

**PROPUESTA AMBIENTALIZADA EN LA FORMACIÓN INICIAL DE
LICENCIADOS EN QUÍMICA: EL CASO DE LA OBTENCIÓN DE
NANOPARTÍCULAS DE COBRE DESDE LA SÍNTESIS VERDE EN ALIMENTOS**

**GERALDINE CORONEL CONTRERAS
DAVID LEONARDO VILLANUEVA TORRES**

**Directora: Dra. Dora luz Gómez Aguilar
Codirectora: Dra. Diana Lineth Parga Lozano**

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

2024

**PROPUESTA AMBIENTALIZADA EN LA FORMACIÓN INICIAL DE
LICENCIADOS EN QUÍMICA: EL CASO DE LA OBTENCIÓN DE
NANOPARTÍCULAS DE COBRE DESDE LA SÍNTESIS VERDE EN ALIMENTOS**

**GERALDINE CORONEL CONTRERAS
2018115076
DAVID LEONARDO VILLANUEVA TORRES
2018215069**

Directora: Dra. Dora Luz Gómez Aguilar

Codirectora: Dra. Diana Lineth Parga Lozano

**Línea de investigación Didáctica de los contenidos curriculares (Ambientalización
curricular)**

Grupo de investigación Didáctica y sus ciencias

Grupo de investigación ALTERNACIENCIAS

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

2024

AGRADECIMIENTOS

A las docentes Dora Luz Gómez Aguilar y Diana Lineth Parga Lozano por su acompañamiento que fue de gran ayuda para la realización de este trabajo de grado, así como nos brindaron su conocimiento que contribuyó en nuestro crecimiento profesional y personal.

A nuestras familias por su apoyo incondicional, por alentarnos y acompañarnos en nuestras metas y principalmente en el transcurso de esta carrera.

Y a la Universidad Pedagógica Nacional, por abrirnos las puertas y ofrecernos espacios de crecimiento, enseñanza y aprendizaje, así como gratos recuerdos que van a acompañarnos a lo largo de nuestra vida.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de grado principalmente a mis padres, mi madre Danelly Contreras quien siempre me acompaño y me dio alientos en momentos difíciles y a mi padre Alirio Coronel por siempre recalcar me la importancia del estudio, a ambos por brindarme su amor incondicional, por creer en mí y siempre estar presentes en cada etapa de mi vida. A mis hermanas que siempre han sido un gran ejemplo para seguir, me demostraron que con esfuerzo y dedicación todo es posible, han sido mi motivación constante y les agradezco por todo el apoyo que me dan. A mi mejor amiga Camila que siempre me acompaño y me alentó en este camino. A mi amiga del alma Helen Mendoza quien ha estado desde el día uno, en momentos buenos y malos a lo largo de esta carrera profesional siendo siempre incondicional y se convirtió en parte fundamental de mi vida. A mis amigos Valentina, Fernanda, Sergio y Paula nada de esto sería posible sin ustedes en mi camino en la cual atravesamos juntos esta última etapa de la universidad, donde el conocimiento, las risas y el apoyo mutuo siempre estuvieron presentes. Y por último a Leonardo, por compartir este proceso a mi lado, por ser mi polo a tierra cuando se presentaron contratiempos, por la confianza, la paciencia, por ser mi equipo y agradecerle por cada aprendizaje, todo el esfuerzo valió la pena para poder culminar este proceso juntos.

Geraldine Coronel Contreras

Dedico este trabajo en primera instancia a mis padres, mi madre Ruth Torres y mi padre Fabio Villanueva, por apoyarme en todo momento, por enseñarme que el trabajo duro siempre trae una ardua recompensa, por ser los principales promotores de esta hermosa etapa de mi vida, por confiar y creer en mí, por todos sus consejos y su amor incondicional. A mi abuela quien es esa persona que me cuida desde el cielo. A mis hermanos y mi sobrina por su apoyo emocional en los momentos más difíciles. A sago por brindarme sus conocimientos y enseñarme que las segundas oportunidades si existen y sobre todo por ser un excelente ejemplo a seguir.

Por otra parte, a mis amigos Natalia y Juan, por su amor puro y estar en esos momentos buenos y malos a lo largo de este proceso profesional, asó como ser pilares fundamentales

en la construcción de mis conocimientos. A Sergio, Fernanda, Valentina y Paula por sus consejos, su paciencia, persistencia, apoyo y humor, así como hacer de mis últimos semestres un ambiente familiar y de construcción tanto disciplinar como pedagógica. A Daniel C y Daniel L. por sus conocimientos, sus buenas vibras y su lealtad. Y finalmente a Geral por hacer parte de este trabajo, por su fidelidad, su confianza, apoyo y enseñarme a que no importa las dificultades que se presenten en el camino, porque lo realmente importante es no rendirse jamás, demostrándome así el significado del trabajo en equipo, gracias por hacer parte de mi vida. Todo con Fe.

David Leonardo Villanueva Torres

TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN	12
2.	JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.....	13
3.	ANTECEDENTES DEL PROBLEMA	16
4.	PLANTEAMIENTO Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA	17
5.	OBJETIVOS	19
5.1.	Objetivo General	19
5.2.	Objetivos Específicos	19
6.	REFERENTES CONCEPTUALES.....	19
6.1.	Ambientalización del contenido.....	19
6.2.	Formación ciudadana	20
6.3.	Articulación de la formación ciudadana con la ambientalización curricular	21
6.4.	Ciudadanía ambiental y ciencia ciudadana.....	23
6.5.	Nanotecnología en la enseñanza de la química	24
6.6.	Cuestiones Sociocientíficas (CSC).....	24
6.7.	La Nanotecnología en química.....	25
6.8.	Las nanopartículas de cobre	26
6.9.	Síntesis Verde.....	27
6.10.	. Ventajas al utilizar el método biológico.....	28
6.10.	Aplicaciones	29
7.	METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN.....	29
7.1.	Tipo de la investigación	30
7.2.	Muestreo	30
7.3.	Fases de investigación	31

7.3.1.	Fase Inicial o de caracterización	31
7.3.2.	Fase de Diseño, implementación y evaluación de la propuesta	31
7.3.3.	Validación por pares académicos.....	33
7.4.	ETAPA UNO	33
7.4.1.	Diagnóstico de conocimientos	33
7.4.2.	Intervención educativa: Analizar las implicaciones.....	33
7.4.3.	Reconocimiento de equipos	34
7.5.	ETAPA DOS	34
7.5.1.	Intervención educativa: Cuestionar las ventajas o riesgos.....	34
7.5.2.	Laboratorio síntesis y obtención de nanopartículas de cobre por síntesis verde	34
7.5.2.1.	Diseño experimental: Promover el aprendizaje	35
7.5.2.2.	Materiales y reactivos	35
7.5.2.3.	Elaboración de patrones para UV-VIS.....	35
7.5.2.4.	Preparación del precursor metálico	35
7.5.2.5.	Preparación de los extractos.....	36
7.5.2.6.	Toma de pH y acidificación de los extractos	36
7.5.2.7.	Procedimiento	36
7.6.	ETAPA TRES	37
7.6.1.	Informe de laboratorio y evaluación de conceptos	37
7.6.2.	Evaluación y retroalimentación de conceptos.....	37
7.7.	Instrumentos empleados para la recolección de datos.....	37
7.7.1.	Prueba Inicial diagnóstico de conocimientos.....	37
7.7.2.	Descripción de las dimensiones	38

7.7.3.	Intervención educativa e infografía.....	40
7.7.4.	Laboratorio	40
7.7.5.	Caso simulado y la formación ciudadana.....	40
7.7.5.1.	<i>Noticia y conocimiento adquirido</i>	40
7.7.5.2.	<i>Descripción de la formación ciudadana</i>	41
8.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	41
8.1.	Síntesis verde y caracterización de nanopartículas de cobre.....	42
8.1.1.	Curva de calibración	42
8.1.2.	Determinación de cobre	43
8.1.3	Bioreducción de las especies.....	45
8.1.3.	Espectrofotometría ultravioleta-visible (UV-vis)	45
8.2.	Fase de caracterización.....	49
8.2.1.	Cuestionario de ideas previas.....	49
8.2.2.	Cuestionario tipo Likert	49
8.2.3.	Categorización de dimensiones.....	51
8.2.4.	Categorización de los resultados	52
8.2.5.	Infografía.....	57
8.3.	Fase de diseño, implementación y evaluación	60
8.3.1.	Informe de laboratorio.....	60
8.3.2.	Caso simulado	61
9.	Conclusiones	65
10.	Recomendaciones.....	67
11.	Referencias	67
12.	Anexos	73

Anexo 1. Validación por par académico 1	73
Anexo 2. Validación por par académico 2	78
Anexo 3. Validación por par académico 3.....	84
Anexo 4. Cuestionario de conceptos previos relacionado con la formación ciudadana y la nanotecnología	90
Anexo 5. Guía de laboratorio: Síntesis de nanopartículas de cobre.....	93
Anexo 6. Caso simulado	98
Anexo 7. Diseño microcurricular.....	103

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Etapas del diseño microcurricular.....	32
Tabla 2. Materiales, reactivos y equipos.....	35
Tabla 3. Elaboración de las muestras.....	36
Tabla 4. Cambio de coloración en los extractos	45
Tabla 5. Espectros obtenidos mediante espectrofotometría UV-vis	46
Tabla 6. Valores curva de calibración.....	42
Tabla 7. Datos obtenidos de las especies	43
Tabla 8. Relación ítem y dimensiones	51
Tabla 9. Valoración ítem “orden”	58
Tabla 10. Valoración ítem “diseño”	58
Tabla 11. Valoración ítem “contenido”	58

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Relación ciudadanía ambiental y ciencia ciudadana	24
Figura 2. Fases de investigación	31
Figura 3. Curva de calibración	43
Figura 4. Ítem A	49
Figura 5. Ítem B	49
Figura 6. Ítem C	49
Figura 7. Ítem D	49
Figura 8. Ítem E.....	50
Figura 9. Ítem F.....	50
Figura 10. Ítem G	50
Figura 11. Ítem H	50
Figura 12. Ítem I.....	50
Figura 13. Ítem J	50
Figura 14. Ítem K	51
Figura 15. Ítem L.....	51
Figura 16. Ítem M	51
Figura 17. Nube de palabras	56

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, comprender conceptos de química de manera significativa, implica, entre otras, reflexionar, analizar y contextualizar a medida que se aprende; esto es tan necesario en una sociedad que está inmersa en el dinámico avance científico y tecnológico. Dentro de este avance, están las nuevas tecnologías asociadas con las nanopartículas, las cuales se utilizan desde los nanomateriales, especialmente de metales, que presentan una gran variedad de aplicaciones, en ellas se encuentra la industria alimentaria. En este sector, las nanopartículas de cobre se utilizan para la estabilización y prolongación útil de los alimentos que permiten reducir el desperdicio de estos y mejorar la eficiencia de la cadena de suministro alimentaria.

Situaciones como estas, los avances de la ciencia y la tecnología y sus impactos, son asuntos claves que hoy se deben abordar desde la educación en ciencias. Para ello se propone la ambientalización curricular, que según Parga y Carvalho (2019):

Refiere a niveles de emergencia producidos al interactuar principios del conocimiento didáctico del contenido ambientalizado en lo sistémico, crítico, flexible, con los saberes en sus diversas formas: político, económico, social, epistemológico, espiritual y cultural: cotidiano, científico - tecnológico para lo cual, es originada una emergencia fenomenológica de los saberes y la educación que interactúa en el salón de clase con y para la vida, a través del aprendizaje auto orientado, situado, colaborativo, basado en problemas y situaciones complejas de la realidad social (p. 42)

La ambientalización curricular permite enseñar a partir de problemas reales del mundo, esto es, situaciones de gran impacto como pueden ser, por ejemplo, los problemas ambientales derivados de los avances científicos - tecnológicos; busca una formación permanente, que incluyen habilidades para el pensamiento creativo y crítico. Esto impulsa en los estudiantes una comunicación desde la perspectiva experimental, escrita y oral, que fomente la

colaboración y cooperación, para la gestión de conflictos, la resolución de problemas, la toma de decisiones y las experiencias de planificación (Bravo, 2021).

Así, para el presente trabajo de grado se diseñó e implementó una propuesta microcurricular fundamentada en la ambientalización del contenido para enseñar sobre la obtención de nanopartículas de cobre en alimentos, mediante la técnica de síntesis verde; se orientó para estudiantes de la Licenciatura en Química de la Universidad Pedagógica Nacional, en el espacio académico de Sistemas Orgánicos II. Esto se hizo considerando su relación con la sociedad, fortaleciendo el aprendizaje de los profesores en formación inicial, promoviendo el conocimiento sobre los beneficios, riesgos potenciales, inhibición bacteriana y el sabor de los alimentos que poseen dichas nanopartículas de cobre en su estructura, así como el conocimiento de metodologías de obtención que no generan riesgos en la salud.

2. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

La nanotecnología es una rama de la tecnológica, robusta y un tanto compleja debido a sus fundamentos teórico – prácticos, los cuales se enfocan tradicionalmente en los trabajos experimentales de laboratorio (Rubiano, 2014). Esta juega un papel mundial fundamental en cuanto a la investigación y el desarrollo científico e industrial. Esta rama tecnológica es multidisciplinar, fundamentándose en asignaturas como la física, química, biología e ingeniería (Mendoza, 2007); permite desarrollar y comprender el mundo a escala microscópica, a partir del diseño, creación y sintetizando aparatos y sistemas fundamentales a nano escalas. Su estudio desarrolla habilidades y destrezas dentro del laboratorio según Sánchez y Duque (2015); no obstante, en el ámbito de la enseñanza de la química y su relación con la formación docente, se esperaría una mejor comprensión y mayor interés al enseñar esta tecnología en el campo experimental y dinámico, sin olvidar la formación científica básica, la cual según Castro y Ramírez (2013) es necesaria para fomentar competencias que permitan comprender el entorno y enfrentar los posibles problemas que se presenten.

De acuerdo con lo anterior, el problema a abordar está asociado con la enseñanza de la nanotecnología la cual debe ir más allá de una mera divulgación científica; debe evidenciar adecuaciones orientadas a los impactos que esta genera en lo social, ambiental y económico. Se asume que la enseñanza de este tipo de temas en el contexto universitario requiere de enfoques de ambientalización que presenten una praxis ambiental más compleja, caracterizada por incluir los problemas socioambientales en el currículo, transformado así con la enseñanza tradicional. Es necesario generar interacción y reflexión teórico-práctica, para que los futuros profesores, actúen de manera justa, hacia el bienestar de la naturaleza, todo lo que lo rodea y con la cual se interactúa (Betancourt, 2016).

Estos aspectos están asociados con lo que en el contexto internacional se conoce como “Sustentabilidad en la educación superior” (SES), campo que obedece a las políticas internacionales sobre la educación para el desarrollo sostenible (EDS), la cual actualmente está en dos perspectivas: la educación ambiental y en sustentabilidad (Parga, 2019). En este sentido Filho (2015) afirma que la SES es un campo con crecimiento acelerado hacia la investigación y las acciones universitarias, pero que, aun así, hay mucho que recorrer debido a su interdisciplinariedad. Según el autor, esta busca aportes hacia la SES, adapta posiciones estratégicas que brinden soluciones hacia los problemas ambientales que suelen ser desafiantes y de solución integral.

Lo anterior se ha observado en espacios académicos pertenecientes al programa curricular de la Licenciatura en Química de la UPN (Parga, 2019; 2021), donde las correspondientes competencias del plan de estudios son “Básicas”, “Generales”, “Procedimentales”, “Científicas” e “Investigativas” no abarcan una ambientalización de los contenidos y tampoco se presenta una conexión con la nanotecnología, en este plan de estudios los núcleos temáticos o las metodologías propuestas; priorizan un modelo educativo mecanicista, reduccionista, individualista y segmentado, contrario con los principios sistémicos de complejidad e interdisciplinariedad (Mora, 2012). Según Parga (2019) esto trae consigo un déficit educacional en los profesores en formación inicial, ya que la universidad debe

promover la sustentabilidad ambiental, siendo coherente con lo escrito en su política y planeación estratégica; es decir, debe ambientalizar el currículo (macro, meso y micro curricular) en todas sus funciones (Parga, 2024), enfatizando en el compromiso social, la evolución de su ambientalización, y generando espacios de transformación ambiental (Macdonald, 2015).

En relación con la problemática presente, es decir, la falta de ambientalización al enseñar el contenido de nanotecnología, el presente trabajo se justifica por la necesidad de ambientalizar el contenido, ya que el escenario planteado presenta competencias afines con esta, como la contextualización y transversalidad de contenidos ambientales en el currículo, la participación, el análisis crítico y performativo de las temáticas a enseñar. Así mismo, incorporan criterios sociales, estéticos y éticos con la consideración curricular que en la enseñanza tradicional se han ausentado a lo largo del tiempo (Parga & Carvalho, 2019).

Desde esta perspectiva se diseñó e implementó un diseño microcurricular ambientalizado al enseñar sobre la obtención de nanopartículas de cobre en alimentos, mediante la técnica de síntesis verde en el espacio académico de Sistemas Orgánicos II de la Licenciatura en Química de la Universidad Pedagógica Nacional. Con esta propuesta se analizó y minimizó el impacto ambiental de los procesos químicos dado el uso de materias primas renovables, evitando el uso de productos químicos tóxicos o peligrosos, los cuales se pueden encontrar en técnicas de obtención tradicionales como lo es la reducción química. De esta forma se trazaron estrategias que propiciaron un ambiente académico para promover el aprendizaje conceptual, el análisis reflexivo, argumentativo, experimental y participación ciudadana; respeto a los posibles efectos, beneficios y repercusiones de la nanotecnología en química dentro de los espacios académicos del programa de licenciatura en química, LQU (Quintero et al., 2022).

3. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

En la actualidad la enseñanza de la ciencia a través de la ambientalización curricular (AC) y del contenido es un reto en la educación en química, ya que esta se fundamenta en la educación ambiental (EA), el desarrollo sostenible y la relación que puede llegar a presentar con la educación química (Parga, 2019; 2024). Por su parte, lo educativo de la nanotecnología es un campo poco explorado. Para este trabajo se hizo referencia al abordaje de la nanotecnología en química desde la ambientalización curricular, resultando ser un área esencial para la fundamentación de este en el aula de clase.

Dado lo anterior, se realizó una revisión bibliográfica para obtener unos antecedentes básicos a nivel institucional (Local) y Latinoamérica principalmente.

A nivel local se encuentran antecedentes de apoyo metodológico. Así, Pinzón (2022), en su trabajo titulado *“Ambientalización de los contenidos digitales de química y educación ambiental de los grados 6 a 11 en la plataforma Colombia aprende”* analizó los niveles de ambientalización curricular, los contenidos de química y educación ambiental que están presentes en la plataforma, y dada la ausencia de esta, realiza una propuesta de diseño microcurricular con contenidos ambientalizados para la enseñanza de la química. Este trabajo aporta las bases para realizar e implementar un diseño ambientalizado para la enseñanza-aprendizaje en estudiantes en formación de LQU.

Quintero et al. (2022) en su trabajo *“Ambientalización curricular para la ciudadanía y sustentabilidad ambiental. Análisis de criterios desde la licenciatura en química”*, plantean que la ambientalización curricular favorece la educación para la sustentabilidad ambiental (EpSA), y la ciudadanía ambiental (CA) para ello, la formación de profesores debe trabajar sobre las problemáticas actuales asociadas al conocimiento ambiental y químico. Su aporte al presente trabajo es construir instrumentos significativos a la recolección de información y técnicas de análisis de datos, que ayuden a la fundamentación de la enseñanza ambientalizada en los estudiantes en formación inicial de la licenciatura en química.

Respecto a la enseñanza de nanopartículas Rubiano (2014), en su trabajo de grado *“Secuencia de enseñanza-aprendizaje relacionada con la síntesis y uso de nanopartículas magnéticas de*

hierro para fomentar el establecimiento de relaciones CTSA en el campo de investigación de la nanotecnología”, desarrolla la obtención de nanopartículas magnéticas de cobre por método hidrotermal y la relación que presentan las mismas con el establecimiento de relaciones CTSA mediante una secuencia de enseñanza – aprendizaje. Su metodología se dividió en 4 etapas, las cuales iban desde los conceptos previos a la aplicación del trabajo, hasta la prueba de salida que logra dar resultados de los conceptos adquiridos por los docentes en formación inicial. Este trabajo elaboró instrumentos de evaluación y trajo aportes sobre la investigación teórica de la nanotecnología y su aplicación en la química.

Guajardo (2013) en su trabajo sobre “*Síntesis de nanopartículas de cobre mediante novedosa ruta química*” realiza la obtención de nanopartículas de cobre en el laboratorio usando como precursor metálico el sulfato de cobre pentahidratado ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$). Tuvo dos agentes quelantes la soya texturizada y la etilendiamina ($\text{NH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$) y un agente reductor que fue el borohidruro de sodio (NaBH_4). Determinó que la síntesis por vía húmeda es un proceso viable para la obtención de nanopartículas de cobre de forma esférica y tamaño inferior a 100 nm. A partir de este trabajo se enfocó una metodología de obtención desde la implementación de un subproducto de una planta como la soya texturizada, considerando además distintas técnicas de caracterización que se puede implementar como la espectrofotometría UV-vis.

Por su parte Palomares (2022) en “*Síntesis verde de compuesto de nanopartículas de hierro-cobre*” obtiene nanopartículas de hierro y cobre, a partir de extractos de 6 frutos y 7 diferentes tipos de planta; se utilizaron dos precursores metálicos que fueron el sulfato de cobre pentahidratado ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) y el sulfato ferroso pentahidratado ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$). Este trabajo aporta en la implementación de la síntesis verde con el enfoque “Bottom-up”. Teniendo en cuenta los resultados obtenidos y la caracterización se pudo concretar el uso de algunas plantas para el presente proyecto.

4. PLANTEAMIENTO Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

El campo de la nanotecnología es un campo de investigación fundamental en el desarrollo de la química, este campo es un conjunto de revoluciones interdisciplinarias que permite optimizar aspectos sociales y productivos en la sociedad (Quintili, 2012). La nanotecnología presenta una serie de beneficios y desventajas que afectan al medio ambiente y en este, al ser

humano. Así, es de gran relevancia abordarlo en la enseñanza de la química, para promover además de la comprensión de conceptos, habilidades y actitudes, el favorecimiento de la toma de decisiones frente a las implicaciones socioambientales y culturales de la nanotecnología.

Analizando el programa curricular y los espacios académicos que hacen parte del ambiente de formación científica e investigativa de la Licenciatura en química de la Universidad Pedagógica Nacional, se evidencia que en el syllabus de asignaturas como “Educación Ambiental” o “Química Verde”, poseen levemente o no abordan la relación con la ambientalización del currículo, lo cual pretende no solo contextualizar, sino formar al profesorado frente al abordaje de problemas actuales, promover competencias en sustentabilidad ambiental a incorporar o utilizar problemáticas e implicaciones relacionadas con el medio ambiente y principios de las educaciones emergentes (EpSA) como plantea Parga (2019). Por ende, se realizó la ambientalización de la enseñanza de la nanotecnología dadas las implicaciones de esta en sus desarrollos científicos, tecnológicos, ambientales, entre otros.

Atendiendo a las necesidades y en vista de la carencia que presenta la ambientalización curricular en la formación de docentes de química y en el proceso de transformación de los contenidos, la práctica en la enseñanza de la química y la incorporación de metodologías que den respuesta a las necesidades y problemas ambientales del contexto, se diseñó una propuesta de enseñanza ambientalizada en torno a la nanotecnología. Para ello, fue parte del entorno ambientalizado, el trabajo experimental que permitió comprender la obtención de nanopartículas de cobre, con margen de aplicación en la industria alimenticia, los impactos en la salud y el ambiente.

En este sentido, la pregunta que orientó esta investigación fue: ¿Cómo ambientalizar el contenido para favorecer la formación ciudadana de los estudiantes de la asignatura Sistemas Orgánicos II del programa curricular de Licenciatura en química de la Universidad Pedagógica Nacional, desde problemas asociados a las nanopartículas de cobre por síntesis verde en la industria de alimentos?

5. OBJETIVOS

5.1. Objetivo General

Analizar la ambientalización curricular como favorecedor de la formación ciudadana de un grupo estudiantes de Sistemas orgánicos II, del programa curricular de Licenciatura en química de la UPN, al implementar un diseño microcurricular desde las nanopartículas de cobre por síntesis verde en la industria de alimentos.

5.2. Objetivos Específicos

- Caracterizar la ambientalización curricular y la formación ciudadana de un grupo de estudiantes de Sistemas Orgánicos II, del programa curricular de Licenciatura en Química de la Universidad Pedagógica Nacional.
- Diseñar, implementar y evaluar una propuesta microcurricular desde las nanopartículas de cobre por síntesis verde en la industria de alimentos, que favorezca la formación ciudadana de un grupo de estudiantes de Sistemas Orgánicos II, del programa curricular de Licenciatura en Química de la Universidad Pedagógica Nacional.

