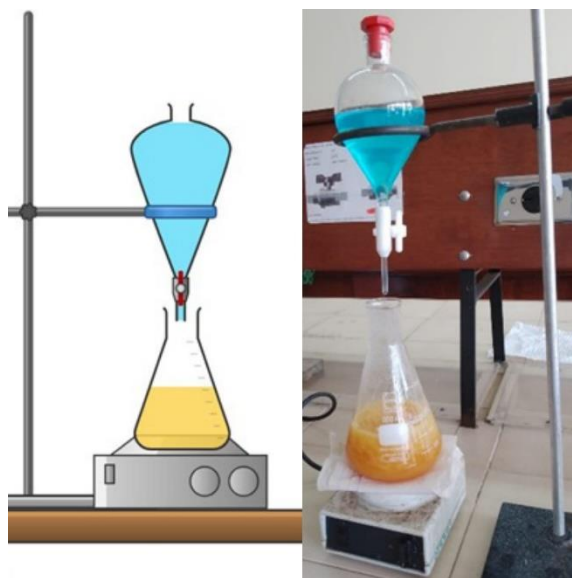
En primer lugar, para preparar la solución de Acetato de cobre se pesaron 1,5g, posteriormente fueron transferidos a un balón de 250 mL y se completó el aforo con agua

desionizada. Después de obtener la solución, esta es transferida a un embudo de decantación de 250 mL.

A continuación, para preparar la solución de ácido ascórbico se pesaron 4g, posteriormente se transfirió a un balón aforado de 250 mL y se completó volumen con agua desionizada. Tras obtener la solución, se transfiere a un Erlenmeyer de 500 mL el cual se lleva a baño María hasta alcanzar una de temperatura de 80°C y posteriormente se coloca sobre un agitador magnético.

Luego de preparar las soluciones se realiza el montaje de la *figura 3. Montaje síntesis de nanopartículas*, en donde se procede a abrir ligeramente la llave del embudo de decantación en donde el goteo sea lento y continuo. Cabe resaltar que este procedimiento se realiza en agitación constante mediante el agitador magnético durante aproximadamente 30 minutos.

Figura 3. Montaje síntesis de nanopartículas



Fuente: Elaboración propia

6.4.2. Caracterización de las nanopartículas de cobre

Se utilizó la espectroscopia UV-VIS para llevar a cabo la caracterización de las nanopartículas de cobre, proporcionando información sobre su tamaño y color. Además,

con el fin de determinar la actividad antimicrobiana de estas nanopartículas, se elaboró un filtro, seguido de la realización de dos pruebas (Filtración por membrana y Demanda Biológica de Oxígeno) para demostrar que la carga microbiana presente en una muestra de agua disminuye al entrar en contacto con dicho filtro.

6.4.2.1. Espectroscopia UV-VIS

Para leer la muestra en el espectrofotómetro se tomó 1mL de la solución de nanopartículas generada en la síntesis y se transfirió a un tubo de ensayo, posteriormente se agregaron 5 mL de agua desionizada como medio dispersante para que al momento de realizar la lectura las nanopartículas no se precipiten por lo cual también se llevó a baño de ultrasonido durante 15 minutos.

6.4.2.2 Filtración por membrana

El diseño experimental de la filtración por membrana se llevó a cabo en el laboratorio de microbiología de la Universidad ECCI, allí se realizó un montaje para tratar la muestra de agua, como se nombró anteriormente la fuente hídrica a analizar es el río Arzobispo, el cual nace en los cerros Orientales, atraviesa las localidades de Santa Fe, Chapinero, Teusaquillo, Barrios Unidos, Engativá y Suba en donde la problemática presente es la contaminación por parte de habitantes de calle que se refugian en los canales de río y los animales que rodean la zona.

Para el tratamiento de la muestra se elaboró un filtro en donde se incluyeron pellets y filtros de leche (ver figura 4). Cabe resaltar que los filtros de leche están diseñados especialmente para la filtración de tipo gravedad, ideales ya que la tela filtrante permite un flujo rápido mientras mantiene la retención de sedimentos durante el proceso, además son fáciles de usar y reemplazar. Con anterioridad fueron soportadas las nanopartículas de cobre en estas matrices; para realizar este procedimiento es necesario hidrolizar los materiales, así que, se tomaron 100 g de hidróxido de sodio los cuales se diluyeron en 250 mL de agua desionizada y se incorporaron los filtros de leche y los pellets durante tres días, pasado este tiempo se lavaron cuatro veces con agua destilada para remover

el exceso de hidróxido. Este procedimiento es necesario para que la superficie lisa de los polímeros se transforme en una más áspera y así las nanopartículas se puedan soportar.

Figura 4. Filtros de leche y pellets.



Fuente: Elaboración propia.

El siguiente paso que se realizó para soportar las nanopartículas de cobre fue introducir los pellets y los filtros de leche anteriormente hidrolizados en un Erlenmeyer de 500 mL que contiene 250 mL de solución de ácido ascórbico y se realizó el procedimiento descrito en el apartado: *SÍNTESIS DE LAS NANOPARTÍCULAS DE COBRE*.

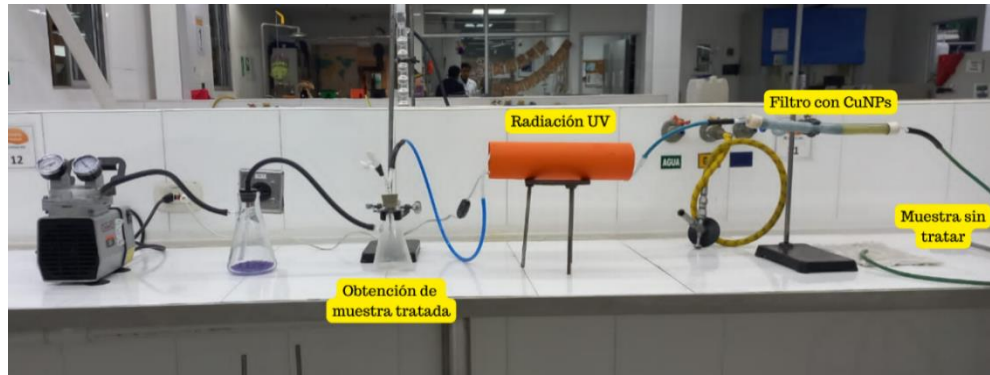
Luego de que las nanopartículas fueron soportadas en la matriz polimérica se llevó a cabo la elaboración del filtro (Ver figura 5), el montaje de filtración en donde se incluyó luz ultravioleta (Ver figura 6) y la toma de cuatro muestras: Agua directamente tomada del río arzobispo, agua que tuvo contacto con el filtro soportado con las nanopartículas de cobre, agua en contacto con radiación UV y agua en contacto con el filtro y radiación UV.

Figura 5. Prototipo de filtro.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 6. Montaje para tratamiento de muestra



Fuente: Elaboración propia.

Con la obtención de las muestras se realizó la filtración por membrana, como la carga microbiana era alta se realizaron dos diluciones de 10^{-1} y 10^{-2} las cuales fueron analizadas por el equipo, denominado Manifold, del cual se extrajo el filtro de membrana y posteriormente se realizó la siembra del medio de cultivo m – FC (medio Fecal Coliforme) el cual es específico para la detección de bacterias coliformes y se incubó a una temperatura de $35\pm 2^{\circ}\text{C}$ durante 24 horas. Finalizando el periodo de incubación se comprobó el crecimiento característico de E. Coli en cada uno de los medios de cultivo.

A continuación, se especifica el proceso que se realizó para la siembra del cultivo m – FC: En primer lugar, se colocó el porta filtros estéril sobre la base del Manifold, se coloca el embudo estéril sobre el receptáculo y se fija. Luego se llena el embudo con agua destilada estéril y se filtra con ayuda de una bomba de vacío.

Una vez se ha filtrado se cierran las llaves del Manifold y se retira el embudo para colocar con pinzas estériles un filtro de celulosa (también llamado filtro de membrana) en cada porta filtros, con la cuadrícula hacia arriba, sobre la parte porosa del receptáculo, se coloca el embudo y se adiciona la muestra a analizar. Cuando finalizó el filtrado de cada una de las muestras se cerraron las llaves, se retiró el embudo, se tomó el filtro con pinzas estériles y se colocaron sobre la superficie del medio m – FC. Después de realizar la filtración se incubaron las cajas a una temperatura de $35\pm 2^{\circ}\text{C}$ y transcurridas 24 horas se evidenció el crecimiento de colonias azules.

6.4.2.3. DBO₅ (Demanda Biológico de Oxígeno)

Una de las pruebas más empleadas para determinar la concentración de la materia orgánica en aguas residuales, es un ensayo que se realiza durante 5 días, denominado DBO₅. Para realizar este ensayo es necesario que la temperatura se mantenga en 35°C durante un periodo de 5 días ya que determina el proceso de reducción del oxígeno disuelto en la muestra de agua, sus valores se expresan en partes por millón (ppm), es decir, la cantidad de miligramos de oxígeno disuelto por cada litro de agua que se utiliza a medida en que las bacterias presentes descomponen los desechos orgánicos.

Cabe resaltar que una alta Demanda Biológica de Oxígeno indica que existe una gran cantidad de materia orgánica en el agua por lo tanto más contaminada se encuentra la fuente hídrica, agotando el oxígeno disponible, afectando a los organismos acuáticos y la calidad en general puesto que se requiere mayor cantidad de oxígeno para descomponer la materia orgánica contenida en el agua.

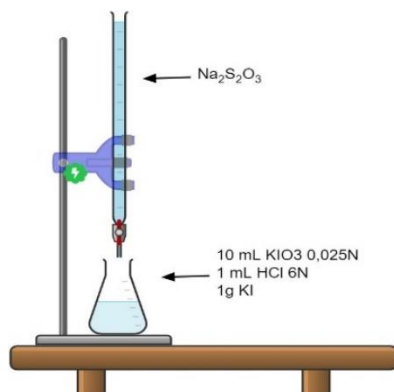
Para realizar este ensayo en primer lugar se preparó el agua de dilución, para ello, se tomaron 2 mL de cada una de las siguientes soluciones por cada litro a preparar: Solución buffer pH= 7,2; Solución sulfato de magnesio; Solución cloruro de calcio y Solución cloruro de hierro (III). Luego se dejó aireando el agua ya con sus respectivos nutrientes durante mínimo 2 horas.

Posteriormente se realizó la estandarización del tiosulfato de sodio 0,025 N, para ello se añadió solución de tiosulfato de sodio a una bureta hasta llevar a aforo. Posteriormente se tomó una alícuota de 10 mL con ayuda de una pipeta aforada de Yodato de potasio (KIO₃) 0,025 N y se llevó a un Erlenmeyer de 100 mL limpio y seco. El siguiente paso consistió en agregar 1 mL de Ácido clorhídrico (HCl) 6 N al Erlenmeyer con ayuda de una pipeta Pasteur y se pesó aproximadamente 1 g de Yoduro de potasio (KI) el cual se adicionó en el Erlenmeyer. Se procedió a agitar vigorosamente hasta que se disolvió totalmente.

Realizado el montaje de la **figura 7** se tituló la muestra hasta conseguir una tonalidad amarillenta pálida y se agregó 1 mL de la solución de almidón (indicador) con ayuda de

una pipeta Pasteur, con lo cual se tornó de una coloración azul oscura. Se continuó con la titulación hasta que la solución se tornó incolora y finalmente se tomó nota del volumen desalojado en la bureta.

Figura 7. Estandarización del tiosulfato de sodio.



Fuente: Elaboración propia

Para la preparación del testigo se completaron hasta el aforo 2 botellas Winkler con agua de dilución únicamente sin dejar burbujas de aire dentro de las botellas. Cabe mencionar que es importante rotular las botellas, para ello se marcó una de las botellas como “testigo inicial” y la otra como “testigo final”, indicando la fecha de preparación. La botella rotulada como testigo final se llevó a incubación por 5 días a una temperatura de 35 °C.

Por otra parte, se determinó el oxígeno disuelto por un método yodimétrico (método Winkler) a la botella rotulada como testigo inicial como se describe en el procedimiento final y pasados los 5 días se le determinó en oxígeno disuelto al testigo final.

Es importante tener en cuenta que si al finalizar la práctica experimental el oxígeno disuelto en el testigo inicial y el final son iguales, esto indica que las botellas Winkler no poseen fuentes de contaminación microbiológica, sin embargo, para este trabajo de investigación lo anteriormente mencionado no aplica, puesto que en los resultados se observa que las concentraciones son diferentes.

Una vez preparados los reactivos anteriores se realiza la preparación de la muestra problema, para lo cual fue necesario rotular dos botellas Winkler como “muestra sin tratar inicial” y otra como “muestra sin tratar final”, indicando la fecha.

Posteriormente se tomó una alícuota de 3mL con ayuda de una probeta y se añadió a las botellas Winkler y se llevó a 300 mL con agua de dilución sin dejar burbujas de aire dentro de las botellas.

La botella rotulada como muestra sin tratar final se llevó a incubación por 5 días a una temperatura de 35 °C y a la botella Winkler rotulada como muestra sin tratar inicial se le determinó el oxígeno disuelto por el método yodométrico, también conocido como método Winkler, como se describe en el procedimiento final. Es importante mencionar que pasados los 5 días se le determinó el oxígeno disuelto a la muestra sin tratar final.

Ya como procedimiento final se realizó la determinación de Oxígeno Disuelto (OD) por el método Winkler tanto a las muestras iniciales como las muestras finales al transcurrir los 5 días. Para ello, se añadieron 2 mL de “sulfato manganeso”, se tapó la botella volteándola encima de un beaker de 250 mL para residuos dejando escapar el exceso. Posteriormente se agitó cuidadosamente sosteniendo la tapa esmerilada 5 veces.

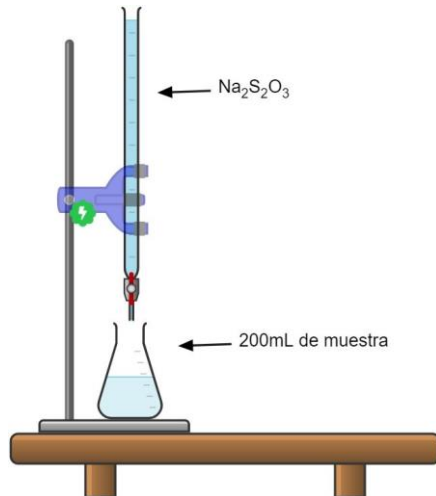
Realizado el paso anterior se destapó la botella y se añadieron 2 mL de “álcali-ioduro-azida”, se tapó la botella y se dejó escapar el exceso volteándola encima del beaker de 250 mL para residuos, así mismo, se agitó cuidadosamente sosteniendo la tapa esmerilada 5 veces y se observó un precipitado marrón lo cual indicaba presencia de oxígeno.

Después se destapó la botella para añadir 2 mL de ácido sulfúrico concentrado, se tapó la botella y se eliminó el exceso volteándola encima del beaker de 250 mL para residuos. Luego de esto se agitó 5 veces cuidadosamente sosteniendo la tapa esmerilada. Una vez fijado el oxígeno presente en la botella Winkler, se tomaron 200 mL con ayuda de una probeta y se traspasaron a un Erlenmeyer de 250 mL sin generar burbujas.

Posteriormente se cargó la bureta con la solución de tiosulfato de sodio hasta llevar a aforo, se realizó el montaje señalado en la *figura 8*. Luego de realizar el montaje se tituló la muestra hasta conseguir una tonalidad amarillenta pálida, después se agregaron 5 mL de la solución de almidón con ayuda de una pipeta Pasteur, con lo cual se tornó de una

coloración azul oscura. Se continuo con la titulación hasta que la solución se tornó incolora y se tomó nota del volumen desalojado en la bureta.

Figura 8. Montaje yodometria.



Fuente: Elaboración propia.

Este mismo procedimiento se realizó con una muestra de agua que tuvo contacto con el filtro que se realizó en donde fueron soportadas las nanopartículas de cobre, esta muestra se rotuló como “muestra tratada” con el fin de comparar la concentración de DBO_5 en agua que tuvo contacto con el filtro con una muestra de agua tomada directamente del río Arzobispo, denominada anteriormente como “muestra sin tratar”. Los resultados obtenidos se señalan más adelante en el apartado **ANÁLISIS DE DATOS**.

6.5. Fase de desarrollo

La fase de desarrollo se estructuró en dos momentos; el primero consistió en el diseño de la secuencia de actividades, basándose en la búsqueda de referentes y textos afines con los objetivos de la secuencia de actividades con la finalidad de dar cumplimiento al objetivo general del presente trabajo.

El segundo momento de esta etapa corresponde al pilotaje de la secuencia de actividades con el fin de alcanzar el segundo objetivo específico del trabajo, este pilotaje se realizó mediante una serie de actividades escriturales y dos prácticas de laboratorio enfocada en la química en contexto.

6.5.1. Secuencia de actividades

La secuencia de actividades diseñada tuvo como objetivo caracterizar y diagnosticar el nivel inicial de argumentación en un grupo de estudiantes de la Universidad ECCI, participantes del taller donde se pilotearon dichas actividades, estas se diseñaron desde la incorporación de elementos teóricos y metodológicos donde se involucran los participantes en situaciones que le permitan asumir una postura crítica mediante la construcción de argumentos frente a problemáticas socioambientales donde se utilizan nanopartículas de cobre para comprobar su poder antimicrobiano y como estas son incorporadas en la industria, todo esto bajo el enfoque de química en contexto ya que según Ruppenthal y Chitolina (2015) la contextualización es el uso de situaciones reales, cotidianas y próximas al alumno para construir significado y sentido a los conceptos científicos aprendidos. Teniendo en cuenta que una secuencia de aprendizaje engloba aquellas propuestas didácticas que constan de un conjunto articulado de actividades de enseñanza y aprendizaje basadas en la investigación, probadas y adaptadas al nivel evolutivo y a las pautas de aprendizaje esperadas de los estudiantes (Buty, Tiberghien y Le Maréchal 2004).