6. REFERENTES CONCEPTUALES

6.1. Ambientalización del contenido

La ambientalización curricular y del contenido (AC) se entiende como la inclusión de una formación progresista para los profesionales en formación, con el propósito de crear escenarios de desarrollo desde lo interdisciplinario y con enfoque ambientalizado (Bravo, 2021). La AC puede ser utilizada como área de transdisciplinariedad pues esta, no supone la creación de una nueva asignatura, sino que a partir de principios ambientales se pueden asumir como principios educativos para lograr una relación entre ser humano, sociedad y naturaleza (Herrera, 2013; Parga, 2019). A pesar de ello se considera que este proceso debe ser gradual en la introducción de los contenidos ambientales y sostenibles en los currículos los cuales brindaran en los estudiantes conocimientos, habilidades, actitudes y valores (Coya, 2001).

Es necesario destacar que, en el ámbito de las ciencias, la educación en ciencias requiere de la educación ambiental para fortalecer los planes de estudio, se plantea lograr esto desde dimensiones que se consideren relevantes para los estudiantes (Mora, 2015). Sin embargo, los contenidos de enseñanza se deberían articular teniendo en cuenta los contextos tanto sociales como ambientales. Parga (2019) citado en Pinzón (2022) plantea que la evidencia del enfoque de ambientalización del contenido (AC) se realiza siguiendo las políticas nacionales e institucionales y se aborda como un tema desde la perspectiva y principios de educación ambiental y en sustentabilidad ambiental, lo cual determina que los niveles de AC carezcan de visiones sistemáticas, complejas y de diálogo de saberes.

6.2. Formación ciudadana

Según Herrera y Tuay (2022), la formación ciudadana es un ejercicio crucial en la formación de sujetos en tiempos de avances tecnológicos. A partir de esto se busca fomentar habilidades y actitudes que le permitan entender y aprender a vivir en sociedad. En este proceso es necesario tomar en consideración la incidencia de factores sociales, culturales, políticos y pedagógicos, en estos últimos es de donde se evidencia la importancia del rol docente en las orientaciones pedagógicas y didácticos que genera a sus estudiantes. De esta forma, se resalta la enseñanza de las ciencias para contribuir con el desarrollo de una formación ciudadana que incluye los aspectos mencionados, la capacidad de tomar decisiones en asuntos relacionados con la ciencia y la tecnología; es decir, una educación científica para la acción social (Muñoz, 2020).

Así, los docentes de ciencias deben contemplar dos ámbitos en su labor, tal y como lo plantea Aguilar (2002):

Uno referido al conocimiento disciplinar, que ubica al maestro frente a su propio saber y frente a los conocimientos especializados socialmente validados, incluidos allí los criterios mismos de validación, y otro referido al contexto sociocultural, que ubica al maestro frente a un grupo humano particular y a las complejas relaciones que allí se configuran (p.1).

De esta forma se evidencia la interdisciplinariedad que se requiere en la formación ciudadana enfocada en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias. Así entonces, las características que envuelven la formación ciudadana deben involucrar los asociados con los valores sociales, desarrollo personal, responsabilidad, equidad, derechos y deberes (Solís, 2022).

6.3. Articulación de la formación ciudadana con la ambientalización curricular

La formación ciudadana se logra abordar en el aula de clases con el fin de presentar una ardua relación entre el individuo y la sociedad. En palabras de Durkheim (1972) la educación es un ente que logra establecer un puente estudiante – sociedad, llevando al sujeto a una formación cultural, ética y política, influyente en su país y/o comunidad.

Esta educación a nivel nacional se logra observar de manera localizada en los estándares de competencias ciudadanas del año 2004, los cuales se encuentran dirigidos hacia estudiantes de los grados 10° y 11°, estableciendo así una serie de niveles que tienen en cuenta los derechos humanos en ámbitos locales, nacionales e internacionales (Camargo, 2016).

En la Política Nacional de Educación Ambiental (2002), se habla de la sostenibilidad, para Riquelme (2016) la sostenibilidad y medio ambiente es más consistente dentro de la literatura colombiana, ya que allí se muestra la sostenibilidad, biodiversidad y el cambio ambiental como un tema fundamental dentro de la malla curricular para todos los niveles de escolarización. Sin embargo, la política asociada a lo sostenible presenta dificultades notorias al momento de su aplicación, así como los temas presentados se consideran poco apropiados (Camargo, 2016). Esto se debe a que, dentro de los términos de cuidado medio ambiental, tan solo se logran observar temas como el manejo de desechos o el cuidado del agua, en lugar de fomentar una perspectiva de cuidar el entorno como parte de nuestra vida y de nuestro espacio, generando una serie de soluciones o indagaciones que se consideren viables para el cuidado del medio ambiente y la proliferación de la vida.

Dentro del desarrollo estudiantil y la resolución constructiva de los contextos para una toma de decisiones responsables y coherentes, con los principios democráticos, se desarrollaron una serie de competencias para la formación ciudadana, estas son expuestas por Chaux et al. (2004) las cuales son fundamentales para comprender integralmente los aspectos que

necesitan desarrollarse para poseer una formación ciudadana, que se muestre alejada de la instrucción cívica clásica basada en la transmisión de la información. Los grupos de competencias establecidos por los autores son los siguientes:

- **Competencias emocionales:** Capacidad de comprender y actuar frente a los sentimientos individuales y grupales
- **Competencias cognitivas:** Capacidades para el desarrollo de estrategias cognitivas que permiten interactuar con otros individuos
- **Competencias comunicativas:** Capacidad de establecer conversaciones constructivas donde se logre transmitir perspectivas, conflictos, percepciones a nivel individual
- **Competencias integradoras:** Capacidad de articularse con las diferentes competencias

En palabras de Mejía (2023)

La formación de estas competencias en la educación básica y media es una labor que necesita profundizarse, puesto que en la literatura se observa que la concepción de “Aprendizaje y “Enseñanza ciudadana” es restringida, ya que solo se logra tener un enfoque en la transmisión de ciertos valores cívicos y contenidos teóricos, sin presentar un espacio de practica donde los estudiantes logren demostrar, a través de sus acciones, la apropiación de las competencias adquiridas.

Para articular la formación ciudadana con la ambientalización curricular es necesario saber cómo el profesorado de química incluye en la enseñanza de su área contenidos ambientales como forma básica para ambientalizar el contenido y que puede causar en sus estudiantes, interés por temas relacionados a dicha área del conocimiento. Para esto es necesario la formación en perspectivas ambientales para el abordaje de temas que se consideren controversiales y socialmente vivos, para los cuales Parga y Pinzón (2014) establecen los asociados a la contaminación química por minería, la fumigación con sustancias ilegales, los agrotóxicos, las implicaciones de la nanotecnología, los transgénicos, entre otros temas controversiales, resultado de las actividades tecnocientíficas y que requieren un amplio espectro para la participación ciudadana.

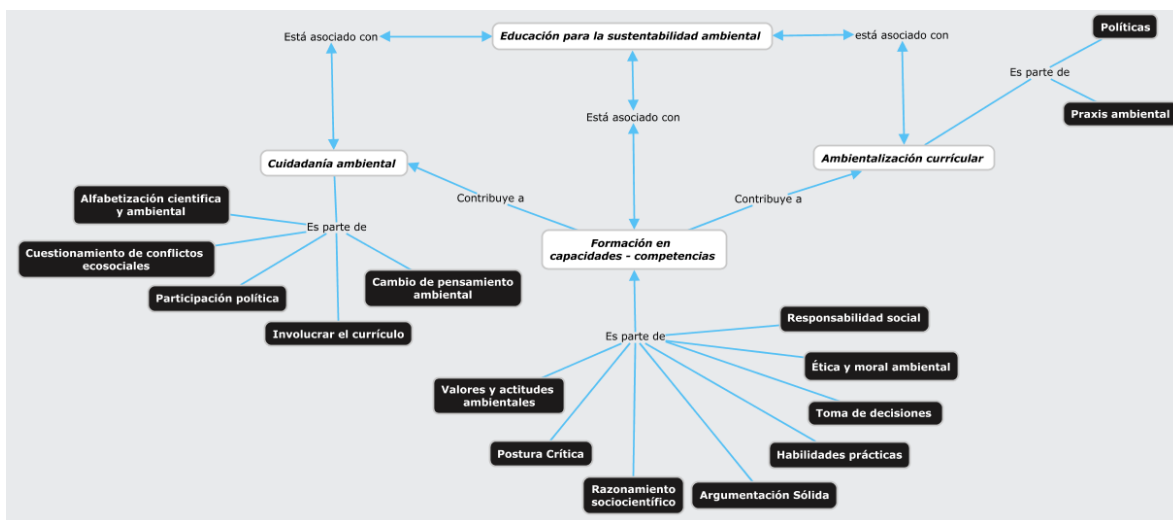
6.4. Ciudadanía ambiental y ciencia ciudadana

El término “ciudadanía” se debe ampliar a una gama de aspectos sociales, políticos e ideológicos diversos, esto se debe a que el mismo relaciona a una serie de actores o individuos que logran mostrarse participes en la toma de decisiones y transformaciones sociales de su entorno. La ciudadanía en la educación se debe favorecer como competencia; así pues, Colombia, maneja la convivencia, la participación democrática y la solidaridad; estas son desarrolladas durante la educación básica y media (Parga, 2022). Según el MEN (2004), las competencias ciudadanas son conocimientos, actitudes y habilidades cognitivas, emocionales y comunicativas que integradas, posibilitan a los ciudadanos el actuar de forma constructiva en una sociedad democrática para que todos sean sujetos participes en su entorno social. La formación ciudadana se centra en la capacidad de resolver problemas cotidianos a través del dialogo y la participación de los sujetos presentes, este tipo de competencias son fundamentales para el desarrollo social sostenible. La Unesco lo denomina educación para la ciudadanía mundial (ECM) para lo cual la educación debe favorecer espacios para el desarrollo de sociedades justas, tolerantes, pacíficas, sustentables, inclusivas y seguras. Es uno de los desafíos de la globalización, ya que, en la actualidad, no hay un consenso acerca del significado sobre ser un ciudadano mundial (Unesco, 2016).

La formación en el aula hacia una educación sustentable debe permitir que el estudiante comprenda la complejidad de las diferentes situaciones ambientales presentes y proponga alternativas de intervención relacionadas con el quehacer profesional ante el desafío que presenta la sustentabilidad. Así mismo es fundamental que el desarrolle una actitud crítica, responsable y participativa hacia el ambiente, dejando de lado el asumir el deterioro ambiental como algo multi causal; Su análisis y solución debe ser multidisciplinario y transdisciplinario (Dieleman, 2007).

Los conceptos relacionados con la ciudadanía ambiental y ciencia ciudadana se logran entrelazar a continuación, tal como se aprecia en la Figura 1.

Figura 1 Relación ciudadanía ambiental y ciencia ciudadana



Nota. Tomado y adaptado de: Quintero et al. (2022, p. 36).

6.5. Nanotecnología en la enseñanza de la química

La química cumple un papel fundamental en la nanotecnología, pues se encarga de sintetizar y caracterizar nuevos nanomateriales. Se ha demostrado que a partir de programas sobre nanotecnología en secundaria los estudiantes percibían a la química como una ciencia moderna, aumentando el interés por la rama de estudio (Blonder y Dinur, 2011). En Israel se plantea la inserción de 8 conceptos de nanotecnología en el currículo de química en secundaria, este consta de diez temas obligatorios y cuatro módulos electivos. Sin embargo, el concepto más relevante que se plantea abarcar desde todo el plan de estudios es el de “innovaciones y aplicaciones de la nanotecnología” puesto que tiene relación con problemas de la vida cotidiana y las soluciones que pueden ofrecer; se asocia a los riesgos y beneficios con la salud humana, el medio ambiente y también desde CSC, además se puede trabajar desde el tema de oxido-reducción y para enseñar antioxidantes como materiales naturales (Blonder y Sakhnini, 2017).

6.6. Cuestiones Sociocientíficas (CSC)

Las cuestiones Sociocientíficas (CSC) comprenden controversias o temas de interés público directamente relacionados con temas científicos y tecnológicos que tienen impacto en la

sociedad. Estos utilizan asuntos de la actualidad para dar visibilidad a aspectos más específicos que favorece en los estudiantes el pensamiento crítico y contribuye con la formación ciudadana (Martínez y Parga, 2013).

Según Pedretti (2003) las CSC se pueden tomar como punto de partida en el proceso de enseñanza de las clases de ciencia, en vez de la enseñanza tradicional. Estas posibilitan el trabajo multi e interdisciplinar teniendo en cuenta los problemas sociales que se tratan y requieren de un diálogo entre saberes científicos y humanísticos. A partir de este enfoque se busca un mayor interés y participación por parte de los estudiantes y de esta forma, que se evidencie una mayor capacidad de argumentación frente a las problemáticas planteadas en el aula de clase. Desde esta perspectiva se propuso para el presente trabajo un diseño microcurricular para la enseñanza de nanopartículas de cobre por síntesis verde en la industria de alimentos.