En este sentido, desde las actividades y mediante la argumentación se formularon situaciones de aprendizaje en las que los estudiantes evalúen enunciados, reflexionen, discutan, y tomen decisiones frente a dichas situaciones; así mismos se requiere un papel activo de los mismos, elaborando textos y discusiones argumentativas científicas, es decir, “hablar ciencia” y “escribir ciencia” en el aula (Sanmartí, 2007, citado por Jiménez, y colaboradores, 2020). Por tal motivo, se intenta problematizar y contextualizar la enseñanza de las ciencias de tal manera que los conceptos interpreten y expliquen contextos, para así, introducir y desarrollar los conceptos y modelos con la finalidad de aplicar modelos que den cuenta a nuevos contextos basando en hechos científicos (Caamaño, 2018), donde se fomente la discusión, el análisis, el desarrollo de argumentos y conclusiones puesto que uno de los fines de la investigación científica es la generación

y justificación de enunciados y acciones encaminados a la comprensión de la naturaleza (Jiménez, Bugallo y Duschl, 2000 (citado en Jiménez y Díaz de Bustamante, 2003).

De acuerdo con lo anterior, la secuencia de actividades se conformó por cuatro actividades de lectoescritura y dos prácticas de laboratorio, las cuales se realizaron de forma presencial. Esta secuencia se diseñó a partir del avance de la nanotecnología en cuanto a la incorporación de las nanopartículas de cobre en la industria y uso común, teniendo como objetivo desarrollar y caracterizar el nivel de argumentación científica, cada actividad está compuesta por elementos conceptuales, los cuáles facilitan el análisis de los argumentos logrados mediante situaciones socio científicas enfocadas en la química en contexto; procedimentales, en la medida que el estudiante toma un rol activo frente a la argumentación científica por medio del desarrollo de cada actividad, y actitudinales con respecto a la aplicación y uso en la vida cotidiana que los estudiantes le dan a los conceptos aprendidos, estos elementos fueron necesarios para abordar la situación planteada en cada lectura, permitiendo caracterizar cualitativamente el nivel de argumentación de cada participante. Cabe resaltar que se pilotearon las actividades 1, 2 y las dos prácticas de laboratorio mediante un taller en la Universidad ECCL, el cual tuvo una duración de 4 horas; por cuestiones de tiempo y disponibilidad del espacio no se logró pilotear la actividad 3 y 4. Cada actividad presenta unos criterios de evaluación los cuales permiten identificar la habilidad argumentativa que se espera los participantes adquieran al finalizar cada actividad (ver anexo 4).

Las actividades diseñadas y planteadas son:

- **Leer para argumentar:** Esta primera actividad inicia con la explicación de la definición y elementos de un texto argumentativo, acto seguido se presenta una lectura sobre la incorporación de nanopartículas de cobre mediadas por extracto de *Larrea Tridentata* para la remediación del agua y comprobación como agente antimicrobiano de las nanopartículas, allí se destaca la aplicación de la nanotecnología en la agricultura mencionando algunas avances a nivel investigativo como biorremediación de plaguicidas resistentes y los nano productos para usos agrícolas los cuales desempeñan un papel esencial en la

mejora del crecimiento de las plantas, la productividad de los cultivos y la calidad nutricional de los mismos, y para finalizar los participantes mediante un texto argumentativo de 2 o 3 párrafos máximo, dan respuesta a las siguientes preguntas; **¿Qué opina sobre los usos que pueden emplear las nanopartículas metálicas en otros aspectos de nuestra vida cotidiana? ¿En qué aspectos de su vida utilizaría las nanopartículas?**

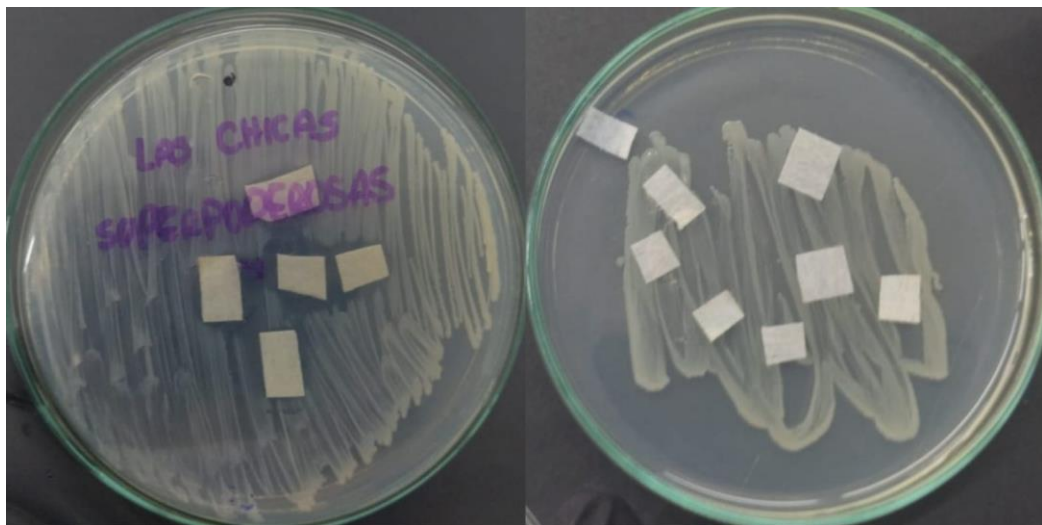
- **Nanopartículas de cobre, una alternativa a la mejora de la calidad del agua:** Esta segunda actividad consta de una lectura sobre la síntesis y caracterización de nanopartículas de cobre y el estudio de sus propiedades antibacterianas, en la cual describen la contaminación del agua debido a actividades agrícolas y como desde la nanotecnología se han desarrollado diversos tipos de nanomateriales que permiten lograr la remediación de aguas subterráneas, biorremediación, remoción de tintas entre otros, evitando así que en procesos de desinfección convencionales como los realizados en PTAP (Plantas de Tratamiento de Agua Potable) generen contaminantes emergentes ocasionando que surjan nuevas alternativas en donde las nanopartículas metálicas y de óxidos metálicos demuestren su efectiva actividad antifúngica y antibacteriana. Donde los participantes deben dar respuesta, por medio de textos argumentativos, a las siguientes preguntas; **¿Qué impacto tendría la articulación nanotecnológica con los métodos convencionales empleados para la desinfección de agua? ¿Cuáles son los beneficios de la nanotecnología en la desinfección de agua en términos de salud pública y sostenibilidad?**
- **Tratamiento de Agua Potable en PTAP y la generación de subproductos durante el proceso:** La tercera actividad se pretendía desarrollar desde una infografía sobre el proceso de tratamiento de agua de la planta de tratamiento de agua potable (PTAP) El Dorado, en esta imagen se especifican las nueve etapas y los subproductos generados en el proceso. Con este recurso informativo se pretende evaluar e informar sobre la eficacia del tratamiento, donde los

participantes deben identificar, analizar y consultar sobre los subproductos generados durante el proceso describiendo los posibles efectos tanto ambientales como de salud que ocasionan estos subproductos y para finalizar los participantes proponen alternativas para reducir la generación de subproductos empleando la nanotecnología.

- **Debate: Tratamiento de agua convencional VS tecnologías emergentes:** La cuarta actividad está basada en un debate, donde las docentes presentarían una tabla con los métodos tradicionales y las tecnologías emergentes que se llevan a cabo para el tratamiento de desinfección del agua, en base a esta información se plantean las siguientes seis preguntas:
 1. **¿Cómo se comparan los costos de implementación y mantenimiento de los métodos para el tratamiento de agua?**
 2. **¿Existen casos donde los métodos hayan demostrado ser insuficientes y se hayan requerido implementar otras soluciones?**
 3. **¿Cuáles son los riesgos ambientales asociados con el uso de las sustancias empleadas durante el tratamiento del agua?**
 4. **¿Cómo abordan los métodos la cuestión de la accesibilidad en comunidades con recursos limitados?**
 5. **¿Es posible evitar riesgos de resistencia y adaptación de contaminantes a las tecnologías propuestas?**
 6. **¿Cuál es el papel de la educación y la concientización ciudadana frente al éxito de los tratamientos de agua?, las anteriores preguntas serán las orientadoras del debate donde los participantes argumentan defendiendo su postura y dando respuestas a dichas preguntas.**
- **Práctica de Laboratorio 1: Síntesis de nanopartículas de cobre soportadas en matriz biopolimérica:** Esta práctica de laboratorio consistió en la síntesis y soporte de las nanopartículas de cobre en fibras de poliéster y matriz de pellets por método de coprecipitación, al iniciar se realiza una breve explicación del procedimiento que se va a llevar a cabo, luego de esto, se realizan siete grupos y

se entregan los materiales y reactivos necesarios para la práctica explicando la función de cada uno. Cada grupo sintetiza y soporta las nanopartículas en filtros de leche, posteriormente con ayuda de los docentes, realizan el caldo de cultivo de E. Coli en caja Petri donde se deposita partes de los filtros distribuidos en toda la caja Petri (ver figura 9) para con esto comprobar el poder antimicrobiano de las nanopartículas de cobre, al final de la práctica los participantes por medio de un párrafo expresan su experiencia en el laboratorio y como se puede aplicar las nanopartículas en futuros proyectos.

Figura 9. Cajas de Petri con filtros de leche



Fuente: Elaboración propia.

- **Práctica 2: Demanda Biológica de Oxígeno (DBO₅):** En esta práctica se realizó una demostración para determinar el porcentaje de oxígeno disuelto en una muestra falseada por el método Winkler, al iniciar se realiza una breve explicación de la práctica y del concepto DBO₅, acto seguido se realiza la entrega de los materias a los grupos ya establecidos en la anterior práctica, haciendo reconocimiento de los reactivos que se van a usar y una vez terminada la práctica de laboratorio los participantes por medio de un párrafo, se responde conjuntamente con la practica 1, la experiencia en el laboratorio.

6.6. Instrumento para identificar el nivel de argumentación

Teniendo en cuenta que un texto argumentativo se caracteriza por la intencionalidad que tiene el emisor y su propósito de convencer al receptor (Pipitone, Sardá & Sanmartí, 2008). En este sentido, el emisor presenta su opinión, frente a cualquier tema que le cause controversia, con los argumentos que le favorezcan para sentar su postura y convencer a los demás. Por otra parte, se da relevancia a tres elementos importantes en la elaboración de un argumento: **Introducción**; es el lugar donde se presenta la tesis, la cual es la idea sobre la que se está reflexionando y que expresa el punto de vista del autor sobre un determinado tema, **cuerpo argumentativo** es el apartado donde se sitúan los argumentos del proceso de reflexión para desarrollar la idea principal y la **conclusión** que puede ser inductiva (tesis hallada tras el razonamiento) como deductiva, donde se recoge las ideas planteadas en la argumentación. Es importante destacar que, para el análisis, organización y evaluación de los argumentos escritos por parte de los estudiantes de la Universidad ECCI durante el desarrollo de la tercera fase, en la cual se llevó a cabo el pilotaje de las actividades y la ejecución de las prácticas de laboratorio, se utilizaron matrices de vaciado puesto que facilitan el análisis de la información obtenida ya que permiten establecer relaciones respecto a los criterios ya establecidos. (FAO, 2004).

Estos criterios de evaluación (ver Tabla 2) se establecieron teniendo en cuenta el objetivo de cada actividad, las diferentes respuestas y variables con la finalidad de identificar como los estudiantes construyen argumentos, teniendo en cuenta la relación de los elementos que constituyen un argumento, para así desarrollar sus ideas frente a las situaciones y preguntas presentadas, por lo tanto, se establecen cuatro criterios que son: Sobresaliente, satisfactorio, básico y necesita mejorar, donde cada criterio esta medido por la identificación, reconocimiento y relación frente a los diferentes componentes argumentativos existentes en las respuestas de los participantes.

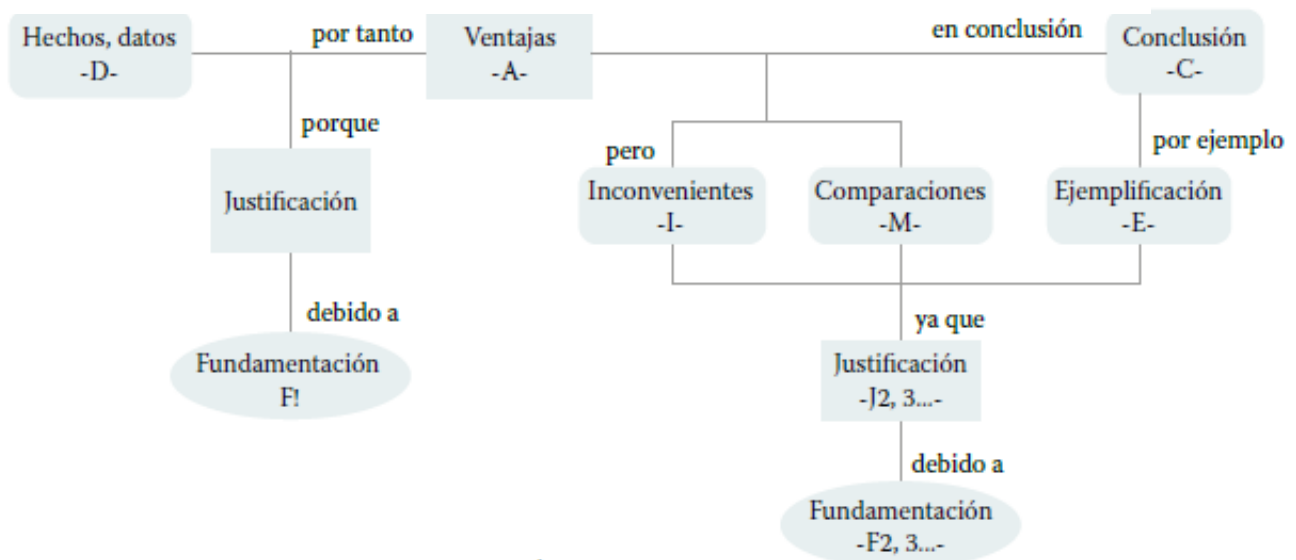
Tabla 2. Criterios de evaluación de los argumentos.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN				
Actividades	SOBRESALIENTE	SATISFACTORIO	BÁSICO	NECESITA MEJORAR
Actividad 1	Reconocer la importancia de la incorporación y uso de las nanopartículas de cobre en la remediación del agua, la agricultura y en la vida cotidiana	Reconoce la incorporación y algunos usos de las nanopartículas de cobre en la agricultura y en la vida cotidiana	Reconoce el uso de nanopartículas de cobre en la vida cotidiana	Reconoce el uso de las nanopartículas.
Actividad 2	Reconoce el impacto y los beneficios de la articulación de la nanotecnológica con los métodos convencionales empleados para la desinfección de agua.	Describe el impacto y algunos beneficios de la nanotecnología en la desinfección del agua.	Describe los beneficios de la nanotecnología en la desinfección del agua.	Reconoce los métodos para la desinfección del agua.
Actividad 3	Identifica y analiza los subproductos generados durante el proceso de tratamiento del agua en una PTAP, teniendo en cuenta la eficacia de este tratamiento.	Determina los subproductos generados durante el proceso de tratamiento del agua en una PTAP	Describe los subproductos generados durante el proceso de tratamiento del agua en una PTAP	Reconoce los subproductos generados durante el proceso de tratamiento del agua
Actividad 4	Argumenta sobre implicaciones científicas, ambientales y sociales de las alternativas para el tratamiento de agua superficial, identificando una solución más eficaz y sostenible en el contexto actual.	Justifica algunas implicaciones científicas, ambientales y sociales de las alternativas para el tratamiento de agua superficial, aportando una solución más eficaz y sostenible en el contexto actual.	Identifica las implicaciones científicas, ambientales y sociales de las alternativas para el tratamiento de agua superficial.	Reconoce posibles soluciones las situaciones socio ambientales del tratamiento de agua superficial.
Laboratorio 1	Sintetiza nanopartículas de cobre por método de coprecipitación, para soportarlas en una matriz de pellets y fibras de poliéster (filtros de leche), comprueba su poder antimicrobiano en un caldo de cultivo de E coli y argumenta la experiencia.	Analiza la síntesis de las nanopartículas comprobando su poder antimicrobiano en un caldo de cultivo de E coli.	Identifica el poder antimicrobiano de las nanopartículas de cobre.	Argumenta la experiencia en el laboratorio.
Laboratorio 2	Determina el porcentaje de oxígeno disuelto en las muestras por el método Winkler para hallar la Demanda Biológica de Oxígeno (DBO ₅) en una muestra de agua.	Analiza el porcentaje de oxígeno disuelto en las muestras por el método Winkler, hallando la Demanda Biológica de Oxígeno (DBO ₅) en una muestra de agua.	Calcula la Demanda Biológica de Oxígeno (DBO ₅) en una muestra de agua.	Argumenta la experiencia en el laboratorio.

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con lo anterior, los argumentos construidos por los participantes en las actividades se evaluaron mediante el esquema del texto argumentativo propuesto por Sardá y Sanmartí, donde se destaca la relevancia de las relaciones lógicas involucradas en un texto argumentativo teniendo en cuenta la secuencia textual, la correspondencia de los hechos y datos y la conclusión como se muestra en la *Figura 10* (Álvarez & García, 2023), para así diagnosticar un nivel de argumentación con relación a los niveles, anteriormente mencionados, propuestos por Sardá y Sanmartí (2000) (ver Tabla 1)

Figura 10. Relaciones lógicas involucradas en un texto argumentativo



Fuente: Álvarez & García, (2023).

CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7. ANÁLISIS DE RESULTADOS

En esta fase, tras la recopilación de información, se realizará la correspondiente tabulación y análisis de resultados cualitativamente, ya que, como se menciona, se puede cuestionar y hacer hipótesis antes, durante y después de finalizar la investigación, principalmente en la recolección, análisis e interpretación de la información.

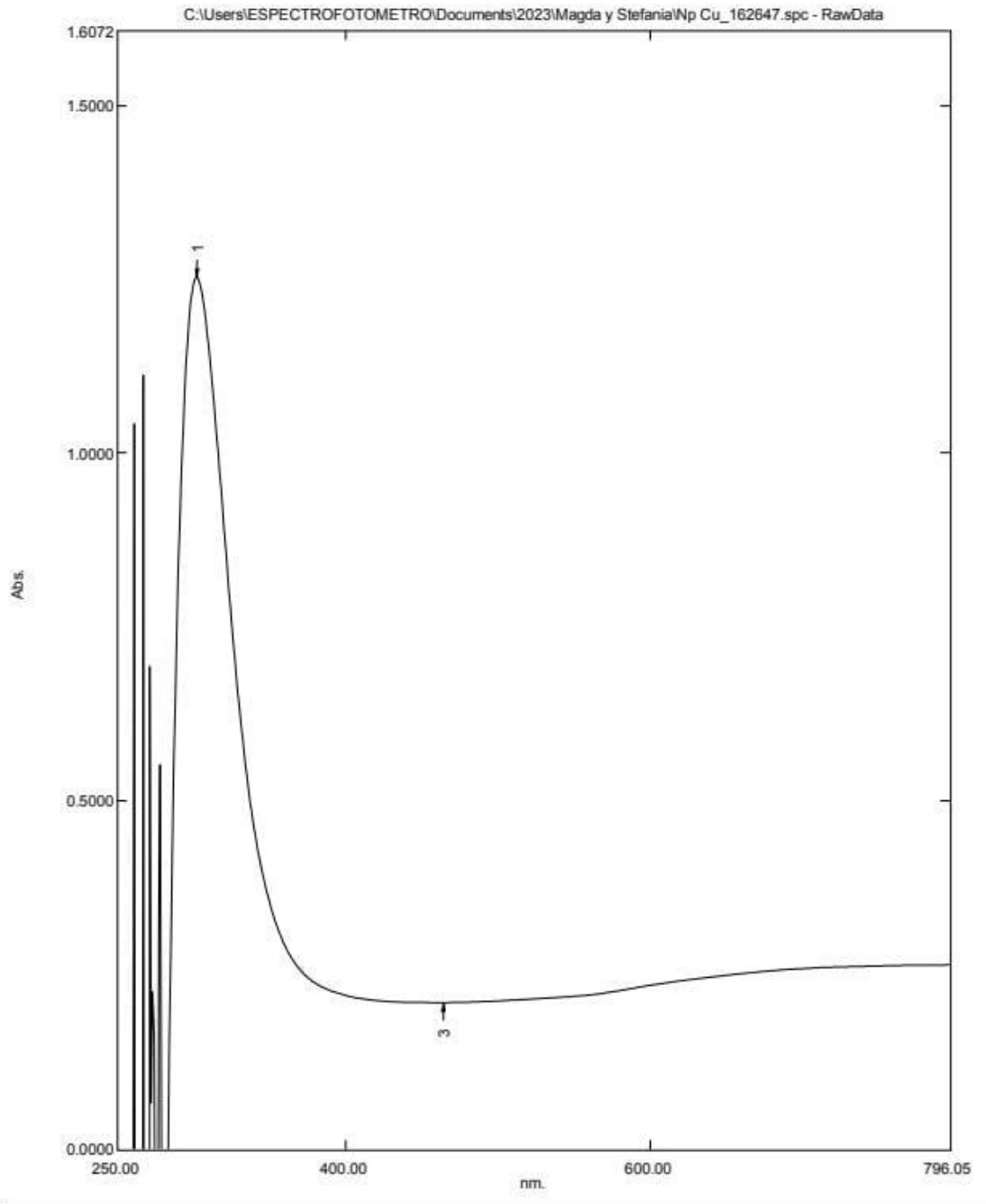
7.1. Análisis de resultados experimentales

A continuación, se presentan los resultados obtenidos durante la aplicación del diseño experimental con los cuales se pudo caracterizar las nanopartículas de cobre sintetizadas y determinar su actividad antimicrobiana.

7.1.1. Espectroscopia UV-VIS

En la *Figura 11 gráfico de espectro apilado* se muestran los resultados del espectro de extinción de las nanopartículas de Cobre, se observa un pico prominente que inicia aproximadamente en 309 nm debido a la Resonancia del Plasmón Localizado de Superficie (RPLS), dado que cierta energía de luz se absorbe y se dispersa para poner en resonancia la nube electrónica de las nanopartículas generando una perturbación en las absorbancias lo cual indica que el tamaño está directamente relacionado con la alteración de la atenuación de la luz en función de la longitud de onda.

Figura 11. Gráfico de espectro apilado.



Es así como, con los resultados se infiere que las nanopartículas de cobre sintetizadas por el método de coprecipitación a partir de Acetato de Cobre y Acido ascórbico con goteo

y agitación constante, con temperatura de 80° C cuenta con una distribución de tamaño inferior a 309 nm.

7.1.2. Filtración por membrana

Realizada la toma de las cuatro muestras:

1. Agua directamente tomada del rio Arzobispo.
2. Agua que tuvo contacto con el filtro soportado con las nanopartículas de cobre.
3. Agua en contacto con radiación UV.
4. Agua en contacto con el filtro y radiación UV.

Se procedió a realizar el montaje para la filtración por membrana (*ver Figura 12*) en donde se empleó el filtro Manifold (*ver figura 13*), como la carga microbiana era alta se realizaron dos diluciones de 10^{-1} y 10^{-2} . Estas diluciones se pasaron una vez por el equipo, del cual se extrajeron 4 filtros de membrana por cada dilución, posteriormente se realizó la siembra del medio de cultivo m-FC y se incubó a una temperatura de $35 \pm 2^{\circ}\text{C}$ durante 24 horas.

Figura 13. Montaje filtración por membrana



Fuente: Elaboración propia.

Figura 12. Filtro Manifold.

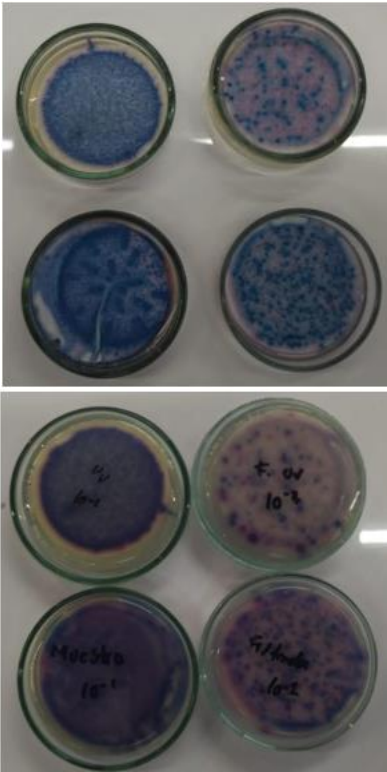






Fuente: insumos CMLAB

<https://www.cmlab.com.co/producto/filtracion-por-membrana/>

Finalizando el periodo de incubación se observó un crecimiento de colonias azules – violetas coloración que indica el crecimiento característico de E. Coli en cada una de las disoluciones realizadas para las cuatro muestras (ver *Tabla 3 y 4*).

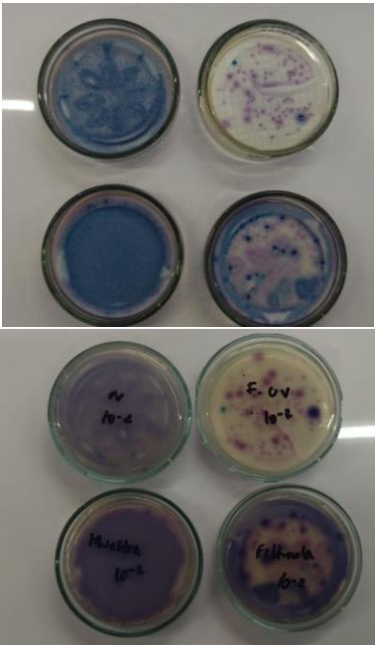



Tabla 3. Crecimiento de colonias de Escherichia Coli dilución 10^{-1}


<p style="text-align: center;">Dilucion 10^{-1}</p> 	<p>1. Agua directamente tomada del rio Arzobispo.</p>	
	<p>2. Agua que tuvo contacto con el filtro soportado con las nanopartículas de cobre.</p>	
	<p>3. Agua en contacto con radiación UV.</p>	

	<p>4. Agua en contacto con el filtro y radiación UV.</p>	
--	--	--

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4. Crecimiento de colonias de Escherichia Coli dilución 10^{-2}

<p>Dilucion 10^{-2}</p> 	<p>1. Agua directamente tomada del rio Arzobispo</p>	
	<p>2. Agua que tuvo contacto con el filtro soportado con las nanoparticulas de cobre</p>	
	<p>3. Agua en contacto con radiación UV</p>	

	<p>4. Agua en contacto con el filtro y radiación UV</p>	
--	---	--

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en las imágenes, crecieron cepas abundantes de *Escherichia coli* en el medio de cultivo, esto posiblemente se debe a las condiciones de filtración o a una dilución insuficiente, lo cual impide que se puedan calcular en su totalidad las Unidades Formadoras de Colonia (UFC), es decir que no se puede saber cuantitativamente la cantidad de microorganismos viables en las muestras, sin embargo, de manera cualitativa, se observa que medida en que el agua es tratada, la cepa disminuye formando cada vez menos colonias en el medio de cultivo. En este orden de ideas, se puede llegar a la conclusión de que efectivamente tratar el agua con el filtro diseñado disminuye considerablemente la carga microbiana, si bien no se elimina totalmente, las propiedades antimicrobianas de las nanopartículas actúan sobre el cuerpo de agua.

Cabe resaltar que el diseñado establecido para realizar el montaje de filtración, se elaboró con el propósito de que todas sus piezas, tanto el filtro (*ver Figura 14*) como la lámpara de radiación UV (*ver Figura 15*) fueran independientes pero que a su vez pudiesen ser unidas mediante un sistema de mangueras. Es por esta razón que se logra realizar la obtención de 4 muestras con el fin de comparar como la lámpara de radiación Ultravioleta evita la proliferación de la bacteria por sí sola, con la efectividad de la acción antimicrobiana del filtro soportado con nanopartículas de cobre, en donde, de acuerdo con las imágenes se observa un crecimiento menor en el medio de cultivo empleando el filtro. Sin embargo, al combinar ambas piezas se observa un mejor rendimiento del sistema elaborado para disminuir la carga bacteriana en la fuente hídrica.

Figura 14. Prototipo de filtro con matriz polimérica soportada en nanopartículas de cobre.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 15. Montaje para radiación por luz Ultravioleta.



Fuente: Elaboración propia.

7.1.3. Demanda Biológica de Oxígeno

A continuación, se muestran los resultados obtenidos al realizar la determinación de Oxígeno Disuelto (O.D) por el método Winkler tanto a las muestras iniciales como las muestras finales al transcurrir los 5 días.

Datos reportados para la “muestra sin tratar”

Para hallar la Demanda Biológica de Oxígeno es necesario conocer el Oxígeno Disuelto (O.D) en partes por millón de la “muestra sin tratar” tanto al inicio como al transcurrir los 5 días, para ello se aplica la siguiente ecuación, la cual relaciona la concentración de Oxígeno [O₂ mg/L] y la presión atmosférica de la zona junto con su temperatura.

$$O.D \text{ (ppm } O_2) = \frac{V_{\text{gastado tiosulfato (mL)}} * N_{\text{tiosulfato}} * 8000}{V_{\text{titulado (mL)}}$$

En donde se reemplazan los valores de los volúmenes desplazados en la bureta durante el procedimiento realizado en el diseño experimental, por lo tanto, el Oxígeno Disuelto en la “muestra sin tratar” inicial es:

$$O.D \text{ (ppm } O_2)_{\text{inicial}} = \frac{V_{\text{gastado tiosulfato (mL)}} * N_{\text{tiosulfato}} * 8000}{V_{\text{titulado (mL)}}$$

$$O.D \text{ (ppm } O_2)_{\text{inicial}} = \frac{9,2 \text{ mL} * 0,025 \text{ N} * 8000}{200 \text{ mL}}$$

$$O.D \text{ (ppm } O_2)_{\text{inicial}} = 9,2 \text{ ppm}$$

Por otra parte, también se halla el Oxígeno Disuelto en la “muestra sin tratar” final, es decir, una vez hayan pasado 5 días.

$$O.D \text{ (ppm } O_2)_{\text{final}} = \frac{V_{\text{gastado tiosulfato (mL)}} * N_{\text{tiosulfato}} * 8000}{V_{\text{titulado (mL)}}$$

$$O.D \text{ (ppm } O_2)_{\text{final}} = \frac{4,0 \text{ mL} * 0,025 \text{ N} * 8000}{200 \text{ mL}}$$

$$O.D \text{ (ppm } O_2)_{\text{final}} = 4 \text{ ppm}$$

Ahora por medio de la siguiente ecuación determinamos la Demanda Biológica de Oxígeno:

$$DBO_5(ppm O_2) = \frac{O \cdot D_{inicial} - O \cdot D_{final}}{f \cdot d}$$

$$DBO_5(ppm O_2) = \frac{9,2 - 4}{\frac{3}{300}}$$

$$DBO_5(ppm O_2) = 520 ppm$$

Cabe resaltar que una alta Demanda Biológica de Oxígeno indica que existe una gran cantidad de materia orgánica en el agua por lo tanto más contaminada se encuentra la fuente hídrica, agotando el oxígeno disponible. De acuerdo con la Tabla 5 *Clasificación fuente hídrica según rango DBO* tomada del Subsistema de Información Módulo Físicoquímico Ambiental (MFQA) de la base de datos Oracle del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) la “muestra sin tratar”, es decir, la muestra tomada directamente del río Arzobispo se clasifica como **muy contaminada**.

Tabla 5. Clasificación fuente hídrica según rango DBO. Adaptada del IDEAM.

Clasificación de fuente hídrica	Rango DBO (mg/L)
Pura	0 – 20
Levemente contaminada	20 – 100
Medianamente contaminada	100 – 500
Muy contaminada	500 – 3000
Extremadamente contaminada	3000 – 15000

Datos reportados para la “muestra tratada”

Este mismo procedimiento se realizó con una muestra de agua que tuvo contacto con el filtro en donde fueron soportadas las nanopartículas de cobre, esta muestra se rotuló como “muestra tratada”, los datos se presentan a continuación:

En primer lugar, se hace el reporte de las partes por millón de Oxígeno Disuelto en a “muestra tratada” inicial

$$O.D (ppm O_2)_{inicial} = \frac{V_{gastado\ tiosulfato\ (mL)} * N_{tiosulfato} * 8000}{V_{titulado\ (mL)}}$$

$$O.D (ppm O_2)_{inicial} = \frac{9,0\ mL * 0,025\ N * 8000}{200\ mL}$$

$$O.D (ppm O_2)_{inicial} = 9\ ppm$$

Transcurridos los 5 días se halla el Oxígeno Disuelto en la “muestra tratada” final

$$O.D (ppm O_2)_{final} = \frac{V_{gastado\ tiosulfato\ (mL)} * N_{tiosulfato} * 8000}{V_{titulado\ (mL)}}$$

$$O.D (ppm O_2)_{final} = \frac{4,8\ mL * 0,025\ N * 8000}{200\ mL}$$

$$O.D (ppm O_2)_{final} = 4,8\ ppm$$

Ahora se determina la Demanda Biológica de Oxígeno, para conocer si ha variado el nivel de contaminación en la fuente hídrica después de su interacción con el filtro y, por ende, con las nanopartículas de cobre.

$$DBO_5(ppm O_2) = \frac{O.D_{inicial} - O.D_{final}}{f.d}$$

$$DBO_5(ppm O_2) = \frac{9 - 4,8}{\frac{4}{300}}$$

$$DBO_5(ppm O_2) = 315\ ppm$$

De acuerdo con la tabla 5 *Clasificación fuente hídrica según rango DBO* una vez tratada el agua con el filtro la fuente hídrica se clasifica como **medianamente contaminada**, esto quiere decir que efectivamente la concentración de la Demanda Biológica de Oxígeno se redujo y por tanto la carga orgánica también, mejorando la calidad del agua.

7.2. Análisis de resultados del pilotaje de la secuencia de actividades

En este apartado se analiza la información recolectada en el pilotaje de la actividad 1 y 2 y los laboratorios que integran la secuencia de actividades (ver anexo 4) relacionadas a los objetivos propuestos. El análisis se lleva a cabo a partir de las respuestas textuales a las preguntas orientadas de cada lectura propuesta y de la experiencia después de

realizar los TPL (Trabajos Prácticos de Laboratorio), las cuales involucran textos argumentativos que son evaluados desde la estructuración de los niveles de argumentación planteados por Sardá y Sanmartí (2000).