6.7. La Nanotecnología en química

El campo de la nanotecnología es tan amplio que es fundamental introducirse dentro de su estudio, directamente dentro de una ciencia exacta, como lo es la química, allí se comprende la materia como objetos que se lograran observar a escalas nanométricas. Dichos materiales poseen propiedades específicas y se dirigen a diferentes campos de aplicación a nivel industrial, alimentario y medicinal.

En su campo de aplicación se logra incluir:

- Síntesis de nuevos materiales: Los nanomateriales presentan una serie de propiedades únicas que no se logran observar en los materiales a gran escala. La nanotecnología se utiliza para la síntesis de nuevos nanomateriales los cuales presentan propiedades mejoradas, tales como conductividad, estabilidad, resistencia y biocompatibilidad.
- Diseño de nuevos fármacos: Los nanomateriales se pueden utilizar para diseñar fármacos los cuales sean más eficientes y seguros que los fármacos actuales.

- Desarrollo de nuevos métodos de diagnóstico: Implica el desarrollo de nuevos métodos de diagnóstico los cuales sean más sensibles y precisos, detectando así enfermedades de forma más oportuna.
- Mejora de los procesos industriales: Los nanomateriales logran mejorar los procesos industriales, la elaboración o fabricación de productos químicos, la producción de energía y el tratamiento de aguas residuales.

La nanotecnología en química es un campo en rápido desarrollo que tiene la ventaja de potenciarse fácilmente, logrando la revolución industrial química y la sociedad en general.

6.8. Las nanopartículas de cobre

Las nanopartículas son estructuras compuestas por unos cuantos átomos o moléculas que oscilan entre 1 y 100 nm, las cuales hacen parte de la dimensión 0D (Ramos, 2017), son estructuras que en su reciente investigación, síntesis y utilización las nanopartículas (NPs) metálicas han evidenciado propiedades antimicrobianas de amplio espectro contra bacterias, hongos y virus. Esto a causa de su estructura cristalina, motivo por el cual tiene diferente respuesta biológica a la forma iónica tradicional de los metales (Pariona et al., 2018). Al conocer que en forma de nanopartículas presentan diferentes propiedades incrementa en la actualidad los diferentes estudios que se realizan al respecto de este metal, para así ampliar el campo de implementación en la industria de la nanotecnología. Mediante la obtención se espera que aumente su eficacia antimicrobiana y se pueda aplicar en productos de higiene oral, aparatos médicos e incluso antisépticos (Guajardo, 2013).

También cabe resaltar que este metal y sus NPs son considerados el segundo mejor conductor eléctrico, sin embargo, es el más utilizado; además, se ha encontrado que cuentan con actividad catalítica que se encuentra en recientes estudios (Palomares, 2022). Las NPs de cobre, aunque tienen propiedades similares a la plata no son tan efectivas, sin embargo, estas se les otorga un valor agregado por su bajo costo.

La formación de nanopartículas mediante la utilización de plantas y sus extractos han llevado a derivaciones investigativas, tales como la prolongación de nanopartículas metálicas, evitar

efectos como la agregación en solución acuosa y la utilización de solventes orgánicos, así como su reutilización. Según Palomares (2022) la obtención y visualización de nanopartículas bimetálicas, tiene una serie de parámetros fundamentales los cuales son pH, temperatura, sal precursora, concentración, relación volumen, facilidad de manejo, proceso económicamente viable y facilidad de realizar reacciones a escala mayor.

6.9.Síntesis Verde

En el proceso convencional de obtención de nanopartículas se suele utilizar materiales tóxicos como lo son solventes y surfactantes los cuales afectan el medio ambiente, la síntesis verde es una alternativa que busca ser amigable con el medio ambiente (Gómez, 2018). Tras analizar la capacidad de algunas plantas, hongos, algas y bacterias para extraer metales de los suelos y evidenciar la acumulación de estos metales principalmente en sus raíces, donde se lograron encontrar en tamaño de nanopartículas. Uno de los primeros reportes donde se implementó esta síntesis fue realizada con plantas de alfalfa y al ser tratadas con nitrato de plata se obtenían nanopartículas de plata y su tamaño oscilaba ente 2 a 20 nm.

Las plantas utilizan metabolitos primarios y secundarios ante agentes estresantes, se considera que esos metabolitos intervienen en la reducción de iones metálicos lo cual es la primera etapa para la obtención de nanopartículas de metales. Las hojas se tienen en cuenta a primera instancia para la síntesis verde, pues son la principal fuente de metabolitos, son abundantes y son fuente renovable de las plantas.

Adicionalmente, dentro del proceso de síntesis verde se presenta un proceso de bioreducción que se genera cuando se mezclan infusiones preparadas de las plantas con las del precursor metálico; así se ha observado que en algunas plantas o residuos orgánicos la infusión presenta un cambio de color, la cual en algunas ocasiones, se logra observar con mayor claridad, pues esto depende del precursor metálico con el que se está realizando el estudio. Esta inspección visual confirma de manera preliminar la formación de la nanopartícula del respectivo metal en estudio (Palomares, 2022).

Finalmente, la síntesis de nanopartículas de cobre tiene dos enfoques que fundamentan su obtención, en este caso el enfoque ascendente es útil. Ya que este método parte de átomos que se agregan en una fase acuosa o gaseosa para la síntesis de las nanopartículas. A modo general, se reconoce que dicha ruta de síntesis está compuesta por una serie de métodos químicos (Ramos, 2017).

6.10. Ventajas al utilizar el método biológico

La utilización de plantas, alimentos y residuos orgánicos para el manejo práctico de la síntesis verde conlleva una serie de ventajas, tales como disponibilidad de plantas, facilidad para su obtención, economía, ahorro energético, proceso más rápido y reducción al uso de materiales tóxicos (Palomares, 2022). La síntesis de nanopartículas a partir de extractos de plantas, alimentos y residuos orgánicos implica 3 fases fundamentales que están descritas por Jonapá et al. (2020):

(1) Fase de activación de la planta, (2) Fase de crecimiento y (3) Fase de terminación del proceso. Su activación, implica la reducción de iones metálicos, que conducen a la formación de nuevas estructuras mediante autoorganización reducción de átomos metálicos. La segunda fase implica el crecimiento de la estructura recién formada y una mayor reducción de los iones metálicos aumentando la estabilidad termodinámica de las nanopartículas obtenidas.

Es fundamental que los insumos utilizados para la obtención del extracto posean una amplia cantidad de antioxidantes, tales como polifenoles, flavonoides que inhiban el estrés oxidativo y tengan una concentración de Cu, tal es el caso de la planta de tomillo o *Thymus vulgaris*, la cual inhibe el crecimiento bacteriano y presenta un efecto antiespasmódico. La concentración de Cu según García (2022) es de 1,02mg Cu/100g de la planta, así como se muestra la lenteja o *Lens culinaris*, que presenta propiedades antioxidantes y su concentración de Cu según Arroyave (2004), es de 2,8mg Cu/100g de la legumbre.

6.10. Aplicaciones

El cobre es un metal que, en bajas concentraciones para el metabolismo del ser humano, llegó a ser utilizado en tratamientos frente a intoxicación y convulsiones, evidenciando resistencia a los virus en personas que trabajaban en minas o fábricas de cobre. Según Taboada (2017) por la importancia de este metal en el ser humano se resaltan algunos alimentos que son fuente de cobre de forma natural; ejemplo de estos son el hígado, las nueces, las acelgas, la berenjena, las lentejas, entre otros.

A continuación, se evidencian algunos modos como el cobre es utilizado en el metabolismo del cuerpo humano

- Contribuye en la construcción de proteínas y enzimas que necesitamos, de ese modo también participa en los procesos de crecimiento y desarrollo de células y tejidos
- Está presente en la síntesis del colágeno, necesaria para el fortalecimiento de nuestros huesos
- También ayuda a conservar la enzima superóxido dismutasa, la cual con su efecto antioxidante evita el envejecimiento prematuro de la piel y suele ser adicionada en productos cosméticos anti envejecimiento.

7. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

Este trabajo se realizó desde el grupo Didáctica y sus ciencias, enfocado en la línea de investigación Incorporación de la educación ambiental al currículo de ciencias y desde el Grupo ALTERNACIENCIAS en su línea Didáctica de los Contenidos Curriculares: Ambientalización Curricular, ambos grupos del departamento de Química de la Universidad Pedagógica Nacional. Así se planteó que ambientalizar la enseñanza de la nanotecnología promovería el abordaje de la sustentabilidad ambiental, el abordaje de problemáticas relacionadas con el medio ambiente y principios de las educaciones emergentes (EpSA) tal como lo plantea Parga (2022).

7.1. Tipo de la investigación

Bajo la revisión de antecedentes que implican la formación ciudadana desde el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico, analítico e interpretativo para la resolución de problemas contextualizados a su entorno y a la química, esta investigación se realizó desde el paradigma mixto, ya que este permite obtener una perspectiva más amplia a partir de la recolección de datos diversos.

Según Hernández-Sampieri y Mendoza (2018) la metodología mixta es:

Un conjunto de procesos sistemáticos, empíricos y críticos de investigación e implican la recolección y el análisis de datos cuantitativos y cualitativos, así como su integración y discusión conjunta, para realizar inferencias producto de toda la información recabada (metainferencias) y lograr un mayor entendimiento del fenómeno bajo estudio (p. 612).

Sin embargo, cabe resaltar que en este trabajo se realizó con una preponderancia cualitativa antes que cuantitativa: (Cuan-CUAL); se abordó desde el método **fenomenológico** el cual se enfoca en la interpretación de las personas frente a los fenómenos presentes; esto para observar, analizar y reflexionar sobre percepciones, pensamientos y procesos cognitivos (Vargas, 2011).

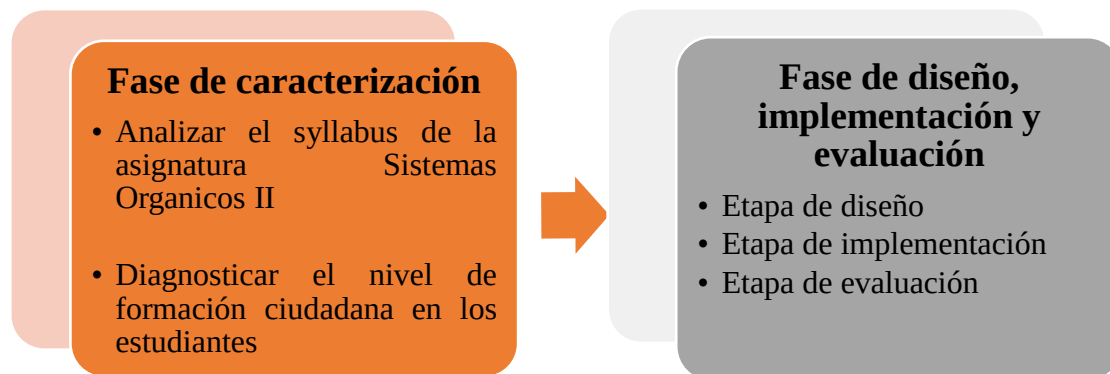
7.2. Muestreo

Este proyecto de investigación se realizó con profesores en formación inicial de la licenciatura en química de la Universidad Pedagógica Nacional, específicamente del curso de la asignatura Sistemas Orgánicos II. Dicho grupo fueron estudiantes de quinto semestre de la licenciatura. Las actividades planteadas dentro del diseño micro curricular se realizaron dentro del salón de clase y los laboratorios de química de esta institución.

7.3. Fases de investigación

Para este trabajo se implementarán dos fases como se plasmó en la Figura 2, acorde a los objetivos propuestos.

Figura 2 Fases de investigación



7.3.1. Fase Inicial o de caracterización

Esta fase se corresponde con el objetivo específico uno, para caracterizar la ambientalización curricular y la formación ciudadana de un grupo de estudiantes de Sistemas Orgánicos II, del programa curricular de Licenciatura en Química de la Universidad Pedagógica Nacional. Esto demandó analizar el syllabus del espacio académico para comprender su nivel de ambientalización y, por otro lado, diagnosticar el nivel de formación ciudadana de los estudiantes de este espacio académico.

7.3.2. Fase de Diseño, implementación y evaluación de la propuesta

Esta es la fase dos y se corresponde con el objetivo específico dos, que buscó diseñar, implementar y evaluar la propuesta microcurricular desarrollada para enseñar sobre nanopartículas de cobre por síntesis verde en la industria de alimentos, y favorecer la *formación ciudadana* de un grupo de estudiantes de Sistemas Orgánicos II, del programa curricular de Licenciatura en Química de la Universidad Pedagógica Nacional. Esta fase se dividió en tres etapas: etapa del diseño, etapa de implementación y etapa de análisis y discusiones.