El pilotaje de las actividades se realizó de manera presencial en el espacio de un taller de 4 horas, en el marco de la semana de la ingeniería de la Universidad ECCI con la finalidad de caracterizar el nivel de argumentación de los participantes mediante lecturas de situaciones socioambientales mediadas por la química en contexto. Se realizó el pilotaje de 2 de las 4 actividades diseñadas y la implementación de las dos prácticas de laboratorio, para efectos de análisis, es importante resaltar que solo se tuvieron en cuenta las respuestas de cinco de los 21 participantes del taller para el respectivo análisis del nivel de argumentación, puesto que a leer dichas respuestas se observó que en varias ocasiones se repetían las respuestas por lo que se dedujo que los participantes resolvieron las actividades en grupo (ver anexo 5 y 7).

Los resultados obtenidos se organizaron en matrices de vaciado, las cuales especifican los objetivos, conceptos abordados, las preguntas orientadoras y los criterios de evaluación establecidos en la secuencia de actividades (ver anexo 6 y 8).

7.2.1. Pilotaje de la actividad 1: Leer para Argumentar

Esta actividad esta orienta por una lectura para dar respuesta a dos preguntas, con el objetivo de identificar el nivel de argumentación de los cinco participantes frente a la incorporación de la nanotecnología, específicamente de las nanopartículas de cobre en la agricultura, remediación del agua y el uso en la vida cotidiana, a partir de los criterios ya establecidos en la secuencia de actividades (ver tabla 2). En tal sentido, se procedió a analizar y caracterizar los textos producto de las respuestas obtenidas a partir de las preguntas orientadoras **¿Qué opina sobre los usos que pueden emplear las nanopartículas metálicas en otros aspectos de nuestra vida cotidiana? ¿en qué aspectos de su vida utilizaría las nanopartículas?** (ver anexo 5), estas preguntas permitieron identificar los conocimientos previos que tenían los participantes sobre la nanotecnología, las nanopartículas y su aplicación mediante una situación

socioambiental. En el anexo 5 se observan las respuestas de cada participante obtenida luego de realizar la lectura, se analiza que dos participantes (P2 Y P3) se encuentran en el nivel satisfactorio (ver anexo 6) ya que reconocen la incorporación de las nanopartículas en la agricultura y en la vida cotidiana, como por ejemplo uno de los participantes resalta la innovación de la nanotecnología y reconoce el uso de las nanopartículas para un proyecto a futuro en su vida:

P3:” Las nanopartículas son un avance muy bueno en la actualidad ya que esto lo que busca es mejorar en cuanto a la agricultura, evitando o acabando con plagas, bacterias, desperdicios de agua y la degradación de los suelos... La utilizaría para crear una huerta en mi casa o en una finca, ya que esta nos ayudaría a cuidar el medio ambiente mediante el cuidado del suelo, de las plantas, evitaría plagas o bacterias, insecticida o pesticida. Todo esto nos brindaría un cultivo sano, seguro y los resultados serán comparables con los regulares”.

En cuanto a los tres participantes restantes (P3, P3 Y P5), se encuentran en el nivel básico (ver anexo 6) puestos que solo relacionan el uso de las nanopartículas en la vida cotidiana, sin darle importancia a la incorporación de estas nanopartículas en contextos diferentes a la remediación del agua, por ejemplo, el P5 *“La nanotecnología nos permite facilitar procesos cotidianos tales como limpiar la suciedad, lavar la ropa o hasta desinfectar los espacios. Podemos utilizar filtros de agua y reduciríamos los agentes contaminantes presentes”* el párrafo estructurado carece de fundamentación correspondiente al conocimiento teórico con el cual se puede sustentar la justificación que se plantea al inicio (Sardá y Sanmartí 2000).

7.2.2. Pilotaje Actividad 2: Nanopartículas de cobre, una alternativa a la mejora de la calidad del agua:

A igual que la anterior actividad, esta también parte desde una lectura enfocada en la desinfección del agua con la finalidad de que los participantes respondieran las siguientes preguntas: **¿Qué impacto tendría la articulación nanotecnológica con los métodos**

convencionales empleados para la desinfección de agua? ¿Cuáles son los beneficios de la nanotecnología en la desinfección de agua en términos de salud pública y sostenibilidad? (ver anexo 7). En consecuencia, de las respuestas dadas por los participantes, las cuales se observan en el anexo 8, podemos identificar que un participante (P4) está en el nivel sobresaliente puesto que reconoce el impacto y los beneficios de la articulación de la nanotecnológica con los métodos convencionales empleados para la desinfección de agua, como lo expresa en su respuesta:

P4: “La articulación nanotecnológica para la desinfección del agua podría tener un impacto significativo en comparación con los métodos convencionales empleados actualmente. Como una mayor efectividad ya que Las tecnologías convencionales como la cloración o filtración pueden tener limitaciones en la eliminación de ciertos contaminantes y agentes patógenos... La nanotecnología e la desinfección del agua proporciona beneficios significativos en términos de salud pública y sostenibilidad al mejorar la eficiencia de los sistemas de purificación, eliminar contaminantes específicos, reducir el uso de productos químicos, aumentar la durabilidad de los equipos y disminuir el consumo de energía”.

Por otro lado, podemos encontrar que la respuesta del P3 se encuentra en el nivel Satisfactorio, donde sus argumentos están relacionados con datos obtenidos desde ideas previas del funcionamiento de las PTAP y las ventajas y/o beneficios que ofrece la nanotecnología en la desinfección del agua tal como lo afirma en su respuesta:

P3: “Son los que impiden la formación o desarrollo de microorganismos es decir el crecimiento de hongos, bacterias, virus, parásitos y protozoos, que se han desarrollado en procesos de desinfección convencionales como los realizados en PTAP ya que en estas plantas encontramos aguas contaminadas”.

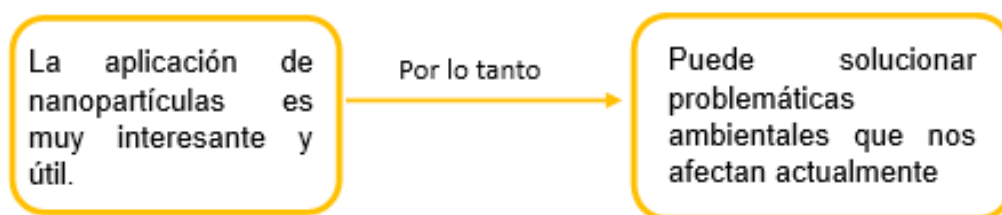
Con respecto a los tres participantes restantes (P1, P2 y P5), se encuentra en el nivel básico puesto que solo describen los beneficios de la nanotecnología en la desinfección

del agua, los cuales expresan en sus respuesta argumentos que carecen de fundamentación la cual se da desde la apropiación del conocimiento teórico y conceptual que sustenta la justificación planteada, desde una relación de la vida cotidiana con la enseñanza de las ciencias (Sardá y Sanmartí, 2000) como por ejemplo la respuesta del P5: *“Tendrá un gran impacto en termino sociales, de salud pública y económica pues facilitaría ciertos procesos como el alcance de agua en poblaciones indígenas”*.

Finalmente, para determinar el nivel de argumentación de acuerdo con los componentes estructurales expuestos en el esquema del texto argumentativo de Sardá y Sanmartí (2000) descrito en la metodología y con base en el análisis de las respuestas los cinco participantes (P1, P2, P3, P4 y P5) recopiladas durante el pilotaje de las dos actividades descritas anteriormente. Se organizaron los resultados por medio de diagramas de análisis de texto (figuras 16 a la figura 25) desde allí se hace el reconocimiento y análisis de los textos argumentativo desde parámetros para la validez textual en la enseñanza de las ciencias y sus estructuras las cuales se conforman por: hecho o datos (D), ventajas (A), Justificación (J, j2,3...), Fundamentación (F), Inconvenientes (I), Comparaciones (M), Ejemplificación (E) y conclusión (C).

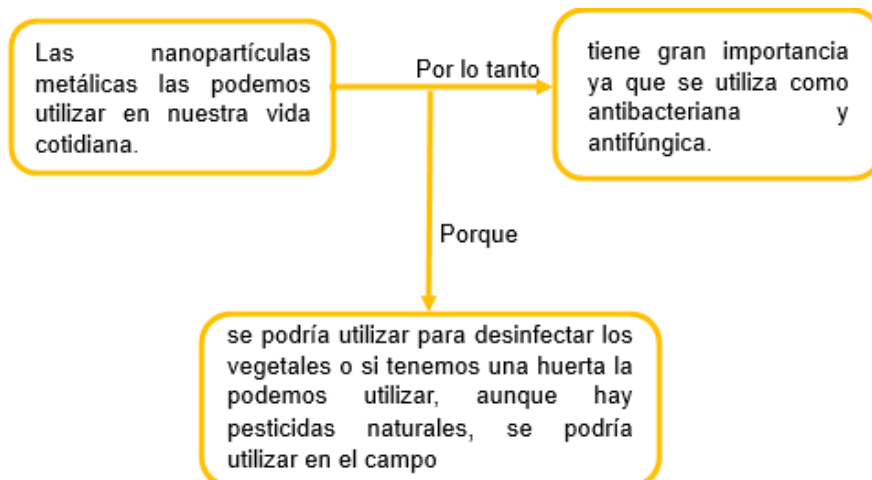
Diagramas de análisis de texto para la actividad 1: Leer para argumentar

Figura 16. Diagrama de análisis de texto del Participante 1.



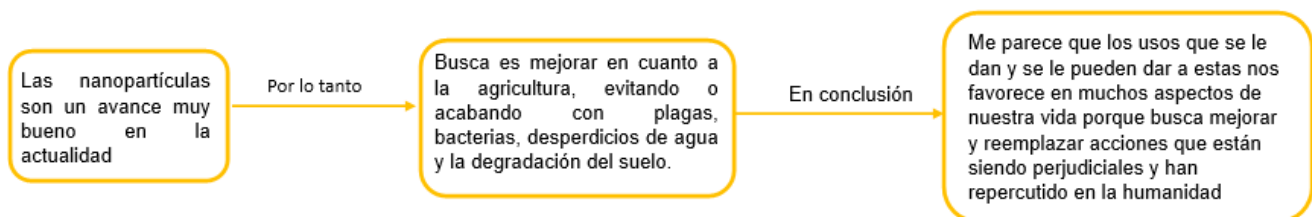
Fuente: Elaboración propia.

Figura 17. Diagrama de análisis de texto del Participante 2.



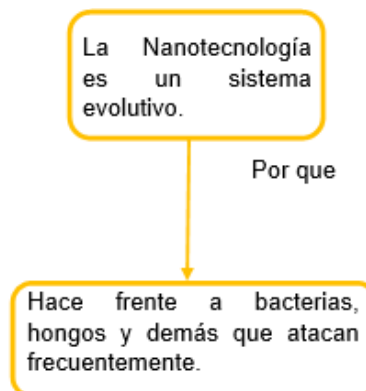
Fuente: Elaboración propia.

Figura 18. Diagrama de análisis de texto del Participante 3.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 19. Diagrama de análisis de texto del Participante 4.



Fuente: Elaboración propia

Figura 20. Diagrama de análisis de texto del Participante 5.

Al poseer las nanopartículas propiedades antimicrobianas son de suma ayuda para la creación de fertilizantes y por su tamaño, se efectividad también se incrementa. (D)

Fuente: Elaboración propia

Diagrama de análisis de texto para la actividad 2: Nanopartículas de cobre, una alternativa a la mejora de la calidad del agua.

Figura 21. Diagrama de análisis de texto del Participante 1.

La articulación nanotecnológica en la desinfección del agua ayuda a impedir la formación o el desarrollo de microorganismos. (D)

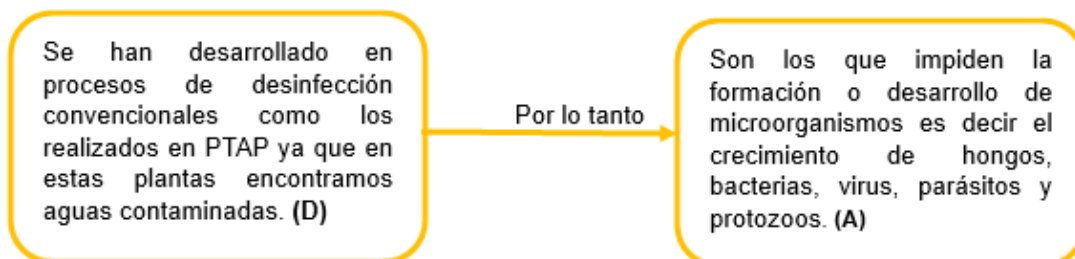
Fuente: Elaboración propia

Figura 22. Diagrama de análisis de texto del Participante 2.

Es favorable porque ayuda al proceso térmico y desinfección. (D)

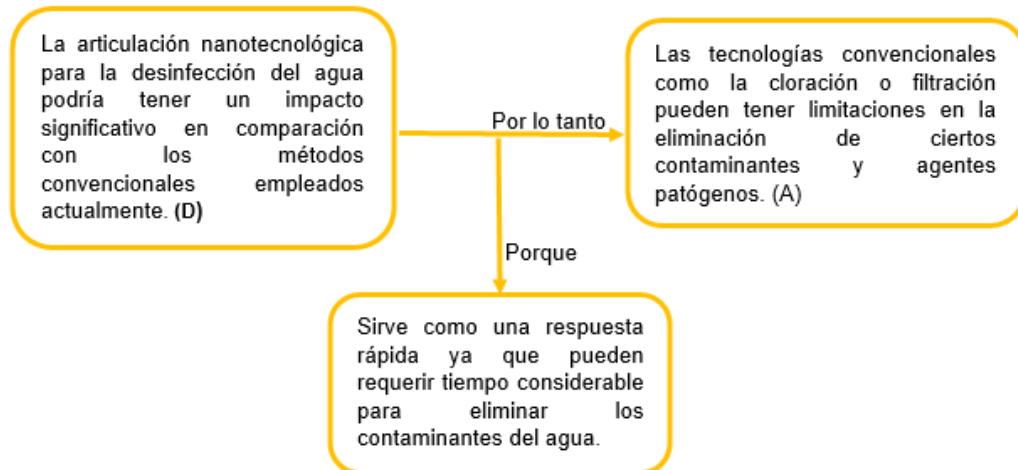
Fuente: Elaboración propia

Figura 23. Diagrama de análisis de texto del Participante 3.



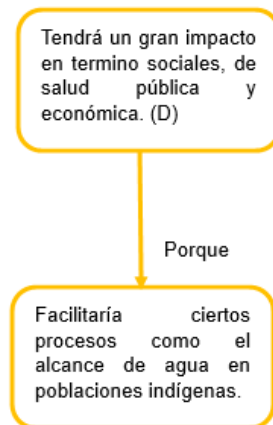
Fuente: Elaboración propia.

Figura 24. Diagrama de análisis de texto del Participante 4.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 25. Diagrama de análisis de texto del Participante 5.



Fuente: Elaboración propia.

Así mismo, se presenta la Tabla 6 la cual contiene el análisis de los textos mediante los diagramas de las respuestas de cada participante, en donde se sintetiza la información desde los componentes estructurales de los textos analizados para la caracterización de la habilidad argumentativa de los participantes.

Tabla 6. Análisis de los diagramas de cada participante.

	Actividad 1	Actividad 2
P1	Propone una ventaja (A) frente a hecho (D) sin llegar a ninguna conclusión ni justificación	Solo propone un dato (D) . Sin dar fundamento ni conclusiones.
P2	Presenta un dato (D) de las nanopartículas y lo soporta desde una ventaja (A) de sus usos, lo cual justifica (J) con un ejemplo de incorporación de la nanotecnología.	Solo propone un dato (D) .
P3	Menciona ventajas (A) según los datos (D) descritos llegando a una conclusión	Propone dato dando peso a su argumento con una ventaja frente a este.
P4	Propone una justificación (J) que no corresponde a la estructura propuesta por métodos científicos	Identifica un dato (D) dando ventajas (A) sobre este y soportando estos dos elementos por medio de una justificación (J) .
P5	Solo propone un dato (D) .	Propone un dato (D) y lo soporta con una justificación (J) .
Todas las respuestas carecen de fundamentación debido al déficit de conocimiento sobre la nanotecnología.		

En este orden de ideas, al realizar el análisis de los criterios de evaluación en los que se ubican los participantes expuestos en la Tabla 6 (ver anexo 6 y 8) se logra identificar y determinar el nivel de argumentación inicial desde los textos producto de las repuestas de los 5 participantes basándose en la tabla de los niveles de argumentación de Vasques (2022, p.87); los resultados obtenidos se muestran en la tabla 7.

Tabla 7. Análisis de los criterios de evaluación en los que se ubican los participantes. Tomado y adaptado de Vasques (2022 p.58).

Descripción	Nivel	Participantes	Total
Textos que sólo presentan dos componentes entre los que no existe ningún tipo de relación argumentativa o sólo uno de los componentes de la estructura.	1	P4, P5	2
Textos que presentan sólo dos de los tres componentes fundamentales entre los cuales existe algún tipo de relación para dar sentido a los mismos dentro del texto.	2	P1	1
Textos que presentan los tres componentes fundamentales, pero no existe una conexión explícita o implícita entre algunos de ellos, que permita un significado global a la estructura del texto	3		
Textos que poseen los tres componentes al menos de manera implícita, pero no existen argumentos para reforzar la justificación principal. Sin embargo, se observa una conexión entre las partes que da significado a la estructura global del texto.	4	P3, P2	2
Textos que presentan una estructura argumentativa completa al poseer los hechos o afirmación, la justificación (y para reforzar la justificación, al menos un tipo de argumento (proargumento, contraargumento o fundamentación) y la conclusión explícita y que además existe una conexión entre estas partes para dar un significado global a la estructura del texto.	5		

8. Conclusiones

En el siguiente apartado se presentan las conclusiones que dan cuenta de los objetivos planteados, así como de la pregunta problema que orientó el trabajo para culminarlo exitosamente.