Teniendo en cuenta los criterios mencionados y la implicación de factores sociales, culturales, políticos y pedagógicos - didácticos, la propuesta micro curricular de actividades se diseñó considerando:

Tabla 1 Etapas del diseño microcurricular

Etapas	Objetivo	Actividad
Etapas Reconocimiento	Diagnosticar el nivel de formación ciudadana de los estudiantes mediante el conocimiento de la nanotecnología, la vinculación con la ciencia y la relación de los conservantes con afecciones a la salud	Cuestionario de ideas previas sobre nanotecnología y conservantes en la industria de alimentos
	Analizar las implicaciones a la salud, sociales, culturales, éticas, ambientales y químicas	Intervención educativa "Riesgos de los conservantes en alimentos" "¿Qué es la nanotecnología? ¿Usos en la industria de alimentos?"
	Reconocer equipos	Técnicas de caracterización EAA y UV-VIS, a partir de ayuda multimedia de elaboración propia
Etapas Implementación	Cuestionar las ventajas o riesgos que presentan las nanopartículas de cobre en el ser humano	Intervención educativa "Implicaciones del cobre en el ser humano" y "Proceso de obtención a partir de síntesis verde"
	Promover el aprendizaje	Explicación e implementación de la práctica de laboratorio "Obtención de nanopartículas de cobre mediante síntesis verde" realizando una previa caracterización de los alimentos con los que se trabajara y su contenido de cobre
		Resolución de cálculos referentes a la caracterización de nanopartículas de cobre
Etapas Análisis y discusiones	Discusión de hallazgos para identificar el favorecimiento de la formación ciudadana de los estudiantes sobre las aplicaciones de la nanotecnología en química	Entrega de informe de laboratorio donde se evidencia la resolución y análisis de la obtención y caracterización de las nanopartículas de cobre, a partir de materias primas renovables por síntesis verde
		Caso simulado y postura sobre la implementación de la nanotecnología en alimentos.
		Retroalimentación y consideraciones finales, donde se favorece la formación ciudadana mediante las CSC realizadas en el diseño

7.3.3. Validación por pares académicos

El juicio de expertos se desarrolla desde la evaluación fundamentada de individuos con experiencia en el campo, donde dicha competencia es acogida de manera prepositiva por diferentes pares académicos y que presentan la capacidad de proporcionar datos, pruebas, opiniones y evaluaciones según (Escobar-Pérez y Cuervo-Martinez, 2008), manteniendo tres criterios principales para la selección de los expertos, los cuales son:

- Experiencia en toma de decisiones basada en evidencia o experticia
- Disponibilidad y motivación para participar
- Imparcialidad y cualidades como confianza en sí mismo y adaptabilidad

Con base en los anteriores criterios, se seleccionaron tres licenciados en química, para validar los instrumentos dados sus conocimientos. Una vez recibida la validación por pares académicos (Anexos 1, 2 y 3) se realizaron ajustes al instrumento de caracterización (Anexo 4).

7.4. ETAPA UNO

7.4.1. Diagnóstico de conocimientos

Se realizó un cuestionario de conocimientos previos para identificar relaciones de la formación ciudadana y los conceptos asociados con la nanotecnología, tales como: conservantes alimenticios, propiedades antimicrobianas, salud y medio ambiente, entre otras. Esto previamente a las intervenciones educativas, para ello se utilizó el primer instrumento. Anexo 4.

7.4.2. Intervención educativa: Analizar las implicaciones

En este primer momento del diseño microcurricular se realizó una intervención al grupo de estudiantes, la cual se encuentra relacionada con conocimientos fundamentales como lo son los riesgos que presentan los conservantes artificiales en los alimentos, que es la nanotecnología y cuáles son sus usos dentro y fuera de la industria alimentaria, esto con la finalidad de propiciar una posición crítica por parte del estudiante con respecto a las implicaciones e impacto que presenta los conservantes artificiales y su relación con la

nanotecnología en la sociedad. Estos conocimientos fueron de gran importancia para el desarrollo y elaboración de las infografías planteadas por grupos de laboratorio.

7.4.3. Reconocimiento de equipos

En este apartado se realizó una intervención multimedia al grupo de estudiantes, la cual logra explicar las partes, la obtención y funcionalidad de la absorbancia en el equipo de espectrofotometría UV – visible, con la finalidad de que los estudiantes lograran adquirir dichos conocimientos, para que así pudieran recrear y manejar dicho equipo en la práctica de laboratorio que se realizó la siguiente sesión.

7.5.ETAPA DOS

7.5.1. Intervención educativa: Cuestionar las ventajas o riesgos

Se realiza una segunda intervención educativa por parte de los investigadores al grupo de estudiantes acerca de las implicaciones que presenta el cobre en el ser humano a nivel de su salud y consumo, así mismo se profundiza en la explicación teórico-práctica para la obtención y caracterización de las nanopartículas de cobre mediante la síntesis verde.

7.5.2. Laboratorio síntesis y obtención de nanopartículas de cobre por síntesis verde

A partir de la guía de laboratorio, Anexo 5., se realizó la síntesis, obtención y caracterización de las nanopartículas de cobre. Se seleccionaron dos alimentos con propiedades antioxidantes, de los cuales se obtuvieron los respectivos extractos que junto con el precursor metálico se obtiene la síntesis de las nanopartículas. Asimismo, los resultados obtenidos en las lecturas y el espectro de absorción de las nanopartículas, por los diferentes grupos de laboratorio pertenecientes al grupo de estudio, permitiendo de esta manera analizar los alcances prácticos que presenta dicha tecnología como método alternativo para la conservación natural de alimentos, contrarrestando de esta manera el daño que se puede generar al medio ambiente. Este diseño experimental se tomó y adapto de (Palomares, 2022), con la intención de impulsar el uso de metodologías alternativas que proporcionen un beneficio no solo al ser humano, sino a la comunidad científica y a el medio ambiente.

7.5.2.1. Diseño experimental: Promover el aprendizaje

El diseño experimental se tomó y adaptó de Palomares (2022) a partir de los resultados obtenidos mediante síntesis verde se decide trabajar con la especie tomillo y lenteja.

7.5.2.2. Materiales y reactivos

Tabla 2 Materiales, reactivos y equipos

Materiales	Reactivos	Equipos
2 vasos de precipitado de 600 ml	Sulfato de cobre pentahidratado ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)	Plancha de calentamiento
2 balones aforados de 50 ml	Ácido (HCl)	potenciómetro
7 balones aforados de 10 ml		Agitador magnético
4 vasos de precipitado de 100 ml		Espectrofotómetro UV-VIS
12 tubos de ensayo		Balanza analítica
Gradilla		
Gotero		
Frasco lavador		
Escobilla		
Mortero y pistilo		
Espátula		
Lenteja seca		
Tomillo seco		

7.5.2.3. Elaboración de patrones para UV-VIS

Se realizaron los patrones de calibración para el espectrofotómetro de UV-VIS a partir de un estándar con concentración de 8000 ppm. Se toma 1,58 g de sulfato de cobre pentahidratado ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) y se lleva a aforo en un balón de 50 ml con agua desionizada, a partir del estándar se realiza 7 patrones con concentraciones de 6400, 5600, 4800, 4000, 3200, 1600 y 800 ppm y un blanco de reactivos en balones aforados de 10 mL.

7.5.2.4. Preparación del precursor metálico

Para la elaboración del precursor metálico que se implementara en la obtención de NP's de Cu, se trabaja a partir del Sulfato de cobre pentahidratado ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) que se prepara a una concentración de 4000 ppm se toman 0,79 g del reactivo y se lleva a aforo en un balón de 50 ml con agua desionizada.

7.5.2.5.Preparación de los extractos

En esta práctica se trabajó con dos especies las cuales cuentan con contenido de cobre en su estructura, estas son la lenteja y el tomillo secos. Se tomaron 15 g de cada especie en un vaso de precipitado de 600 ml, se le adicionaron 500 ml de agua desionizada y se colocaron en plancha de calentamiento hasta punto de ebullición, una vez alcanzado el punto de ebullición que se mantuvo por un tiempo de 10 minutos y luego se retiró de la fuente de calor, una vez reposada la muestra se filtró y de esta forma se obtuvo los extractos de las respectivas especies.

7.5.2.6. Toma de pH y acidificación de los extractos

Se midieron 200 mL de cada extracto en un vaso de precipitado de 250 mL, con un potenciómetro se realizó la toma de pH inicial de la muestra, se registró el dato y se rotuló la muestra. Posteriormente se miden nuevamente 200 mL de cada extracto y se acidificó la muestra con HCl 4M hasta alcanzar un pH de 4, se registró el dato y se rotuló la muestra.

7.5.2.7. Procedimiento

Una vez elaborados los extractos y el precursor metálico ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) a 4000 ppm se procedió a realizar las respectivas mezclas en tubos de ensayo Tabla 3.

Tabla 3 Elaboración de las muestras

Tubo	Extracto tomillo mL		Extracto lenteja mL		Precursor metálico mL
1	5	pH Normal			5
2	5				10
3	5	pH 4			5
4	5				10
5			5	pH Normal	5
6			5		10
7			5	pH 4	5
8			5		10

Posteriormente se realizarán las lecturas de absorbancia en el espectrofotómetro UV-VIS a λ 810 nm y se realizó el proceso para obtener el espectro de absorción por cada muestra.

7.6.ETAPA TRES

7.6.1. Informe de laboratorio y evaluación de conceptos

Los estudiantes por grupos de laboratorio presentaron un informe de laboratorio en donde recopilaron, analizaron y entregaron los resultados de la actividad experimental, por medio de referentes conceptuales que se lograron involucrar dentro de la práctica de laboratorio, así como análisis investigativo realizado por parte de los participantes.

7.6.2. Evaluación y retroalimentación de conceptos

Se desarrolló una discusión mediante un planteamiento de un caso simulado, donde se tuvieron en cuenta los conocimientos adquiridos a lo largo de las sesiones de intervención, adquiriendo una postura sobre la implementación de la nanotecnología en alimentos, sus implicaciones en la salud humana y como los métodos alternativos llevan al desarrollo de la ciencia a la adquisición y profundización teórico-práctico de las nuevas tecnologías. Finalmente se implementa un último instrumento que logre identificar el favorecimiento de la formación ciudadana mediante las Cuestiones sociocientíficas por parte de los estudiantes, teniendo como referente el cuestionario de ideas previas.

7.7. Instrumentos empleados para la recolección de datos

7.7.1. Prueba Inicial diagnóstico de conocimientos

Este instrumento, Anexo 4. se realizó, para conocer la caracterización de las competencias de ciudadanía en la formación docente, así como los conocimientos de los estudiantes que se encuentren relacionados a la nanotecnología, la evolución y desarrollo de dicha tecnología en la química. Consta de una cuestionario tipo Likert con trece afirmaciones y cuatro preguntas abiertas de tipo argumentativo, donde los ítems evaluados se encuentran categorizados en 5 dimensiones diferentes propuestas por Arias (2020), desde “habilidad de análisis de argumentos” y “habilidades de comprobación de hipótesis” (Morales et al., 2015), desde la “convivencia”, “críticidad” y “conciencia social”, las cuales según los autores obedecen a la formación ciudadana y las características que debe presentar un buen ciudadano. Esta prueba tuvo como finalidad medir la percepción de los estudiantes para interpretar situaciones de la vida real que representen la relación de la formación ciudadana con la química y la nanotecnología.

La escala se definió en cinco valoraciones: totalmente en desacuerdo, en desacuerdo, ni de acuerdo, ni en desacuerdo, en desacuerdo y totalmente de acuerdo. Adicionalmente se les adicionó un rango de escala de tres posibles, asignando una clasificación conceptual posible: (A) adecuado, (PA) parcialmente adecuado y (NA) no adecuado. La matriz de adecuación y caracterización de cada una de las preguntas se encuentra en el Anexo 1.

7.7.2. Descripción de las dimensiones

Las dimensiones mencionadas se encuentran relacionadas con las dimensiones mencionadas en la Tabla 8, así se establecieron conocimientos de ciencias y la apropiación de la formación ciudadana. Esto presenta características específicas que van desde la capacidad de opinar, proponer y solucionar situaciones que aquejan a una comunidad en específico o a un problema global, hasta la capacidad de investigar y adquirir nuevos conocimientos que llevan al sujeto a la participación ciudadana, política y social presentando argumentos teórico-prácticos profundos que sustenten dicha postura del conocimiento.

Se especifican los indicadores a los que responde, cada una de las dimensiones presentes en el cuestionario tipo Likert.

- **Dimensión Convivencia**

Esta dimensión expone como indicador la “capacidad de la ciencia para evitar problemas futuros a la humanidad”, describiendo así la importancia que tiene promover la tolerancia y resolución de conflictos de manera pacífica y constructiva, a través del diálogo, la negociación y mediación, con la finalidad de mantener una armonía social, ambiental y cultural entre los distintos sujetos, mostrando interés ante el avance científico y tecnológico de las nuevas tecnologías.

- **Dimensión Criticidad**

Dentro de la caracterización de la ciudadanía, la criticidad tiene dos indicadores fundamentales que son la “capacidad para opinar sobre un tema o situación que aqueja a la sociedad”, respondiendo al ejercicio de una ciudadanía activa, siendo participes en la sociedad, cuestionando las decisiones de las autoridades, exigiendo así rendición de cuentas,

transparencia y ayudando a la construcción de una sociedad abierta al diálogo. El segundo indicador es “reconocer diferentes alternativas para buscar soluciones viables a un problema real”, teniendo en cuenta la fundamentación a la educación como un derecho, llegando a ser partícipe de problemas que aquejen a la sociedad, analizando y evaluando información de manera crítica, objetiva y rigurosa que lleven al sujeto a la resolución de problemas, sin que este presente repercusiones graves a largo plazo para el medio ambiente y la sociedad que lo rodea.

- **Dimensión Conciencia social**

Se expone como indicador “ser responsable al tomar sus decisiones y a la hora de actuar”, allí el ciudadano comprende las problemáticas sociales y globales, buscando soluciones rápidas y efectivas que ayuden a la resolución del problema, ayudando a construir, de esta manera, una sociedad más solidaria y responsable, con conciencia social, donde las personas muestren su preocupación por el bienestar de los demás y actúen para la edificación de un futuro próspero, que se adecue al manejo de las nuevas tecnologías que pueden contribuir a mejorar la calidad de vida desde diversos aspectos, como la alimentación, salud y seguridad.

- **Comprobación de hipótesis**

Dentro de la comprobación de hipótesis se encuentran dos indicadores los cuales juegan un papel fundamental en la formación ciudadana, ya que permiten al individuo desarrollar actitudes y habilidades esenciales para responder activamente a la sociedad. Estas dimensiones son “capacidad de explicar o predecir y reflexionar sobre los acontecimientos de la vida cotidiana”, la cual responde al pensamiento crítico y analítico, habilidades fundamentales para evaluar información, detectar falencias e identifique sesgos, llegando así a una reflexión y conclusión fundamentada, frente a la búsqueda adecuada de información. En segunda instancia se encuentra el indicador “adquisición y argumentación de nuevos conocimientos”, donde la comprobación de hipótesis impulsa la adquisición, búsqueda de conocimientos correctos y la evidencia argumentativa, motivando a los ciudadanos a buscar información confiable, contrastar desde diferentes perspectivas y presentar sus opiniones desde una base cuantitativa y/o cualitativa de ser necesario.

- **Toma de decisiones y solución de problemas**

La dimensión tiene como fundamentación un solo indicador que es la “capacidad de razonamiento a partir de ciertos datos”, este expone que es primordial la resolución de problemas sociales de manera colaborativa, identificando las causas de un problema, proponer soluciones desde un conocimiento de la información y otra parte desde una suposición, ya que allí es fundamental la profundización del conocimiento de manera efectiva y comunicativa.

7.7.3. Intervención educativa e infografía

Se desarrollo la intervención educativa a los estudiantes del curso con la finalidad de contextualizar en cuanto a los conocimientos de nanotecnología, los conservantes alimenticios, los alimentos ultra procesados y sus implicaciones en las dimensiones ambientales, culturales, sociales, éticas y tecnológicas (formación ciudadana); y con ellos, mostrar la gama de aplicaciones que presenta la nanotecnología alrededor de la vanguardia y el desarrollo humano. Estos conceptos serán fundamentales para su respectiva ampliación a lo largo del curso.

7.7.4. Laboratorio

Desde la guía de laboratorio Anexo 5 se realizó la obtención de nanopartículas de cobre por síntesis verde y se realizó la respectiva caracterización por espectrofotometría UV-VIS, se pudo analizar la variación de las nanopartículas a teniendo como variable el pH de los extractos utilizados y el volumen adicionado de precursor metálico a diferentes muestras. Esta práctica experimental se enlazó con los contenidos de antioxidantes presentes en los extractos importantes para el mecanismo de conservación alimentaria y la bioreducción necesaria para el proceso de la obtención de las nanopartículas.

7.7.5. Caso simulado y la formación ciudadana

7.7.5.1. Noticia y conocimiento adquirido

Se empleó la elaboración de una noticia, Anexo 6., que presenta una cuestión socio – científica relacionada con una problemática económica, socio-ambiental, tecnológica y cultural, siendo esta la vida útil de los jugos naturales y su conservación mediante la

utilización de conservantes artificiales. Este se propuso como alternativa a la implementación de una tecnología de vanguardia, como lo es la obtención de nanopartículas de cobre por síntesis verde, la cual abarca dimensiones centradas en el cuidado ambiental, social, cultural, ético y tecnológico. Así mismo se describen las propiedades, importancia y características de las nanopartículas de cobre, dado que dichos conceptos presentan una importancia fundamental al momento de responder las preguntas presentes en el instrumento.

7.7.5.2. Descripción de la formación ciudadana

Para relacionar la formación ciudadana con la nanotecnología como alternativa viable hacia el cuidado ambiental y social, es fundamental la eliminación o reducción del uso y consumo de conservantes artificiales y centrarse en la obtención de nanocompuestos metálicos, por una ruta novedosa como lo es la síntesis verde. Para presentar una argumentación sólida se delega un comité científico que evalúa la viabilidad del proyecto y la obtención de la nanopartícula, así como la elaboración de un estudio de riesgos ambientales que se pueden presentar al momento de implementar dicha tecnología en una empresa productora y distribuidora de jugos naturales.

8. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en las diferentes actividades teórico – prácticas realizadas, las cuales hacen parte de la estructura del diseño microcurricular fundamentado en la formación ciudadana y CSC. En primera instancia los resultados correspondientes a la síntesis y caracterización de las nanopartículas de cobre, dirigida a los profesores en formación del espacio académico de Sistemas Orgánicos II. En segundo lugar, se socializan los resultados correspondientes a la *fase de caracterización* desde cuestionario de ideas previas, exponiéndose desde un cuestionario tipo Likert y preguntas abiertas donde los ítems se manejan desde las dimensiones planteadas y adaptadas por Arias (2020) y Morales et al. (2015), en sus respectivos trabajos. Asimismo, se presentan las infografías elaboradas por los estudiantes, las cuales se encuentran ligadas a los diferentes conservantes artificiales tóxicos y perjudiciales en la salud humana, así como algunas indicaciones socializadas en la práctica y expuestas en la búsqueda y contextualización del tema. En tercer lugar, para la *fase de diseño, implementación y evaluación* se presentan los resultados,

análisis y conclusiones de la respectiva práctica de laboratorio. De igual forma, se analizaron los resultados de los diferentes informes de laboratorio buscando así la caracterización de los conceptos relacionados con la síntesis verde y la nanotecnología. Por último, se muestran los resultados del registro y argumentación de la sesión en la que se elaboró el caso simulado final de favorecimiento de la formación ciudadana mediante las cuestiones Sociocientíficas (CSC), los conceptos relacionados con los conservantes y la nanotecnología. Dichos resultados son también discutidos, analizados y socializados en esta sección respectivamente.

8.1. Síntesis verde y caracterización de nanopartículas de cobre

A continuación, se muestran los resultados del diseño experimental, donde se obtuvieron las NPs y se realizó la respectiva caracterización por espectrofotometría UV-vis.

8.1.1. Curva de calibración

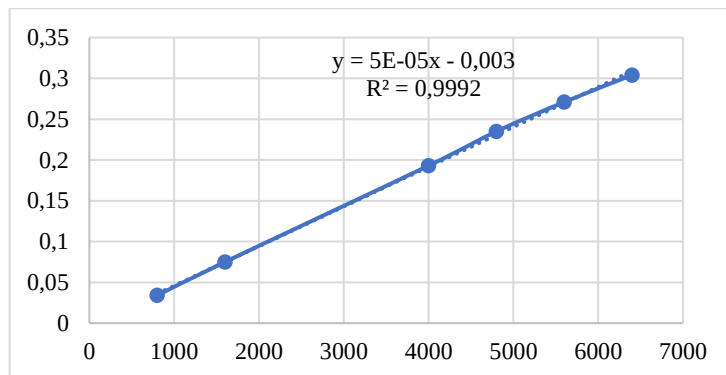
Se realizó la curva de calibración desde una solución stock de $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ a 8000 ppm. Las concentraciones respectivas y los valores obtenidos de absorbancia se muestran en la tabla 6.

Tabla 4 Valores curva de calibración

[]	$\Delta \text{ Abs}$
800	0,034
1600	0,075
4000	0,193
4800	0,235
5600	0,271
6400	0,304

A partir de los datos anteriores, se realizó la curva de calibración que se muestra en la Figura 2.

Figura 3 Curva de calibración



Donde la ecuación de la recta es la siguiente

$$y = 5 * 10^{-5} - 0,003$$

8.1.2. Determinación de cobre

A partir de la ecuación de la recta obtenida, se determina la cantidad de cobre en los extractos obtenidos de las especies tomillo y lenteja.

Tabla 5 Datos obtenidos de las especies

Especie	Δ Abs
Tomillo	0,052
Lenteja	0,141

Se despeja x en la siguiente ecuación

$$x = \frac{y + 0,003}{5 * 10^{-5}}$$

Concentración de cobre en Tomillo

$$x = \frac{0,052 + 0,003}{5 * 10^{-5}}$$

$$x = 1100 \text{ mg/L}$$

Concentración de cobre en Lenteja

$$x = \frac{0,141 + 0,003}{5 * 10^{-5}}$$

$$x = 2800 \text{ mg/L}$$

El contenido teórico de cobre en el tomillo es de 1,02 mg Cu/g y en la lenteja 3,36 mg Cu/g, por tal motivo en la concentración experimental se realiza la conversión a dichas unidades utilizando la densidad del agua que fue el medio en el cual se preparó extracto, esto para determinar el % de error.

Concentración de cobre en Tomillo mg Cu/g

$$1100 \frac{\text{mg}}{\text{L}} * \frac{1 \text{ L}}{1 \text{ Kg}} * \frac{1 \text{ Kg}}{1000 \text{ g}} = 1,1 \text{ mg/g}$$

% Error

$$\%Error = \left| \frac{\text{Teorico} - \text{Experimental}}{\text{Teorico}} \right| * 100$$

$$\%Error = \left| \frac{1,02 \text{ mg Cu/g} - 1,1 \text{ mg Cu/g}}{1,02 \text{ mg Cu/g}} \right| * 100$$

$$\%Error = 7,84$$

Concentración de cobre en Lenteja mg Cu/g

$$2800 \frac{\text{mg}}{\text{L}} * \frac{1 \text{ L}}{1 \text{ Kg}} * \frac{1 \text{ Kg}}{1000 \text{ g}} = 2,8 \text{ mg/g}$$

% Error

$$\%Error = \left| \frac{\text{Teorico} - \text{Experimental}}{\text{Teorico}} \right| * 100$$

$$\%Error = \left| \frac{3,36 \text{ mg Cu/g} - 2,8 \text{ mg Cu/g}}{3,36 \text{ mg Cu/g}} \right| * 100$$

$$\%Error = 16,6$$

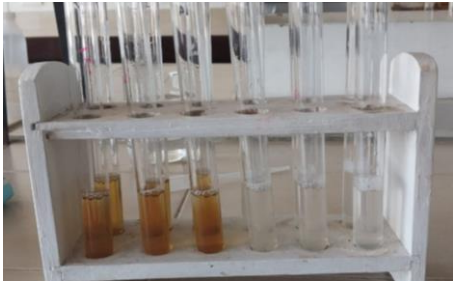
La concentración de cobre en las especies se determinó con el fin de identificar la cantidad del metal presente en el alimento antes de las síntesis de las nanopartículas. En el caso del tomillo se demostró un índice de error inferior al 10% por lo cual tiene una mayor

confiabilidad a comparación de la lenteja con un 16,6%, sin embargo, este valor puede tener inconsistencias teniendo en cuenta la turbidez de la muestra, que al tener una tonalidad opaca se puede presentar difracción de la luz al llegar al detector y variar la absorbancia leída por el equipo.