Partiendo del objetivo general planteado para este trabajo de grado, el cuál consistió en analizar los elementos que caracterizan una secuencia de actividades fundamentada en la actividad antimicrobiana de las nanopartículas de cobre en el desarrollo de la argumentación en ciencias de un grupo estudiantes de primer semestre de la Universidad ECCI se puede concluir que:

Las nanopartículas tienen un tamaño promedio por debajo de 309 nm el cual le da la capacidad de reducir el crecimiento de la bacteria lo cual se evidencia en los ensayos in situ que se hacen en la siembre de cultivo de E. coli y en los ensayos con la muestra de agua del Río Arzobispo. Así mismo, al plantear diversas alternativas en el montaje para el tratamiento de la muestra de agua permitió que los resultados obtenidos por el método de filtración por membrana y DBO₅ fueran exitosos, permitiendo corroborar la actividad antimicrobiana de las nanopartículas de cobre para reducir el crecimiento de cepas de Escherichia Coli y disminuir la Demanda Biológica de Oxígeno, mejorando la calidad del agua y representando una alternativa eficaz para el tratamiento de agua.

En base a este análisis se realizaron las actividades de la secuencia didáctica como instrumentos para diagnosticar el nivel inicial de argumentación de los participantes. El diseño experimental resultó ser fundamental para orientar las actividades en torno al impacto que tiene la síntesis de nanopartículas de cobre en aspectos importantes de la vida cotidiana como lo es la reducción de bacterias en el agua, esto permitió definir el componente conceptual que orientó las actividades realizadas durante el pilotaje de estas y resultó ser de gran interés para los estudiantes que participaron, dando cumplimiento al primer objetivo específico.

De igual manera, el diseño y estructuración de la secuencia de actividades permitió reconocer los elementos de aprendizaje y evaluación del aprendizaje, en este caso, diagnosticando el nivel inicial de argumentación de los participantes a partir del proceso lecto-escritor realizado por los mismos en cada actividad, dando elementos tanto teóricos como metodológicos al momento de diseñar la secuencia puesto que se tuvo en cuenta que las lecturas no fueran muy tediosas ni rigurosas, con un lenguaje adecuado para que los participantes entendieran y se sumergieran en las situaciones socioambientales presentadas, con la finalidad de que tomaran postura crítica frente a la innovación, incorporación e importancia que viene tomando la nanotecnología en la vida cotidiana, por medio del pilotaje de la secuencia permitió la caracterización y diagnóstico del nivel inicial de argumentación científica que posee los participantes (objetivo específico 2)

Se diagnóstico el nivel inicial de argumentación de 5 de los 21 participantes, analizando los textos argumentativos resultados de las preguntas de las actividad, donde se encontró que el nivel de argumentación para dos de los participantes (P4 y P5) fue el nivel 1, p1 están en el nivel 2 y los participantes p2 y p3 están en el nivel 4, a pesar que no muestran todos los elementos de un argumento logran dar y relacionar 2 o 3 de estos elementos sin embargo, no logran concretar un buen texto argumentativo puestos a que carecen de conocimientos, ideas o argumentos, frente al tema, que fundamenten los hechos o tesis planteadas en cada texto. Cabe resaltar que las actividades realizadas y la experiencia en el laboratorio promueven la argumentación científica puesto que da un acercamiento a procesos científicos y a sus evidencias, donde los participantes dieron su opinión con respecto a la síntesis y capacidad antimicrobiana de las nanopartículas de cobre. Sin embargo, es importante resaltar que, este trabajo da paso a que se realicen más investigaciones frente al campo de la nanotecnología, el cual es muy amplio y versátil que no solo contribuye a problemáticas inmediatas como la desinfección de agua, sino que también ofrece una ventana hacia el inmenso potencial de la nanotecnología en la mejora de aspectos

fundamentales de la vida cotidiana en diversas áreas, como por ejemplo la medicina, la industria alimentaria, la tecnología, entre otras.

9. Referencias

- Álvarez García, L. M. & García Martínez, Á. (2023). Modelos de argumentación aplicados en la enseñanza de las ciencias: Una revisión sistemática. *Papeles*, 15(29). Recuperado de: <https://doi.org/10.54104/papeles.v15n29.e1424>
- Álvarez-Gayou, J. (2003). *Cómo hacer investigación cualitativa: Fundamentos y Metodología*. México: Paidós. Recuperado de: <https://cutt.ly/8n6aHji>
- Barba Nicolalde, M.S, Pachacama Ruiz, J.A. (2021) Síntesis y caracterización de óxido de grafeno funcionalizado con nanopartículas de cobre y plata obtenidos mediante procesos químicos y biológicos: evaluación de su actividad antimicrobiana. Escuela superior politécnica de Chimborazo. Recuperado de: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/15050/1/86T00147.pdf>
- Caamaño, Aureli. (2018). Enseñar química en contexto: un recorrido por los proyectos de química en contexto desde la década de los 80 hasta la actualidad. *Educación química*, 29(1), 21-54. Recuperado de: <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2018.1.63686>
- Díaz- Barriga A (2013) Guía para la elaboración de una secuencia de actividades. Universidad Nacional Autónoma de México. Recuperado de: http://envia3.xoc.uam.mx/envia-2-7/beta/uploads/recursos/xYYzPtXmGJ7hZ9Ze_Guia_secuencias_didacticas_Angel_Diaz.pdf
- Duschl, R. A. y Osborne, J. (2002). Supporting and promoting Argumentation in Science Education. *Studies in science Education*, 38, 39-72.
- Frasson, S. (2010). Contextualização do ensino de química em uma escola militar. *Química Novana Escola*, 32(3), 176-183.
- Guzmán, S. y Sánchez E., P. (2006). Efectos de un programa de capacitación de profesores en el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico en estudiantes universitarios en el sureste de México. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 2 (8). 12 de mayo 2006. Recuperado de: <http://redie.uabc.mx/vol8no2/contenido-guzman.html>
- Hernández Sánchez, C. E., & Padilla Vaca, L. F. (2017). "Actividad Antimicrobiana de Nanopartículas de Cobre Soportadas en una Matriz de Quitosano". *JÓVENES EN LA CIENCIA*, 3(1), 129–133. Recuperado a partir de <https://www.jovenesenlaciencia.ugto.mx/index.php/jovenesenlaciencia/article/view/977>
- Jiménez-Aleixandre, M. P. y Díaz de Bustamante, J. (2003). Discurso de aula y argumentación en la clase de ciencias: cuestiones teóricas y metodológicas. *Enseñanza de las ciencias*, 3 (21), 359-370.
- Jiménez-Tenorio, N., Vicente Martorell, J., Aragón Núñez, L., & Oliva Martínez, J. (2020). Fomentar la argumentación en clases de ciencias a través de una controversia sociocientífica en futuros docentes. *Ápice. Revista De Educación Científica*, 4(1), 79-86. <https://doi.org/10.17979/arec.2020.4.1.4639>

- López Mencía, A. (2018). Síntesis y funcionalización de nanopartículas magnéticas. Universidad de Oviedo. Departamento de Química orgánica e inorgánica. Recuperado de: https://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/handle/10651/47759/TFM_AymaraLopezMencia.pdf;jsessionid=E1B6452FC2DD40765A19DEFE3FF1BEED?sequence=3
- Manrique Ávila, J. D., Pérez Cortes, G. A., & Pérez Nahar, C. V. (2019). ESPECTROFOTOMETRÍA MULTICOMPONENTE EN LA REGIÓN VISIBLE: METODOLOGÍA ABP PARA EL DESARROLLO DE COMPETENCIAS TRANSVERSALES INSTRUMENTALES. Universidad Pedagógica Nacional. Facultad de Ciencia y Tecnología. Departamento de Química.
- Meroni, G, Copello, M. I, & Paredes, J. (2015). "Enseñar química en contexto. Una dimensión de la innovación didáctica en educación secundaria". *Educación química*, 26(4), 275-280. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.eq.2015.07.002>
- Ministerio de educación Nacional. (2006). Estándares Básicos de Competencias en Lenguaje, Matemáticas, Ciencias y Ciudadanas. Guía sobre lo que los estudiantes deben saber y saber hacer con lo que aprenden. Revolución educativa Colombia aprende. Colombia. Recuperado de: https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-340021_recurso_1.pdf
- Obaya Valdivia, A., Ponce Pérez, R. (2007) La secuencia didáctica como herramienta del proceso enseñanza aprendizaje en el área de Químico Biológicas, FES–Cuautitlán UNAM. 19-25, Obtenido de: http://www2.izt.uam.mx/newpage/contactos/anterior/n63ne/secuencia_v2.pdf.
- Oliveira, E. D.; Del Pinto, J. (2013). Currículo escolar en el contexto de la situación de estudio: drogas-efectos y consecuencias en el ser humano. *Educación Química*, 24(3), 351-357.
- Páez Sanabria, L.J. (2008). Validación secundaria del método filtración por membrana para la detección de Coliformes totales y Escherichia Coli en muestras de aguas para consumo humano analizadas en el laboratorio de salud pública del Huila. Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de Ciencias. Recuperado de: <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/8227/tesis221.pdf;jsessionid=B2841857591F891E4C20E7692B7FAA51?sequence=1>
- Porras Contreras, Y. A., Tuay Sigua, R. N., & Ladino Ospina, Y. (2020). Desarrollo de la habilidad argumentativa en estudiantes de educación media desde el enfoque de la Naturaleza de la Ciencia y la Tecnología. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED Print version* ISSN 0121-3814. Rev. Fac. Cienc. Tecnol. no.48 Bogotá. Recuperado de: <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/view/11486/8936>
- Prado J, Valeria, Vidal A, Roberto, & Durán T, Claudia. (2012). Aplicación de la capacidad bactericida del cobre en la práctica médica. *Revista médica de Chile*, 140(10), 1325-1332. Recuperado de: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-98872012001000014
- Ramírez, N., Souza, D., & Leitão, S. (2013). Desarrollo de habilidades argumentativas en la enseñanza-aprendizaje de contenidos curriculares. COGENCY Vol. 5, N0. 1 (107-133), Winter 2013. Recuperado de: https://www.researchgate.net/profile/Nancy-Ramirez-Roncancio/publication/315109341_Development_of_Argumentative_Skills_in_teaching_content_areas_Development_of_Argumentative_Skills_in_teaching_content_areas

<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=413835215010>
<https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.08.001>
<https://www.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1025/166/1/Pamela%20Yajaira%20Reyes%20Rodriguez%20maestria.pdf>

Reyes Rodríguez, P. Y. (2012). Síntesis y caracterización de nanopartículas de cobre y óxido de cobre y su incorporación en una matriz polimérica y el estudio de sus propiedades antibacterianas. Centro de investigación en química aplicada. Saltillo, Coahuila. Obtenido de:

<https://ciqa.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1025/166/1/Pamela%20Yajaira%20Reyes%20Rodriguez%20maestria.pdf>

Riquelme Espinoza, V., Woldarsky Olea, J., & Morales Valencia, R. (2018). Evaluación del pensamiento crítico en aspirantes de primer año que cursaron la cátedra psicología criminal en la escuela de investigaciones policiales. Santiago de Chile: Universidad Andrés Bello. Facultad de Educación. Obtenido de

<https://core.ac.uk/download/pdf/161234715.pdf>

Rodríguez López, A. (2012). Estudio de la síntesis y caracterización de nanopartículas de magnetita por métodos electroquímicos. Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica (CIDETEQ). Recuperado de:

<https://cideteq.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1021/91/1/Estudio%20de%20la%20s%C3%ADntesis%20y%20caracterizaci%C3%B3n%20de%20nanopart%C3%ADculas%20de%20magnetita%20por%20m%C3%A9todos%20electroqu%C3%ADmicos.pdf>

Rojas Bejarano, C. J. (2020) Resonancia de plasmones superficiales localizados en nanopartículas de oro y plata. (Tesis de pregrado). Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá, Colombia. Recuperado de:

https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/23656/Resonancia_de_plasmones_superficiales_localizados_en_nanopartculas_de_oro_y_plata_.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Ruppenthal, R. y Chitolina, M.R. (2015). A contextualização e as atividades práticas como estratégias no ensino do sistema respiratório para alunos do ensino fundamental. *Revista Eletrônica de Enseñanza de las Ciencias*, 14(2), 200-222.

Sanmartí, N.; Pipitone, C. y Sardá, A. (2009). Argumentación en clases de ciencias. Enseñanza de las Ciencias, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, pp. 1709-1714 <http://enciencias.uab.es/congreso09/numeroextra/art-1709-1714.pdf> VIII Congreso Internacional Sobre Investigación En La Didáctica De Las Ciencias (ISSN 0212-4521) <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/294086/382616>

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

Tamayo Alzate, O. E. (2012). La argumentación como constituyente del pensamiento crítico en niños. *Hallazgos*, 9(17), 211-233. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=413835215010>

- Trepiana Fica, D. A. (2015). Síntesis de suspensiones de nanopartículas de cobre y quitosano, y evaluación de sus propiedades antimicrobianas frente a streptococcus mutans. Universidad de Chile. Facultad de odontología. Instituto de investigación en Ciencias odontológicas. Área de química. Laboratorio de nanobiomateriales. Santiago Chile. Recuperado de: <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/131959/S%C3%ADntesis-de-suspensiones-de-nanopart%C3%ADculas-de-cobre-y-quitosano-%20y-evaluaci%C3%B3n-de-sus-propiedades-antimicrobianas.pdf?sequence=1>
- Valdés León, G. (s.f). Habilidades argumentativas y riqueza léxica en un curso de educación superior. Cogency, Journal of reasoning and argumentation. Universidad Católica Silva Henríquez. Recuperado de: <https://accedacris.ulpgc.es/bitstream/10553/115236/1/371-Texto%20del%20art%C3%ADculo-269-1-10-20210901%20%285%29.pdf>
- Vásquez Rojas, A.L. (2022). Caracterización de los niveles de argumentación escrita en ciencias en la escritura de informes de trabajos prácticos de laboratorio en estudiantes de grado once de la institución educativa instituto técnico industrial, Florencia-Caquetá. Tesis de maestría. Universidad de la Amazonia, Florencia, Caquetá, Colombia.

10. Anexos

10.1. Anexo 1. Cuestionario de caracterización de la población.

Caracterización de los participantes

Este cuestionario se realiza para la parte investigativa del trabajo de grado "ESTUDIO DE CASO: LA ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA DE LAS NANOPARTÍCULAS DE COBRE PARA EL DESARROLLO DE LA ARGUMENTACIÓN EN CIENCIAS" y tiene como finalidad caracterizar a los participantes.

Confidencialidad
La respuesta obtenidas mediante este formulario serán totalmente confidenciales y se utilizaran únicamente para parte investigativa del trabajo de grado de la Licenciatura en Química. Este formulario fue elaborado por Stefania Contreras Saenz scontrerass@upn.edu.co y Magda Yineth Orjuela Barreto myorjuelab@upn.edu.co estudiantes de la Licenciatura en Química de la Universidad Pedagógica Nacional, cualquier pregunta o inquietud remitirse a los correos anteriormente mencionados.