8.1.3 Bio reducción de las especies

Para la obtención de NPs fue fundamental el proceso de bio reducción, ya que el extracto vegetal cumple con la función de reductor y estabilizante, se evidencia que el proceso es efectivo cuando se aprecia un cambio de coloración después del contacto con el precursor metálico, en el caso del tomillo paso de una tonalidad café-amarilla a amarilla-naranja. Y con la lenteja de un tono translucido, pasó a una coloración turbia-rojiza, como se muestra en la tabla 6.

Tabla 6 Cambio de coloración en los extractos

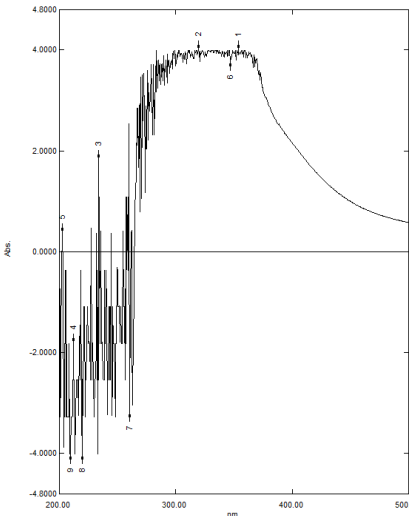
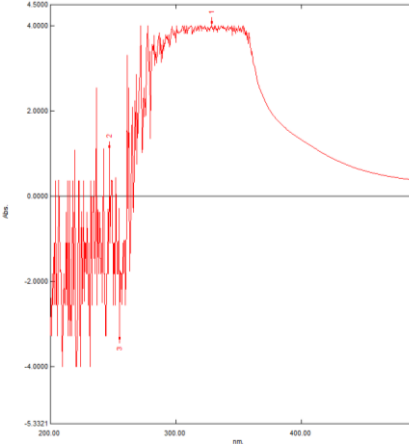
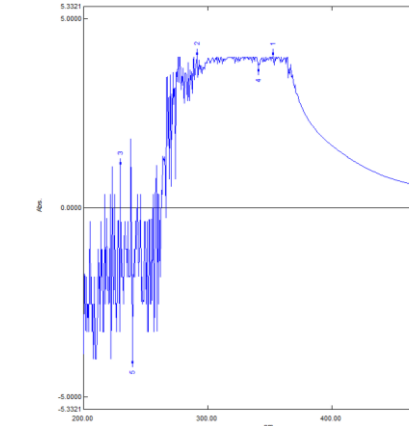
Extractos	Extractos + precursor metálico
	

Una vez demostrada la bio reducción, se procede a las lecturas de los espectros para la caracterización de las NPs.

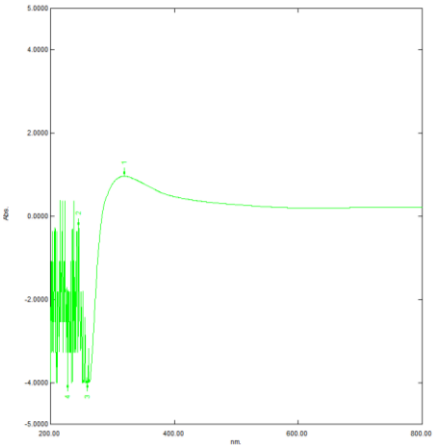
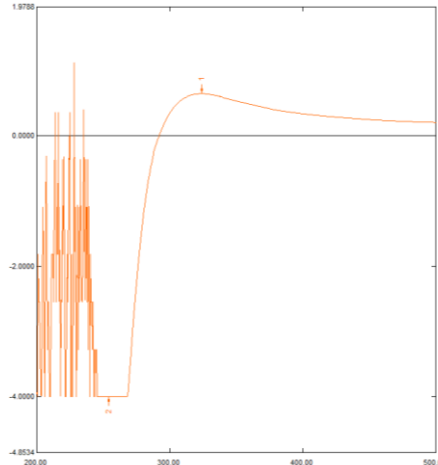
8.1.3. Espectrofotometría ultravioleta-visible (UV-vis)

Se realizó la lectura de los espectros para las diferentes muestras realizadas, mediante espectrofotometría UV-vis, esto con el fin de determinar el tamaño de las nanopartículas de cobre que se evidencia en el punto de absorbancia máxima, generalmente las longitudes de onda oscilan entre 200 a 350 nm y está relacionada con el efecto localizado de plasmón superficial, los resultados se muestran en la tabla 5.

Tabla 7 Espectros obtenidos mediante espectrofotometría UV-vis

Infusión	pH	Precursor (mL)	Longitud onda (nm)	Espectro
Tomillo	5,98	5	233	
		10	247	
	3,96	5	229	

Infusión	pH	Precursor (mL)	Longitud onda (nm)	Espectro
		10	237	
Lenteja	5,88	5	228	
		10	326	

Infusión	pH	Precursor (mL)	Longitud onda (nm)	Espectro
	3,74	5	319	
		10	324	

A partir de la obtención de las NP's de cobre desde dos especies, se determina que estas son de la especie CuO, debido a que esta especie es la única del cobre que se caracteriza por la formación nanopartículas entre los 200 a 350 nm. En los espectros de la Tabla 7 se demuestra que en el caso del tomillo las NP's obtuvieron un menor tamaño a comparación de las obtenidas con lenteja. Por otra parte, se puede observar que en ambos casos se obtuvo mejor tamaño de NP con el pH sin acidificación. Esta obtención y caracterización se realizó enfocado en el efecto antimicrobial y su posible uso en la industria alimentaria, asimismo al realizarlo por síntesis verde desde la bio-reducción con el enfoque bottom-up que permite la obtención por contacto directo entre el extracto y el precursor metálico, disminuyendo la generación de residuos y se trabaja desde materias primas renovables.

8.2. Fase de caracterización

8.2.1. Cuestionario de ideas previas

Este cuestionario fue empleado para indagar sobre las relaciones de la formación ciudadana de los profesores en formación inicial respecto de la nanotecnología, su vinculación con el cuidado al medio ambiente y la salud humana, así como las ideas previas referentes a los conservantes naturales y artificiales.

Este instrumento se realizó mediante una prueba tipo Likert de trece afirmaciones y cuatro preguntas abiertas de tipo argumentativo, las cuales presentan una serie de ítems que se encuentran categorizados en 5 dimensiones fundamentales para la formación ciudadana.

Los resultados obtenidos al aplicar esta prueba a 23 estudiantes se muestran a continuación según las dimensiones e indicadores de análisis.

8.2.2. Cuestionario tipo Likert

Figura 4. Ítem A



Figura 5. Ítem B



Figura 6. Ítem C



Figura 7. Ítem D



Figura 8. Ítem E



Figura 9. Ítem F



Figura 10. Ítem G



Figura 11. Ítem H



Figura 12. Ítem I

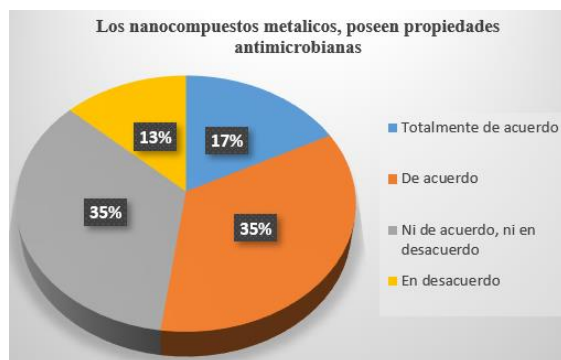


Figura 13. Ítem J

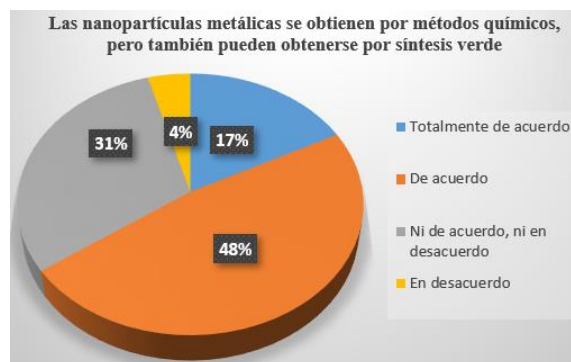


Figura 14. Ítem K

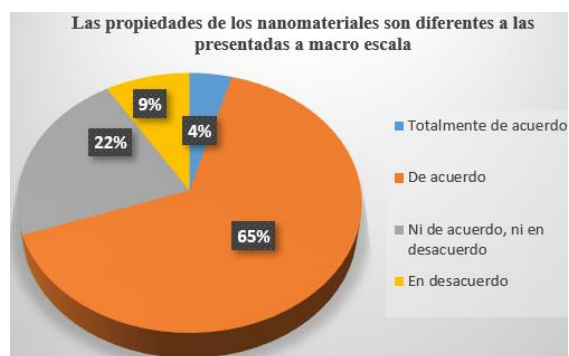
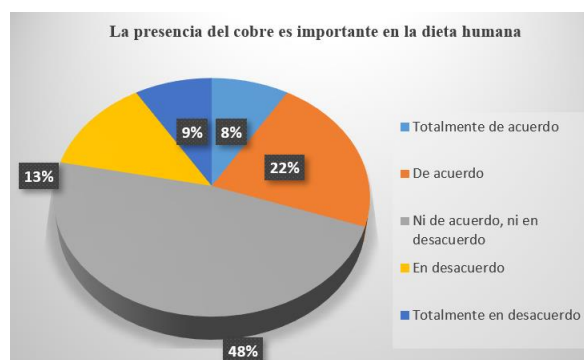


Figura 15. Ítem L



Figura 16. Ítem M



8.2.3. Categorización de dimensiones

Dentro de los diferentes ítems presentes en el cuestionario tipo Likert, las respectivas afirmaciones se encuentran asociadas a cinco dimensiones adaptadas de Morales et al. (2015) y Arias (2020), que nos brindan información con respecto al nivel de formación ciudadana que presenta cada uno de los estudiantes.

A continuación, la Tabla 8 se muestra para cada ítem las dimensiones correspondientes, identificadas con una “X”:

Tabla 8. Relación ítem y dimensiones

ITEM	Dimensiones				
	Convivencia	Criticidad	Conciencia social	Comprobación de hipótesis	Toma de decisiones y solución de problemas
A	X	X			
B	X	X			

C		X		X	
D	X	X			
E	X		X		
F		X			
G		X			
H		X		X	
I				X	X
J		X		X	
K				X	X
L		X		X	
M				X	

8.2.4. Categorización de los resultados

De acuerdo con la información brindada en la Tabla 8 y en la descripción de cada una de las dimensiones trabajadas en la prueba de entrada, fundamentada en su indicador, se analizan los resultados de cada uno de los ítems evaluados.

Los resultados alcanzados en el ítem A, Figura 4. y ítem B, Figura 5 están relacionados con las dimensiones de *convivencia y criticidad*, las cuales cumplen una serie de indicadores, donde estos muestran la importancia de evaluar los diferentes riesgos y beneficios de emplear una nueva tecnociencia capaz de mejorar la calidad de vida de las personas, como lo es la nanotecnología. De acuerdo con dichos indicadores los ítems mencionados muestran que los estudiantes están en un nivel adecuado del indicador, con un 96% para el ítem A y solo un 4% se encuentra en la categoría parcialmente adecuado, Ahora bien, para el ítem B el nivel adecuado está en un porcentaje del 87% mientras que el cumplimiento del indicador en algunos estudiantes se encuentra como parcialmente adecuado en un 13%. Por su parte el Ítem D, Figura 7., se encuentra relacionada con dichas dimensiones e indicadores, presentes en el Anexo 4., haciendo referencia al reconocimiento de diferentes alternativas capaces de solucionar problemas reales. Los encuestados presentaron una relación con el indicador adecuado con un 70%, mientras que el 30% se mostraron en una posición parcialmente adecuado.

Para el ítem E, Figura 8., el cual se encuentra relacionado con las dimensiones de *convivencia y conciencia social*, donde esta última especifica la importancia de ser responsable al momento de tomar decisiones que influyan en una comunidad y al actuar en un tiempo

prudente y necesario, para responder de manera acertada a la problemática. Frente a esta dimensión y cumpliendo con el indicador se mostró como adecuado en un 93% y tan solo un 7% de estudiantes de estudiantes se ubican parcialmente adecuados con el ítem.

Los resultados obtenidos para el ítem F, Figura 9. e ítem H, Figura 11, se encuentran dentro de las dimensiones de *crítica* para los ítems F y H y *comprobación de hipótesis* para este último ítem. La *comprobación de hipótesis* se encuentra fundamentada en la capacidad de explicar de manera teórico-práctica o predecir y reflexionar sobre un acontecimiento presente en la vida cotidiana. Así decimos que para el ítem F los encuestados se encuentran en la categoría adecuado en un 78% del indicador, mientras que un 13% hace parte de parcialmente adecuado y finalmente el 9% la ve como no adecuado. En el ítem H, se muestran dificultades frente a las dimensiones e indicador planteados ya que tan solo el 61% de los estudiantes la ve adecuado, mientras un 35% la encuentra como parcialmente adecuado y el 4% restante está en la categoría de no adecuado.