[Acceder a Google](#) para guardar el progreso. [Más información](#)

* Indica que la pregunta es obligatoria

Correo electrónico *

Tu dirección de correo electrónico _____

1. Nombre y Apellido *

Tu respuesta _____

2. Rango de edad *

18 años a 25 años

26 años a 33 años

3. Sexo *

Femenino

Masculino

Prefiero no decirlo

4. Número de contacto *

Tu respuesta _____

5. ¿Qué programa cursa en la ECCI? *

Tu respuesta _____

6. Semestre actual *

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- Mas de décimo semestre

7. ¿Posee disposición de tiempo para asistir al taller, el cual tiene una duración de 3 a 4 horas aproximadamente? *

- Si
- No

Observación

Tu respuesta

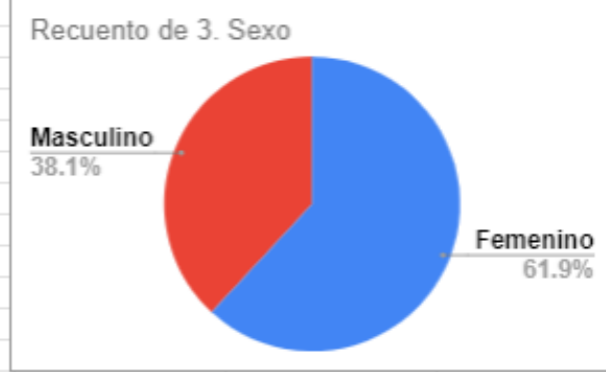
Enviar

Página 1 de 1

Borrar formulario

10.2. Anexo 2. Respuestas del cuestionario de caracterización de la población.

Dirección de correo electrónico	2. Rango de edad	3. Sexo	4. Número de contacto	5. ¿Qué programa cursa	6. Semestre actual	7. ¿Posee disposición de	Observación
mariai.hernandezg@ecci.edu.co	18 años a 25 años	Femenino	3227125908	Tec. Gestión Ambiental		1 Si	
andresfe.rinconga@ecci.edu.co	18 años a 25 años	Masculino	3244537432	Tec. Gestión Ambiental		1 Si	
angielo.lopezmo@ecci.edu.co	18 años a 25 años	Femenino	3227267348	Tec. Gestión Ambiental		1 Si	Gracias
julianagr.tellez@ecci.edu.co	18 años a 25 años	Femenino	3138255413	Tec. Gestión Ambiental		1 Si	
laurana.manriquehu@ecci.edu.co	18 años a 25 años	Femenino	3006742325	Tec. Gestión Ambiental		1 Si	:))
allisonna.carrillo@ecci.edu.co	18 años a 25 años	Femenino	3243281398	Tecnología en desarrollo		1 Si	Ninguna
didierma.osorioso@ecci.edu.co	18 años a 25 años	Masculino	3157845923	Tecnología en desarrollo inf		1 Si	
juanca.beltranva@ecci.edu.co	18 años a 25 años	Masculino	3044468746	Tecnología en desarrollo inf		1 Si	
alejandralu.gonzalez@ecci.edu.co	18 años a 25 años	Femenino	3132035701	Ingeniería de sistemas		1 Si	
luisafe.ayuresa@ecci.edu.co	18 años a 25 años	Femenino	3107733758	Tec. Gestión Ambiental		1 Si	
jhoanma.padillaro@ecci.edu.co	18 años a 25 años	Masculino	3108108145	Tec. Gestión Ambiental		1 Si	
sarava.gordilloma@ecci.edu.co	18 años a 25 años	Femenino	3059359062	Ingeniería biomédica		1 Si	
samuelma.carrillo@ecci.edu.co	18 años a 25 años	Masculino	3214469313	Tecnología en desarrollo inf		1 Si	
angieal.lozanosa@ecci.edu.co	18 años a 25 años	Femenino	3137052429	Ingeniería ambiental		1 Si	.
laurada.lopezga@ecci.edu.co	18 años a 25 años	Femenino	3106700332	Tec. Gestión Ambiental		1 Si	
julianda.leuroar@ecci.edu.co	18 años a 25 años	Masculino	3132924921	Ingeniería ambiental		1 Si	
johanda.martinezco@ecci.edu.co	18 años a 25 años	Masculino	3043657491	Ingeniería ambiental		1 Si	Bueno
karenju.castiblanco@ecci.edu.co	18 años a 25 años	Femenino	3138562637	Tec. Gestión Ambiental		1 Si	
johnni.herrerahe@ecci.edu.co	18 años a 25 años	Masculino	3192393285	Tecnología en procesos		1 Si	
julianava.mercadosa@ecci.edu.co	18 años a 25 años	Femenino	32347021/5	Tecnología en procesos		1 Si	esta muy interesante el t
jullypa.barrerahe@ecci.edu.co	18 años a 25 años	Femenino	3214097023	Tecnología en procesos		1 Si	



10.3. Anexo 3. Consentimiento informado de participación.

CONSENTIMIENTO INFORMADO DE PARTICIPACIÓN

Manifestación explícita de participación

Apreciados estudiantes de la universidad ECCI, con toda atención nos permitimos invitarlos a participar en la investigación que se adelanta en el trabajo de grado titulado **ESTUDIO DE CASO: LA ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA DE LAS NANOPARTÍCULAS DE COBRE PARA EL DESARROLLO DE LA ARGUMENTACIÓN EN CIENCIAS** realizado por Stefania Contreras Sáenz y Magda Yineth Orjuela Barreto bajo la responsabilidad de la dirección del profesor Diego Alexander Blanco Martínez y acompañamiento del profesor Giovanni Pérez.

ACLARACIONES

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

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

SI _____, NO _____. Si su respuesta es afirmativa, le solicitamos diligenciar el siguiente instrumento. Es pertinente recordar que, la información recolectada en este instrumento será utilizada única y exclusivamente para fines investigativos, por tal motivo esta no tendrá incidencia en la evaluación de alguna asignatura que usted curse.

Yo, _____, identificado con: _____, No. _____ he leído y comprendido la información anterior y mis preguntas han sido respondidas de manera satisfactoria. He sido informado y entiendo que los datos obtenidos en el desarrollo de esta investigación pueden ser publicados o difundidos con fines académicos una vez que sea finalizada la intervención asociada a este trabajo de grado.

10.4. Anexo 4. Secuencia de actividades: Nanotecnología una alternativa de vida.

NANOTECNOLOGIA: UNA ALTERNATIVA DE VIDA

Stefania Conteras Saenz¹
 Magda Yineth Orjuela Barreto¹
 Diego Alexander Blanco Martinez²
 Giovanni Andrés Pérez Corrés³

INTRODUCCIÓN

La educación en la actualidad pretende y tiene como eje central la formación y desarrollo del pensamiento crítico, como una habilidad de dominio específico que puede ser desarrollada desde el trabajo en las aulas de clases, con el fin de tener dominio concreto del conocimiento, donde el estudiante apoye, contrarreste y fundamente sus ideas para así potencializar sus habilidades. Lasky y Gibson (1967) plantean que el pensamiento crítico hace referencia a una compleja serie de actividades cognitivas que actúan conjuntamente, tales como la resolución de problemas, pensamiento lógico, argumentación, percepción de ideas, análisis, evaluación y toma de decisiones. Uno de los principales componentes del pensamiento crítico es la argumentación, entendida como la forma de juzgar, tomar decisiones y tener una postura definida e independiente frente a algún asunto, en este caso particular frente al conocimiento en ciencias; en relación con esto Márquez y Sanmartí (2005) destacan el ámbito de la enseñanza de las ciencias como un espacio en el cual se pueden potenciar las competencias argumentativas de los estudiantes, dado que uno de los fines de la investigación científica es la generación y justificación de enunciados y acciones encaminadas a la comprensión de la naturaleza.

En el ámbito educativo existen diferentes elementos didácticos para desarrollar conceptos, uno de ellos es la secuencia de aprendizaje, Díaz-Barriga, A (2013) define las secuencias didácticas son una organización de las actividades de aprendizaje que se realizarán con los alumnos y para los alumnos con la finalidad de crear situaciones que les permitan desarrollar un aprendizaje significativo, siendo este un instrumento que nutra el conocimiento de la asignatura y el desarrollo del plan de estudios donde se involucra la visión pedagógica del docente al diseñar y plantear actividades para el aprendizaje de los estudiantes, donde se vinculen sus conocimientos, ideas y experiencias previas con algún problema real relacionado con el objeto de estudio a desarrollar. El diseño de una secuencia de actividades debe integrar el aprendizaje y la evaluación de forma paralela teniendo en cuenta aspectos procedimentales, conceptuales, actitudinales y la metodología a desarrollar; ayudando a cumplir los objetivos propuestos por cada área siendo uno de los mayores desafíos para los docentes puesto que engloba aquellas propuestas didácticas que constan de un conjunto articulado de actividades de enseñanza y aprendizaje basadas en la investigación, probadas y adaptadas al nivel evolutivo y a las pautas de aprendizaje esperadas de los estudiantes (Buty, Tiberghien y Le Maréchal 2004).

Con el propósito de fomentar el desarrollo de habilidades enfocadas a la argumentación científica en estudiantes de primer semestre de la Universidad ECCI de carreras profesionales relacionadas con Ingeniería ambiental, tecnólogos en gestión ambiental y tecnólogos en procesos químicos industriales, se diseñó y presenta la siguiente secuencia de actividades en donde se abordan problemáticas socioambientales bajo el enfoque de química en contexto partiendo del avance de la nanotecnología en cuanto a la incorporación de las nanopartículas de cobre en la industria y uso común.

1. Estudiantes de la Licenciatura en Química de la Universidad Pedagógica Nacional.
2. Profesor de la Universidad Pedagógica Nacional.
3. Profesor de la Universidad ECCI.

Universidad Pedagógica Nacional

Cabe resaltar que esta secuencia de actividades está guiada bajo la metodología del estudio de caso ya que nace de la necesidad de analizar una capacidad comprendiendo las características que representan los eventos y/o fenómenos de la vida real lo cual se relaciona con la intención de que el estudiante logre potencializar sus capacidades, presentando respuestas y justificaciones con una mayor selectividad de la información expresando sus ideas de forma organizada.

Para la implementación de la secuencia se proponen cuatro actividades y una práctica de laboratorio, las cuales incorporan conocimientos, habilidades y posturas críticas que permiten a los estudiantes ir mejorando progresivamente en los niveles de argumentación; estas actividades parten de lecturas sobre la implementación de nanopartículas de cobre soportadas en matrices poliméricas para la remediación del agua comprobando su poder antimicrobiano, así mismo la práctica de laboratorio se centra en la síntesis de nanopartículas de cobre y comprobando su actividad antimicrobiana mediante un caldo de cultivo de *E. coli*.

Objetivo General

Promover la argumentación de un grupo de estudiantes de la Universidad ECCI, mediante un proceso de lecto-escritura sobre situaciones socio ambientales que involucren el uso de nanopartículas de cobre.

Objetivos Específicos

- Identificar el nivel de argumentación de los participantes mediante cada actividad.
- Identificar las relaciones sociales, ambientales y culturales que se involucran en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la ciencia desde la química en contexto.
- Incentivar el interés por la ciencia, el desarrollo e implementación de la nanotecnología en la vida cotidiana.

Modo de validación por piloto

Enseñanza	Promover procesos de argumentación a partir de discusiones entorno a la incorporación de la nanotecnología en el uso común y sobre el tratamiento de agua.	Seguimiento
------------------	--	-------------

	OBJETIVO	ACTIVIDAD	CRITERIO DE EVALUACIÓN
CONCEPTUAL	Reconocer la importancia de la incorporación y uso de las nanopartículas de cobre en la remediación del agua.	Actividad 1	
	Identificar el impacto de las nanopartículas de cobre en el tratamiento convencional de desinfección del agua.	Actividad 2	
	Identificar los subproductos generados durante el proceso de tratamiento.	Actividad 3	
		Actividad 4	
PROCE DIMEN TALES	Sintetizar nanopartículas de cobre por método de coprecipitación, para así soportarlas en una matriz de pellets y fibras de políester (filtros de leche)	Laboratorio 1	

	Utilizar la matriz de pellets con las nanopartículas soportadas en un caldo de cultivo de E.coli para comprobar su poder antimicrobiano.	Laboratorio 1	
	Determinar el porcentaje de oxígeno disuelto en las muestras por el método Winkler para hallar la Demanda Biológica de Oxígeno (DBO ₅).	Laboratorio 2	
ACTITUDINALES	Argumentar las implicaciones que tienen las nanopartículas de cobre en la remediación y desinfección del agua	Actividad 1	
		Actividad 2	
	Explorar posibles alternativas para reducir la generación de subproductos empleando la nanotecnología	Actividad 3	
	Generar posturas críticas frente a la implementación de los tratamientos convencionales y tecnologías emergentes para el tratamiento de agua.	Actividad 4	
	Argumentar la experiencia en el laboratorio sobre la síntesis de nanopartículas de cobre, y su posible aplicación en futuros proyectos	Laboratorio 1	

CRITERIOS DE EVALUACIÓN				
Actividades	SOBRESALIENTE	SATISFACTORIO	BÁSICO	NECESITA MEJORAR
Actividad 1	Reconocer la importancia de la incorporación y uso de las nanopartículas de cobre en la remediación del agua, la agricultura y en la vida cotidiana	Reconoce la incorporación y algunos usos de las nanopartículas de cobre en la agricultura y en la vida cotidiana	Reconoce el uso de nanopartículas de cobre en la vida cotidiana	Reconoce el uso de las nanopartículas.
Actividad 2	Reconoce el impacto y los beneficios de la articulación de la nanotecnológica con los métodos convencionales empleados para la desinfección de agua.	Describe el impacto y algunos beneficios de la nanotecnología en la desinfección del agua.	Describe los beneficios de la nanotecnología en la desinfección del agua.	Reconoce los métodos para la desinfección del agua.
Actividad 3	Identifica y analiza los subproductos generados durante el proceso de tratamiento del agua en una PTAP, teniendo en cuenta la eficacia de este tratamiento.	Determina los subproductos generados durante el proceso de tratamiento del agua en una PTAP	Describe los subproductos generados durante el proceso de tratamiento del agua en una PTAP	Reconoce los subproductos generados durante el proceso de tratamiento del agua
Actividad 4	Argumenta sobre implicaciones científicas, ambientales y sociales de las alternativas para el tratamiento de agua superficial, identificando una solución más eficaz y sostenible en el contexto actual.	Justifica algunas implicaciones científicas, ambientales y sociales de las alternativas para el tratamiento de agua superficial, aportando una solución más eficaz y sostenible en el contexto actual.	Identifica las implicaciones científicas, ambientales y sociales de las alternativas para el tratamiento de agua superficial.	Reconoce posibles soluciones las situaciones socio ambientales del tratamiento de agua superficial.
Laboratorio 1	Sintetiza nanopartículas de cobre por método de coprecipitación, para soportarlas en una matriz de pellets y fibras de poliéster (filtros de leche), comprueba su poder antimicrobiano en un caldo de cultivo de E.coli y argumenta la experiencia.	Analiza la síntesis de las nanopartículas comprobando su poder antimicrobiano en un caldo de cultivo de E.coli.	Identifica el poder antimicrobiano de las nanopartículas de cobre.	Argumenta la experiencia en el laboratorio.
Laboratorio 2	Determina el porcentaje de oxígeno disuelto en las muestras por el método Winkler para hallar la Demanda Biológica de Oxígeno (DBO ₅) en una muestra de agua.	Analiza el porcentaje de oxígeno disuelto en las muestras por el método Winkler, hallando la Demanda Biológica de Oxígeno (DBO ₅) en una muestra de agua.	Calcula la Demanda Biológica de Oxígeno (DBO ₅) en una muestra de agua.	Argumenta la experiencia en el laboratorio.

1. Estudiantes de la Licenciatura en Química de la Universidad Pedagógica Nacional.
2. Profesor de la Universidad Pedagógica Nacional.
3. Profesor de la Universidad ECI.

ACTIVIDAD 1

Objetivos:

- Identificar las partes de un texto argumentativo.
- Reconocer el nivel de argumentación por medio de una lectura sobre la incorporación de las nanopartículas de cobre para la remediación del agua.

Para tener en cuenta:

Texto argumentativo: Es un texto que se enfoca en el análisis y la adopción de una postura sobre un tema objeto de estudio. Esta acción implica la defensa de la posición asumida mediante una serie de argumentos ya que, el objetivo de este tipo de escritura es expresar opiniones o refutarlas con el propósito de persuadir o convencer al lector.

Elementos de un texto argumentativo

1. **Introducción:** Es el lugar donde se presenta la tesis (es la idea sobre la que se está reflexionando y que expresa el punto de vista del autor sobre un determinado tema).
2. **Desarrollo:** Apartado donde se sitúan los argumentos, entendiéndose estos como hechos, datos o pruebas que respalden la tesis del autor.
3. **Conclusiones:** Cierre del texto, donde se retoma la idea principal reafirmando el punto de vista adoptado emitiendo conclusiones, afirmaciones o soluciones al tema estudiado.

Leer para Argumentar

Texto tomado y adaptado de Sánchez Ramírez, L.I (2021). Nanopartículas Cu y CuO/Cu₂O mediadas por extracto de *Larrea tridentata* y su potencial en la remediación de agua y como antimicrobiano. CINVESTAV. Unidad Saltillo Sustentabilidad de los Recursos Naturales y Energía. Recuperado de: <https://repositorio.cinvestav.mx/bitstream/handle/cinvestav/3813/SSIT0016929.pdf?sequence=1>

El constante progreso en ciencia y tecnología ha permitido el desarrollo y producción de materiales novedosos, con características cada vez más específicas y tamaños más pequeños, como lo son los materiales a escala nanométrica (de 1 a 100 nanómetros). Entre los nanomateriales, las nanopartículas (NPs) metálicas se han empleado ampliamente para el tratamiento y purificación de agua. El tratamiento y purificación del agua se lleva a cabo mediante diferentes procesos físicos, químicos y biológicos. Las tecnologías convencionales de tratamiento de agua se han combinado con la nanotecnología, aprovechando características de los nanomateriales como la selectividad, estabilidad térmica, durabilidad y reactividad de superficie.

Un caso particular sobre la nanotecnología es su aplicación en la agricultura; puesto que para poder garantizar la seguridad alimentaria y el acceso a recursos agrícolas existen diversos aspectos agrícolas que se deben contemplar como desperdicio de cultivos por manejo, tiempo de vida del cultivo, degradación de la calidad del suelo y

1. Estudiantes de la Licenciatura en Química de la Universidad Pedagógica Nacional.
2. Profesor de la Universidad Pedagógica Nacional.
3. Profesor de la Universidad ECCI.

agua, así como las pérdidas de cultivos por plagas. El uso del agua en la agricultura representa el 70% del total de extracciones directas de agua a nivel mundial, mientras que llega a superar el 90% en algunos países en desarrollo. El agua empleada en la agricultura se mezcla con agroquímicos de uso común como fertilizantes y pesticidas, los cuales, se filtran a través del suelo hasta los mantos acuíferos diseminando la contaminación. Dichos contaminantes se introducen al medio ambiente a través del suelo y el agua por la actividad agrícola.

Por esta razón, se espera que la nanotecnología repercuta en todos los aspectos de la vida, la nanotecnología está revolucionando la agricultura convencional, las aplicaciones de la nanotecnología en la agricultura pueden lograr su transición hacia una agricultura sostenible, pueden resolver o disminuir inconvenientes asociados con la calidad de los cultivos, disminuir o eliminar el deterioro de la calidad del suelo y agua, así como prevenir y acabar con plagas. Algunas de estas aplicaciones ya se están llevando a cabo actualmente, de manera comercial, en la gestión de la calidad de los productos agrícolas pre cosecha y post cosecha como nanosensores y fertilizantes. Mientras tanto, entre las áreas de investigación en desarrollo se encuentran: la fotocatalisis, biorremediación de plaguicidas resistentes, portadores a nano escala, materiales nano biosensores y plaguicidas. Los nano productos para usos agrícolas desempeñan un papel esencial en la mejora del crecimiento de las plantas, la productividad de los cultivos y la calidad nutricional de los mismos. Las nanopartículas poseen características funcionales únicas capaces de modular la fisiología y vías bioquímicas en los sistemas vegetales como: la respiración, la fotosíntesis, el transporte de solutos, el metabolismo del nitrógeno y realizar diversas funciones en la membrana celular interactuando con la entrada y salida de micro/macronutrientes. Para hacer frente a hongos, bacterias, virus y protozoos de interés fitopatógeno se han desarrollado diversos tipos de nanomateriales, en donde las nanopartículas metálicas y de óxidos metálicos han demostrado actividad antifúngica y antibacteriana. Entre las nanopartículas metálicas de importancia agrícola se encuentran metales como Au, Ag, Pt, Ti, Ni y Cu. La plata ha mostrado excelentes resultados antimicrobianos, sin embargo, la abundancia y accesibilidad económica del cobre en comparación con los metales antes mencionados lo convierten en un metal atractivo.

De acuerdo con el texto anterior: ¿Qué opina sobre los usos que pueden emplear las nanopartículas metálicas en otros aspectos de nuestra vida cotidiana? ¿en qué aspectos de su vida utilizaría las nanopartículas?

ACTIVIDAD 2

Objetivo

Identificar el progreso en el nivel de argumentación a partir de una situación cotidiana

Nanopartículas de cobre, una alternativa a la mejora de la calidad del agua

Lea atentamente el siguiente texto y responda las preguntas que se encuentran al final a través de un texto argumentativo.

Texto tomado y adaptado de Reyes Rodríguez, P.Y (2012). Síntesis y caracterización de nanopartículas de cobre y óxido de Cobre y su incorporación en una matriz polimérica y el estudio de sus propiedades antibacterianas. Centro de investigación en química aplicada CIQA. Saltillo, Coahuila. Recuperado de: <https://ciqa.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1025/166/1/Pamela%20Yajaira%20Reyes%20Rodriguez%20maestria.pdf>

Uno de los desafíos relevantes de hoy es el acceso a recursos hídricos aptos para consumo humano, donde la disponibilidad se encuentra ligada a la calidad del agua y los posibles usos que reciben los recursos hídricos. Así mismo, la urbanización acelerada y la actividad industrial demandan un consumo intensivo del recurso, agravando la contaminación de las fuentes.

Lo anterior, ligado al vertido de aguas residuales sin tratar junto con la lixiviación agrícolas han deteriorado la calidad del agua en el mundo causando que bacterias con alta carga microbiana se depositen en los diversos cuerpos de agua, un ejemplo común es la *Escherichia coli* (*E. coli*); de acuerdo con la Organización Mundial de la Salud, esta es una bacteria que se encuentra normalmente en el intestino del ser humano y de los animales de sangre caliente. La mayoría de las cepas de *E. coli* son inofensivas. Sin embargo, algunas de ellas, como la *E. coli* productora de toxina Shiga, pueden causar graves enfermedades a través de los alimentos, estos son contaminado en gran parte por las aguas de riego que en su mayoría no cuentan con un tratamiento adecuado que garantice la calidad del agua.

Para dar solución a esta problemática la humanidad ha desarrollado estrategias tanto es así que se tienen registros desde el año 1500 a. C. de como los metales y las sales de cobre se han utilizado como agentes antibacterianos, pero con la llegada de la nanotecnología, el uso de nanopartículas de metales y óxidos metálicos en aplicaciones antimicrobianas en los campos biomédico e industrial ha ganado mayor atención ya que las nanopartículas tienen una mayor área superficial y una serie de sitios reactivos con estructuras morfológicas cristalinas inusuales, propiedades que impiden la formación o el desarrollo de microorganismos.

En este orden de ideas, con el propósito de hacer frente a hongos, bacterias, virus, parásitos y protozoos de interés fitopatógeno (destructores de plantas) se han desarrollado diversos tipos de nanomateriales que permiten lograr la remediación de aguas subterráneas, biorremediación, remoción de tintas entre otros, evitando así que

en procesos de desinfección convencionales como los realizados en PTAP (Plantas de Tratamiento de Agua Potable) generen contaminantes emergentes generando que surjan nuevas alternativas en donde las nanopartículas metálicas y de óxidos metálicos demuestren su efectiva actividad antifúngica y antibacteriana.

De acuerdo con lo mencionado, responda:

1. ¿Qué impacto tendría la articulación nanotecnológica con los métodos convencionales empleados para la desinfección de agua?
2. ¿Cuáles son los beneficios de la nanotecnología en la desinfección de agua en términos de salud pública y sostenibilidad?

ACTIVIDAD 3

Tratamiento de Agua Potable en PTAP y la generación de subproductos durante el proceso

Objetivos:

1. Evaluar la eficiencia del tratamiento de agua en una PTAP (Planta de Tratamiento de Agua Potable)
2. Identificar y analizar los subproductos generados durante el proceso de tratamiento.
3. Proponer alternativas para reducir la generación de subproductos empleando la nanotecnología.

A partir de la infografía realizar la identificación de subproductos en las etapas de coagulación, sedimentación, filtración y desinfección, consultar acerca de ellos y completar la información de la siguiente tabla:

Etapa del proceso	Subproducto generado	Efectos ambientales y de salud asociados	Estrategias existentes para reducir los subproductos

Luego de completar la información en la tabla realice una propuesta en donde con ayuda de la nanotecnología plantee estrategias para la reutilización o eliminación responsable de los subproductos y que mejoren la eficiencia del tratamiento.



Imagen 1. Infografía etapas tratamiento de agua en la PTAP El Dorado. Información tomada y adaptada de: <https://oab.ambientebogota.gov.co/?post>

ACTIVIDAD 4

Debate: Tratamiento de agua convencional VS tecnologías emergentes

• **Objetivos:**

1. Formular implicaciones científicas, ambientales y sociales de las alternativas para el tratamiento de agua superficial, con el fin de identificar la solución más eficaz y sostenible en el contexto actual.
2. Presentar datos, estudios y análisis documentados que respalden las diversas posiciones para fomentar la argumentación basada en evidencia científica.

A continuación, se presenta información acerca de los tratamientos convencionales que se emplean para el tratamiento de agua, así mismo, se exponen algunas alternativas que han surgido en las últimas décadas.

Métodos tradicionales		Tecnologías emergentes	
Cloración	Se emplea principalmente para la desinfección microbiana. Sin embargo, el cloro también actúa como oxidante y puede eliminar o ayudar a eliminar algunas sustancias químicas y puede oxidar elementos disueltos para formar productos insolubles que se pueden eliminar mediante la filtración posterior.	Procesos de Membrana	Los procesos de membrana más reconocidos para el tratamiento del agua son la ósmosis inversa, ultrafiltración, microfiltración y nanofiltración. Estos procesos tradicionalmente se han aplicado a la producción de agua para fines industriales o farmacéuticos, y ahora se están aplicando al tratamiento de agua de consumo humano. Las tecnologías de membranas ha sido una alternativa para los procesos de filtración convencional, debido a que contribuyen al procesamiento de aguas a través de

			un menor consumo comparado con otros métodos, además, presenta ventajas como: la separación de las partículas de manera continua, es adaptable a otros procesos de separación, los procesos se llevan a cabo de manera sencilla y tienen una reducción de residuos que afectan el medio ambiente.
Aireación	Se usa para eliminar gases y compuestos volátiles por arrastre con aire. La transferencia por lo general se obtiene mediante una cascada simple o la difusión de aire en el agua, sin necesidad de un equipo sofisticado. Puede requerir una planta especializada que proporcione un alto grado de transferencia de masa, de la fase líquida a la fase gas.	Adsorción en nanotubos de carbono (CNT)	Exhiben propiedades antimicrobianas al causar estrés oxidativo en las bacterias y destruir las membranas celulares. Aunque se produce oxidación química, no se producen subproductos tóxicos, lo cual es una ventaja importante sobre los procesos de desinfección convencionales como la cloración y la ozonización.
Coagulación Química	Se realiza usualmente con sales de aluminio o hierro como coagulantes. Es adecuada para la eliminación de	Nanopartículas de hierro cerivalente (Fe (0))	Como alternativa a la plata coloidal y al TiO ₂ , las nanopartículas de hierro cerivalente se puede usar para la

	<p>partículas que contienen microorganismos, ciertos metales pesados y sustancias químicas orgánicas de baja solubilidad, como ciertos plaguicidas organoclorados.</p> <p>Para las otras sustancias químicas orgánicas, la coagulación suele ser ineficaz, excepto cuando la sustancia se integra al material húmico (coloide) o está adsorbida en las partículas.</p> <p>El floculo o coágulo obtenido debe ser posteriormente removido por procesos de sedimentación o flotación y filtración.</p>		<p>recuperación de aguas subterráneas contaminadas con fluidos de hidrocarburos clorados y percloratos.</p> <p>Para llevar a cabo la síntesis se destacan diversos métodos como: vía mecánica, arco de plasma de hidrógeno, descomposición térmica, sonoquímica y en fase acuosa por reducción química; estas técnicas difieren en el grado de efectividad, complejidad y costo.</p>
Intercambio iónico	<p>Es un proceso en el que se intercambian iones con carga similar entre una fase acuosa y una fase de resina sólida.</p> <p>Se puede utilizar el intercambio catiónico (entre iones con carga positiva) para eliminar ciertos metales pesados.</p>	Luz Ultravioleta	<p>El uso de luz UV para la purificación de agua potable no es reciente, es un concepto que ha existido desde hace decenas de años, pero no ha sido hasta la última década cuando se ha empleado en ámbitos de desinfección de fluidos. La radiación</p>

	<p>Las aplicaciones potenciales de las resinas aniónicas (para iones con carga negativa), permitirían la eliminación de nitratos, arsénico y selenio.</p>		<p>ultravioleta se genera con una lámpara especial y cuando la radiación penetra la pared celular de un organismo, el material genético es modificado y la célula es incapaz de reproducirse.</p> <p>La luz ultravioleta destruye virus y bacterias, sin embargo, como en el caso del ozono, es necesario del uso posterior de cloro, para prevenir el recrecimiento de bacterias. Cabe resaltar que la luz ultravioleta provee un método de operación y mantenimiento sencillo, es útil con tiempos cortos de contacto y no genera residuos tóxicos o subproductos</p>
Ozonización	<p>El ozono es un oxidante potente que tiene muchos usos en el tratamiento del agua, incluida la oxidación de compuestos químicos orgánicos. Puede ser utilizado como un desinfectante primario ya que reacciona con las sustancias orgánicas</p>	Biofiltración	<p>Es un proceso en el que un filtro granular convencional está diseñado para eliminar no solo partículas finas, sino también compuestos orgánicos disueltos a través de la degradación microbiana.</p> <p>Puede reducir la necesidad de</p>

<p>naturales para aumentar su biodegradación, medida en términos de carbono orgánico asimilable.</p> <p>Para evitar el crecimiento bacteriano indeseable en la distribución, la ozonización se complementa normalmente con un tratamiento posterior, como la filtración biológica o el carbón activado granular, para eliminar compuestos orgánicos biodegradables, seguido de la aplicación de una concentración residual de cloro, ya que el ozono no produce un efecto desinfectante residual. El ozono también es eficaz para degradar una amplia gama de plaguicidas y otras sustancias orgánicas, sin embargo, el Cloro y el Ozono pueden crear subproductos tóxicos.</p>			<p>productos químicos en el tratamiento del agua potable y, por lo tanto, las aplicaciones mejoradas de la biofiltración en el tratamiento del agua potable pueden verse como una tecnología de ingeniería ecológica o sostenible.</p>
---	--	--	--

Antes de dar inicio al debate se recomienda leer detenidamente la información anterior, el docente a cargo cumplirá el rol de moderador y dividirá el aula en dos grupos. Posteriormente a cada grupo se le dará un tiempo estimado de 15 min para orientar el debate en torno a las siguientes preguntas.

1. ¿Cómo se comparan los costos de implementación y mantenimiento de los métodos para el tratamiento de agua?
2. ¿Existen casos donde los métodos hayan demostrado ser insuficientes y se hayan requerido implementar otras soluciones?
3. ¿Cuáles son los riesgos ambientales asociados con el uso de las sustancias empleadas durante el tratamiento del agua?
4. ¿Cómo abordan los métodos la cuestión de la accesibilidad en comunidades con recursos limitados?
5. ¿Es posible evitar riesgos de resistencia y adaptación de contaminantes a las tecnologías propuestas?
6. ¿Cuál es el papel de la educación y la concientización ciudadana frente al éxito de los tratamientos de agua?

REFERENCIAS

Baeza Gómez, E. (2018). Técnicas y métodos de tratamiento para diferentes tipos de aguas residuales. Asesoría técnica parlamentaria. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. BCN. Recuperado de: https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/25552/2/Informe_Tratamiento_Aguas_Residuales.pdf

Iriarte Mendivil, R. (2020). NUEVAS TENDENCIAS EN SISTEMAS DE PURIFICACIÓN DE AGUAS. Escuela Técnica de Ingeniería Agronómica y de Medio Natural. Universitat Politècnica de València (ETSIAMN). Recuperado de: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/150093/Iriarte%20-%20Nuevas%20tendencias%20en%20sistemas%20de%20purificaci%C3%B3n%20de%20aguas.pdf>

PRÁCTICA DE LABORATORIO 1

Práctica: Síntesis de nanopartículas de cobre soportadas en matriz biopolimérica

Objetivo: Sintetizar nanopartículas de cobre en fibras de poliéster por método de coprecipitación, para así soportarlas en una matriz de pellets.

Nota: Al finalizar la práctica de laboratorio responda la siguiente pregunta:

¿Qué aprendizajes deja de la experiencia en el laboratorio sobre la síntesis de nanopartículas de cobre, y cómo pueden aplicarse en futuros proyectos?

Materiales y reactivos:

Cant.	Materiales	Cant.	Equipos	Cant.	Reactivos	Concentración
1	Erlenmeyer de 500 mL	2	Agitador magnético con su magneto	50 g	CuSO ₄	
1	Embudos de decantación 250 mL		Balanza	1000mL	NaOH	10 N
1	Anillos de soporte con nuez	1	Baño María	30 g	Acido Ascórbico	
2	Vasos de precipitación de 40mL				Agua desionizada	
2	Balones aforados de 250mL					
1	Termómetros					
1	Espátula					
1	Pipeta Pasteur					
1	Frasco lavador					

Procedimiento:

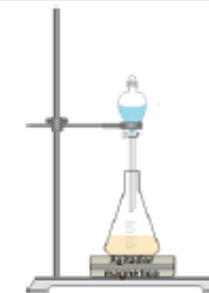
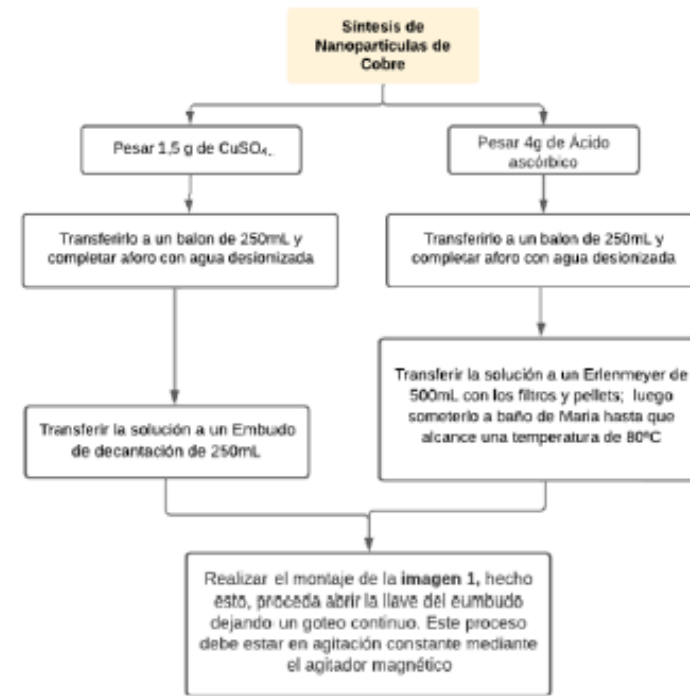


Imagen 1. Montaje

PRÁCTICA DE LABORATORIO 2
Práctica: Demanda Biológica de Oxígeno (DBO₅)

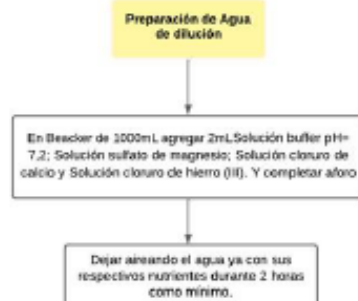
Objetivo: Determinar el porcentaje de oxígeno (DBO₅) en las muestras por el método Winkler

Materiales y reactivos:

Cant.	Material	Cant.	Reactivo	Concentración
1	Beacker de 1L	500 mL	Solución buffer pH= 7,2 (4,25 g KH ₂ PO ₄ ; 10,85 g K ₂ HPO ₄ ; 16,7 g Na ₂ HPO ₄ ; 0,85 g NH ₄ Cl)	500 mL
1	Bureta de 25 mL	250 mL	Solución sulfato de magnesio (5,625 g MgSO ₄)	250 mL
1	Bureta de 50 mL	250 mL	Solución cloruro de calcio (6,875 g CaCl ₂)	250 mL
2	Pipeta afora de 1 mL	250 mL	Solución cloruro de hierro (III) (0,0625 g FeCl ₃)	250 mL
1	Pipeta aforada de 10 mL	100 mL	KIO ₃ (0,0889 g)	100 mL
1	Pipeta aforada de 5 mL	250 mL	Na ₂ S ₂ O ₃ (1,552 g Na ₂ S ₂ O ₃ ·5H ₂ O)	250 mL
1	Erlenmeyer de 100 mL	100 mL	Indicador almidón	100 mL
1	Erlenmeyer de 250 mL	100 mL	Acido sulfúrico	98%
4	Botellas Winkler	50 mL	Reactivo alcali-ioduro-azida (25 gr NaOH; 7,5 g KI; 0,5 g NaN ₃)	N.A
1	Probeta de 250 mL	50 mL	HCl	6 N
2	Beacker 250 mL	10 gr	KI	Solido
1	Espátula			
1	Vidrio de reloj			
1	Pinzas para bureta			

Procedimientos:

1.



2.

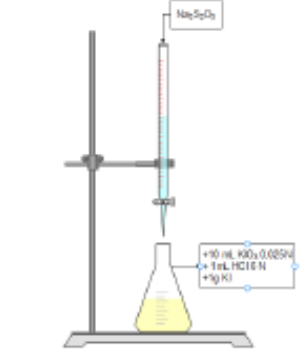
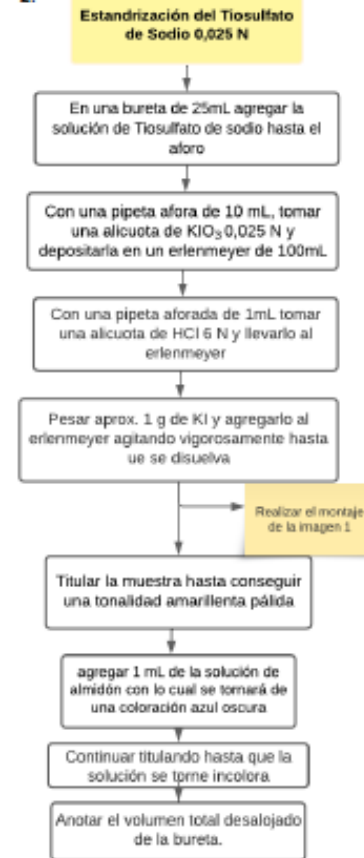


Imagen 1. Montaje estandarización Na₂S₂O₃

3.

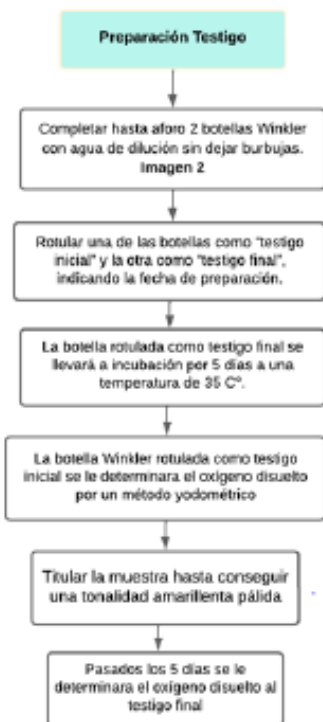


Imagen 2. Preparación de testigo

4.

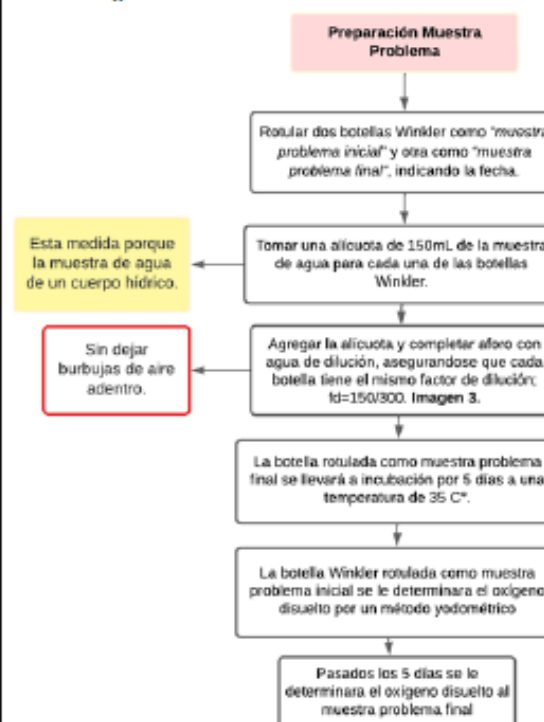
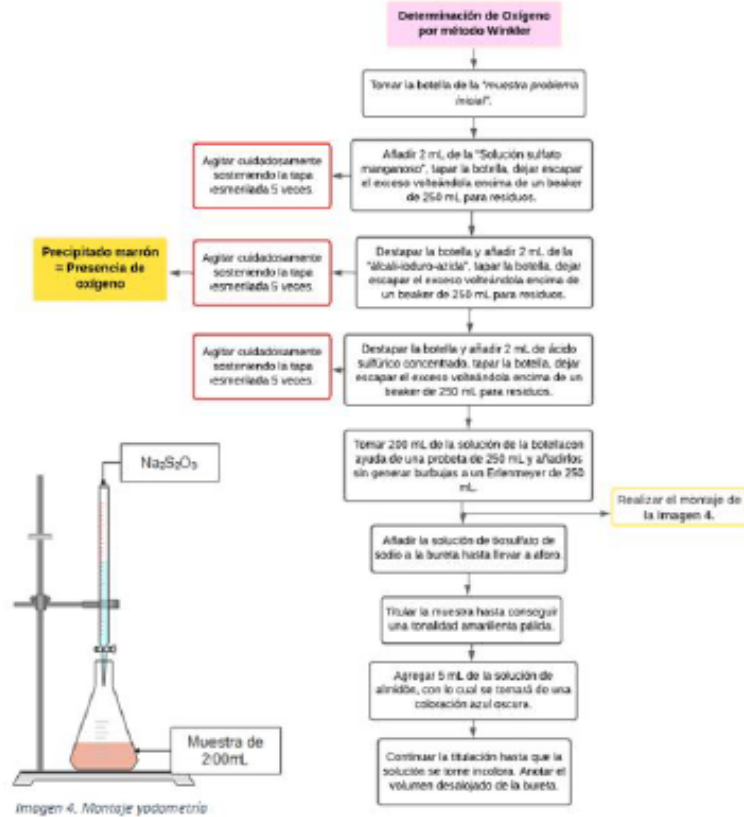


Imagen 3. Preparación muestra problema

5.



Para determinar el Oxígeno Disuelto (O.D) se realiza el siguiente cálculo:

$$O.D(ppm O_2) = \frac{V_{\text{gastado tiosulfato}} \cdot N_{\text{tiosulfato}} \cdot 8000}{V_{\text{titulado}}(mL)}$$

Determinación de DBOs:

Para determinar el oxígeno biológico se realiza mediante el siguiente cálculo:

$$DBO_5(ppm O_2) = \frac{O.D_{\text{inicial}} - O.D_{\text{final}}}{f \cdot d}$$

10.5. Anexo 5. Respuesta a la Actividad 1. Leer para Argumentar.

Participante	Pregunta 1: ¿Qué opina sobre los usos que pueden emplear las nanopartículas metálicas en otros aspectos de nuestra vida cotidiana?	Pregunta 2: ¿en qué aspectos de su vida utilizaría las nanopartículas?
P 1	La aplicación de nanopartículas es muy interesante y muy útil, pues puede solucionar problemáticas ambientales que nos afectan actualmente como lo pueden ser la problemática del agua y los suelos en la agricultura que, por los monocultivos, está seriamente afectado.	Las nanopartículas serán muy útiles en el campo de la medicina pues al demostrar actividad antibacteriana y antifúngica podrá prevenir o solucionar enfermedades que al día de hoy no tienen tratamiento.
P2	Las nanopartículas metálicas las podemos utilizar en nuestra vida cotidiana. Me parece que tiene gran importancia ya que se utiliza como antibacteriana y antifúngica, en el campo agrícola se podría utilizar para desinfectar los vegetales o si tenemos una huerta la podemos utilizar, aunque hay pesticidas naturales, se podría utilizar en el campo.	Se utilizarían en el medio ambiente, en la remediación de suelos contaminados y aguas residuales, además lo utilizamos para purificación del aire.
P3	Las nanopartículas son un avance muy bueno en la actualidad ya que esto lo que busca es mejorar en cuanto a la agricultura, evitando o acabando con plagas, bacterias, desperdicios de agua y la degradación de los suelos. Me parece que los usos que se le dan y se le pueden dar a estas nos favorecen en muchos aspectos de nuestra vida porque busca mejorar y reemplazar acciones que están siendo perjudiciales y han repercutido en la humanidad.	La utilizaría para crear una huerta en mi casa o en una finca, ya que esta nos ayudaría a cuidar el medio ambiente mediante el cuidado del suelo, de las plantas, evitaría plagas o bacterias, insecticida o pesticida. Todo esto nos brindaría un cultivo sano, seguro y los resultados serán comparables con los regulares.
P4	Es muy interesante lo que plantea el artículo, porque eso disminuye muchísimo la degradación del suelo en la parte agrícola y otros factores como el uso indiscriminado de fertilizantes para la seguridad alimentaria. A nanotecnología es un sistema evolutivo que hace frente a bacterias, hongos y demás que ataca frecuentemente.	También le atribuyo el tema de tratamientos de agua, pues muchas veces las plantas de tratamiento por temas de costos se quedan ahí y aplicando el uso de la nanotecnología la da más resultado como en la estabilidad térmica, durabilidad y reactividad de superficie.
P5	Al poseer las nanopartículas propiedades antimicrobianas son de suma ayuda para la creación de fertilizantes y por su tamaño, se efectividad también se incrementa.	La nanotecnología nos permite facilitar procesos cotidianos tales como limpiar la suciedad, lavar la ropa o hasta desinfectar los espacios. Podemos utilizar filtros de agua y reduciríamos los agentes contaminantes presentes.

10.6. Anexo 6. Matriz de vaciado Actividad 1. Leer para argumentar.

Objetivo	Reconocer la incorporación de las nanopartículas de cobre para la remediación del agua y en la agricultura.				
Preguntas	¿Qué opina sobre los usos que pueden emplear las nanopartículas metálicas en otros aspectos de nuestra vida cotidiana? ¿en qué aspectos de su vida utilizaría las nanopartículas?				
Criterio de evaluación	SOBRESALIENTE	SATISFACTORIO	BÁSICO	NECESITA MEJORAR	NO RESPONDE
Descripción	Reconocer la importancia de la incorporación y uso de las nanopartículas de cobre en la remediación del agua, la agricultura y en la vida cotidiana	Reconoce la incorporación y algunos usos de las nanopartículas de cobre en la agricultura y en la vida cotidiana	Reconoce el uso de nanopartículas de cobre en la vida cotidiana	Reconoce el uso de las nanopartículas.	
Nº de participantes que responden al criterio	0	2	3	0	0
Ejemplo de respuesta		<p>P2: Las nanopartículas metálicas las podemos utilizar en nuestra vida cotidiana. Me parece que tiene gran importancia ya que se utiliza como antibacteriana y antifúngica, en el campo agrícola se podría utilizar para desinfectar los vegetales o si tenemos una huerta la podemos utilizar, aunque hay pesticidas naturales, se podría utilizar en el campo.</p> <p>P3: Las nanopartículas son un avance muy bueno en la actualidad ya que esto lo que busca es mejorar en cuanto a la agricultura, evitando o acabando con plagas, bacterias, desperdicios de agua y la degradación de los suelos... La utilizaría para crear una huerta en mi casa o en una finca, ya que esta nos ayudaría a cuidar el medio ambiente mediante el cuidado del suelo, de las plantas, evitaría plagas o bacterias, insecticida o pesticida. Todo esto nos brindaría un cultivo sano, seguro y los resultados serán comparables con los regulares.</p>	<p>P1: La aplicación de nanopartículas es muy interesante y útil pues puede solucionar problemáticas ambientales que nos afectan actualmente.</p> <p>P4: La nanotecnología es un sistema evolutivo que hace frente a bacterias, hongos y demás que ataca frecuentemente.</p> <p>P5: La nanotecnología nos permite facilitar procesos cotidianos tales como limpiar la suciedad, lavar la ropa o hasta desinfectar los espacios. Podemos utilizar filtros de agua y reduciríamos los agentes contaminantes presentes.</p>		
Total, de participantes.	5				

10.7. Anexo 7. Respuestas de la Actividad 2: Nanopartículas de cobre, una alternativa para la mejora de la calidad del agua.

Participante	Pregunta 1: ¿Qué impacto tendría la articulación nanotecnológica con los métodos convencionales empleados para la desinfección de agua?	Pregunta 2: ¿Cuáles son los beneficios de la nanotecnología en la desinfección de agua en términos de salud pública y sostenibilidad?
P1	La articulación nanotecnológica en la desinfección del agua ayuda a impedir la formación o el desarrollo de microorganismos.	Existen muchos beneficios; entre ellos el hecho que, a gran escala, la descontaminación del agua sería más eficaz por las propiedades de las nanopartículas. A demás permitiría utilizar medios más económicos y sustentables.
P2	Es favorable porque ayuda al proceso térmico y desinfección.	Ayuda a la seguridad alimentaria.
P3	Son los que impiden la formación o desarrollo de microorganismos es decir el crecimiento de hongos, bacterias, virus, parásitos y protozoos, que se han desarrollado en procesos de desinfección convencionales como los realizados en PTAP ya que en estas plantas encontramos aguas contaminadas.	Los beneficios que presenta la nanotecnología es reducir enfermedades y reduciendo el grado de contaminación de las aguas en pantas de tratamiento.
P4	La articulación nanotecnológica para la desinfección del agua podría tener un impacto significativo en comparación con los métodos convencionales empleados actualmente. Como una mayor efectividad ya que Las tecnologías convencionales como la cloración o filtración pueden tener limitaciones en la eliminación de ciertos contaminantes y agentes patógenos. También como la respuesta rápida ya que pueden requerir tiempo considerable para eliminar los contaminantes del agua.	La nanotecnología e la desinfección del agua proporciona beneficioso significativos en términos de salud pública y sostenibilidad al mejorar la eficiencia de los sistemas de purificación, eliminar contaminantes específicos, reducir el uso de productos químicos, aumentar la durabilidad de los equipos y disminuir el consumo de energía.
P5	Tendrá un gran impacto en termino sociales, de salud pública y económica pues facilitaría ciertos procesos como el alcance de agua en poblaciones indígenas.	Facilitaría la accesibilidad del agua en hospitales de zonas en conflicto armado, pobreza extrema como el Chocó y la Guajira.

10.8. Anexo 8. Matriz de vaciado Actividad 2: Nanopartículas de cobre, una alternativa para la mejora de la calidad del agua

Objetivo	Identificar el impacto de la nanotecnología en la calidad del agua				
Preguntas	¿Qué impacto tendría la articulación nanotecnológica con los métodos convencionales empleados para la desinfección de agua?				
	¿Cuáles son los beneficios de la nanotecnología en la desinfección de agua en términos de salud pública y sostenibilidad?				
Criterio de evaluación	SOBRESALIENTE	SATISFACTORIO	BÁSICO	NECESITA MEJORAR	NO RESPONDE
Descripción	Reconoce el impacto y los beneficios de la articulación de la nanotecnológica con los métodos convencionales empleados para la desinfección de agua.	Describe el impacto y algunos beneficios de la nanotecnología en la desinfección del agua.	Describe los beneficios de la nanotecnología en la desinfección del agua.	Reconoce los métodos para la desinfección del agua.	
Nº de participantes que responden al criterio	1	1	3	0	0
Ejemplo de respuesta	P4: La articulación nanotecnológica para la desinfección del agua podría tener un impacto significativo en comparación con los métodos convencionales empleados actualmente. Como una mayor efectividad ya que Las tecnologías convencionales como la cloración o filtración pueden tener limitaciones en la eliminación de ciertos contaminantes y agentes patógenos... La nanotecnología e la desinfección del agua proporciona beneficios significativos en términos de salud pública y sostenibilidad al mejorar la eficiencia de los sistemas de purificación, eliminar contaminantes específicos, reducir el uso de productos químicos, aumentar la durabilidad de los equipos y disminuir el consumo de energía.	P3: Son los que impiden la formación o desarrollo de microorganismos es decir el crecimiento de hongos, bacterias, virus, parásitos y protozoos, que se han desarrollado en procesos de desinfección convencionales como los realizados en PTAP ya que en estas plantas encontramos aguas contaminadas	P1: La articulación nanotecnológica en la desinfección del agua ayuda a impedir la formación o el desarrollo de microorganismos. P2: Es favorable porque ayuda al proceso térmico y desinfección. P5: Tendrá un gran impacto en termino sociales, de salud pública y económica pues facilitaría ciertos procesos como el alcance de agua en poblaciones indígenas		
Total, de participantes	5				

. 10.9. Anexo 9. Resultado de las respuestas sobre la experiencia en las prácticas de laboratorio.

Participante	Pregunta: ¿Qué aprendizajes deja de la experiencia en el laboratorio sobre la síntesis de nanopartículas de cobre, y cómo pueden aplicarse en futuros proyectos?
P1	En el laboratorio se tuvieron buenas expectativas, se conoció todo lo relacionado con las nanopartículas, se realizó el cultivo de Ecoli donde se aprendió y se tuvo una gran experiencia. Finalmente se obtuvieron buenos resultados.
P2	Podemos a través de las propiedades químicas, conseguir partículas microbianas y hacer un estudio sobre ellas.
P3	En nuestro futuro con este proceso se reduciría un máximo de nivel de contaminantes de aguas tratadas y se refleja la importancia de las nanopartículas de cobre.
P4	Nos muestra cómo se pueden implementar este tipo de partículas en productos como la ropa de uso diario, cultivos agrícolas etc., como pueden tener componentes que beneficien con nutrientes.
P5	Deja claro los avances científicos que ha tenido la humanidad a lo largo de los años.