El resultado alcanzado para el ítem C, Figura 6, hace referencia a afirmaciones que no son adecuadas en relación con las dimensiones de crítica y conciencia social. En este ítem, el alumno debe darle una valoración permitente a la afirmación. Siendo esta una afirmación negativa, lo adecuado se encuentra en asignar un valor mínimo, expresando total desacuerdo, lo parcialmente adecuado se da si el estudiante muestra una indecisión, donde le asigna valores medios a los ítems, y lo no adecuado se da si el estudiante asigna valores altos, permitiendo de esta manera afirmar que el encuestado presenta actitud negativa para adaptar la dimensión y el respectivo indicador.

Así es como se observa en el Figura 6 que los estudiantes encuentran el indicador adecuado en un 70%, parcialmente adecuado en un 26% y no adecuado en un 4%, evidenciando así la variación significativa del 30% de los estudiantes encuestados.

Los resultados conseguidos en el ítem G, Figura 10, ítem J, Figura 13 e ítem L, Figura 15, donde G, J y L, se encuentran en la dimensión de crítica y tan solo J y L, hacen parte de la dimensión de *comprobación de hipótesis*, las cuales ya han sido descritas anteriormente. En primera instancia el ítem G, se encuentra en la escala adecuado en un 70%, mientras su

otro 30%, esta como parcialmente adecuado. Para el ítem J la categoría es adecuado en un 65%, parcialmente adecuado en un 31% y no adecuado en un 4% y para L su jerarquización se divide en un 83% adecuado, 9% parcialmente adecuado y 8% no adecuado.

Los resultados alcanzados en el ítem I, Figura 12., ítem K, Figura 14 e ítem M, Figura 16 se encuentran enlazadas con las dimensiones de *comprobación de hipótesis* y adicionalmente I y K hacen parte de la dimensión que corresponde a la *toma de decisiones y solución de problemas*; esta última tiene como indicador la *capacidad de razonamiento* a partir de una serie de datos experimentales y/o teóricos, los cuales ayudan a la construcción de un conocimiento fundamentado. Para el ítem I, los encuestados se relacionan en la categoría adecuado en un 52%, un 31% la observa como parcialmente adecuado y un 13% para no adecuado. El ítem K, se encuentra en la escala adecuado con un 69%, un 22% para parcialmente adecuado un 9%. Ahora para el ítem M la división dentro de su categorización es un 30% se encuentra en el nivel adecuado, a un 48% para el parcialmente adecuado y un 22% para no adecuado.

Ahora bien, para las preguntas abiertas dentro del cuestionario de conceptos previos, van a ser evaluadas bajo una rubrica presentada en el Anexo 7 centrado en la observación de una respuesta pertinente del estudiante, la cual se encuentra definida en tres posibles respuestas las cuales son: Respuesta esperada, Respuesta parcial a lo esperado y Respuesta que no alcanza el objetivo; dicha escala presenta una descripción general del tipo de respuesta que describe los conocimientos y/o postura del estudiante.

Los resultados referentes a la pregunta dos enunciada como “¿Conoce algún conservante artificial? Si su respuesta es Sí ¿Cómo este puede afectar la salud humana?”, indica que cerca del 61% de los estudiantes (14), no identifican algún conservante artificial, ni argumenta sus afecciones en la salud humana, esto lleva a los encuestados a la escala descrita como “Respuesta que no alcanza el objetivo”; Por su parte el 26% de los encuestados (6), reconocen algún conservante artificial como el Sorbato de calcio, Ácido benzoico, Benzoato de sodio y Glutamato, su presencia en alimentos tales como productos lácteos, frutas y verduras, sin embargo la justificación de enfermedades o problemas de salud no se profundizan o argumentan de forma clara y concisa, ubicándose en la escala descrita como “Respuesta

parcial a lo esperado”. Por último, solo el 13% de los estudiantes (4), identifico conservantes artificiales como el benzoato de sodio y glutamato, los cuales afectan a la salud de las personas mediante problemas respiratorios, reacciones alérgicas y/o problemas gastrointestinales.

Para la pregunta 3 del instrumento la cual es: ¿Conoce cuáles son los beneficios y riesgos potenciales que presenta la nanotecnología en los alimentos? Si su respuesta es afirmativa, nombre alguno de ellos. Dice que el 65% (15) de los participantes no propone, ni argumenta los riesgos y/o beneficios de la nanotecnología, ubicándolos así en la descripción de “Respuesta que no alcanza el objetivo”; Ahora un 17% (4) proponen riesgos y beneficios potenciales de dicha rama de la ciencia, tales como:

- Beneficios: Menor daño ambiental y alimentos mejor preservados
- Riesgos: Cambios estructurales y de propiedades químicas de algunos materiales.
Daño en la salud por el consumo excesivo de nanopartículas

Dicha argumentación no es proactiva en cuanto a las implicaciones de salud o los beneficios hacia la misma, ubicando a dicho porcentaje de encuestados en la escala “Respuesta parcial a lo esperado”. El 17% restante (4) profundizo en beneficios de la nanotecnología tales como: Mejora en cuanto a la textura, color, sabor, apariencia y resistencia de los alimentos y desventajas esta: la toxicidad de agentes químicos y el posible impacto ambiental que pueden causar si no son manipulados de forma correcta, situándose así en la escala de “Respuesta esperada”.

Los resultados de la pregunta cuatro, la cual enuncia “indicada en una sola palabra, “¿Qué entiende por Nanotecnología?”, se logran observar en la Figura 17 donde los estudiantes al dar su definición de nanotecnología coinciden en un 57% (13) en la palabra “Nanoscala”, mostrando así que poseen una relación estrecha con el manejo de materiales a pequeña escala, su relación tecnológica y la vinculación que presenta con la ciencia, adicionalmente se observan palabras como microcompuestos, síntesis, manipulación e innovación, los cuales son indicadores relevantes que se logran encaminar a la adquisición de nuevos conocimientos brindado por los avances tecnológicos.

Figura 17 Nube de palabras



Para finalizar el cuestionario de caracterización se presenta la pregunta cinco, la cual enuncia “Como estudiante de Licenciatura en química y observando el pensum de la versión en la que se encuentra inscrito, ¿considera necesario la inclusión de una asignatura que esté ligada a la rama de la nanotecnología? Justifique su respuesta”. Se obtuvo como resultados que el 39% estaba en la escala de “Respuesta parcial a lo esperado”, argumentando que frente a futuros ajustes curriculares de las asignaturas es de gran importancia la inclusión de un espacio independiente para dicha asignatura, esto debido al amplio espectro que puede tener dicha asignatura con algunas otras presentes en el programa de la licenciatura. Por su parte un 38% de los encuestados (8), se encuentra en la categoría “Respuesta esperada”, pues los mismos argumentaron que el ciclo de profundización debe estar organizado por asignaturas que brinden herramientas ligadas y adaptadas al mundo laboral, así como información teórico – práctica que forme al estudiante hacia los conocimientos que brindan las nuevas tecnologías.

Adicionalmente, se trata como una tecnología capaz de vincularse con el entorno, presentando la solución a problemas globales y la adquisición de conocimientos fundamentales, que se deben llevar al aula de clase, formando así a los estudiantes desde una visión crítica para tomar decisiones que impacten dentro de una sociedad.

Finalmente, los resultados obtenidos alusivos a la formación ciudadana se justifican a lo largo de su ciclo académico cursado y también en otros espacios extracurriculares de diálogo y reflexión, se han logrado fomentar relaciones a diversos campos del saber tecnológico y

científico, es decir, los estudiantes muestran actitudes críticas y reflexivas encaminadas a problemáticas que se encuentran en su entorno, indirectamente relacionadas con la ciencia, sociedad y ambiente. Sin embargo, para profundizar en la argumentación del conocimiento desde la formación ciudadana y su relación con la ciencia y tecnología, es indispensable comprender conceptos científicos sobre la nanotecnología, su campo de acción y riesgos probables, para de esta manera limitar las problemáticas sociales y/o ambientales que pueden tener el manejo de una nueva tecnología.

El plan de estudios de la licenciatura en química de la Universidad Pedagógica Nacional al que los docentes en formación se encuentran participes de esta investigación, presenta espacios académicos tales como seminario de pedagogía y didáctica I, II, III, educación y sociedad, práctica pedagógica y didáctica I y II, y temas transversales en ciencias naturales y educación ambiental, que muestran y promueven la estructuración de conceptos y conocimientos respecto a la formación ciudadana y su vinculación con la ciencia. Por su parte, los resultados asociados con las propiedades y características de los nanocompuestos metálicos, su relación con la salud y el medio ambiente, así como la utilización de los mismos para minimizar la ingesta de conservantes artificiales, son parcialmente adecuados y se requiere una transformación para aportarle al estudiante criterios válidos para que se logren alcanzar el favorecimiento de forma crítica, reflexiva y propositiva en discusiones que presenten dicha relación.

A partir de los resultados obtenidos en el cuestionario de caracterización, se observa el punto de partida para el inicio de la propuesta microcurricular, teniendo como objetivo el favorecimiento de la formación ciudadana y su relación con la nanotecnología, específicamente de la obtención y caracterización de las nanopartículas de cobre.

Se aclara que los ítems que presentaron mayor imparcialidad serán nuevamente evaluados al final para observar si el nivel de formación ciudadana fue favorecido.

8.2.5. Infografía

Se asignó a los grupos de trabajo la elaboración de una infografía sobre un conservante artificial. En ella se plasmó la estructura molecular, reglamentación gubernamental, riesgos

en la salud humana, alimentos en los que se usa y dosis máxima permitida. Desde la elaboración de este material se analizó las implicaciones en la salud, culturales, éticas, ambientales y químicas. Según la rúbrica 2 del Anexo 7 se obtuvieron los siguientes resultados.

Tabla 9 Valoración ítem “orden”

Grupo	Excelente	Bueno	Regular	Deficiente
1	X			
2	X			
3			X	
4	X			
5	X			
6			X	
7	X			

Tabla 10 Valoración ítem “diseño”

Grupo	Excelente	Bueno	Regular	Deficiente
1	X			
2	X			
3			X	
4	X			
5		X		
6	X			
7	X			

Tabla 11 Valoración ítem “contenido”

Grupo	Excelente	Bueno	Regular	Deficiente
1	X			
2		X		
3		X		
4	X			
5		X		
6		X		
7		X		

El primer ítem es “orden” (Tabla 9) a los grupos 1, 2, 4, 5 y 7 se les asignó la valoración de “excelente” puesto que se cumple con los elementos clave de una infografía además de estar debidamente relacionadas las imágenes con el contenido. El grupo 3 y 6 obtuvieron una valoración de “regular” dado que faltaron referencias bibliográficas y que no existía una relación entre las imágenes y el contenido.

El segundo ítem es “diseño” (Tabla 10) a los grupos 1, 2, 4, 6 y 7 tuvieron la valoración de “excelente” pues la distribución del contenido, la combinación de colores y la tipografía de letra era visualmente balanceada, el grupo 5 tuvo una valoración de “bueno”, dado que aunque cumplía con los parámetros de distribución de contenido y la combinación de colores, variaba la tipografía y tamaño de letra de forma significativa y por último el grupo 3 tuvo una valoración de regular pues la infografía presentada era visualmente poco atractiva, no tenían una buena combinación de colores y la tipografía no era la más apropiada.

En cuanto al tercer ítem de “contenido” (Tabla 11) se planteó a partir del objetivo propuesto en la intervención 2 del diseño microcurricular (Anexo 7) el cual es “Analizar las implicaciones en salud, sociales, culturales, éticas, ambientales y químicas”, los requerimientos para realizar el contenido de la infografía era riesgos en la salud, reglamentación gubernamental enlazado con las implicaciones sociales, culturales y ambientales, alimentos en los que se utiliza y su dosis máxima relacionada con implicaciones éticas y por último la composición química del conservante. Teniendo en cuenta la anterior información a los grupos 1, y 4 se les asignó una valoración de “excelente” pues estos cumplen con tener todos los conceptos requeridos relacionados a la problemática trabajada, adicionalmente cuentan con coherencia en la redacción. Los grupos 2, 3, 5, 6 y 7 obtuvieron una calificación de “bueno” dado que no contaban con los contenidos completos en el caso de los grupos 2, 3, 5 y 6 faltó el requerimiento de la dosis máxima permitida, la cual está relacionada a las implicaciones éticas y en el grupo 7 faltaron las reglamentaciones gubernamentales que está enlazada con la mayoría de las implicaciones las cuales son sociales, culturales y ambientales.

8.3. Fase de diseño, implementación y evaluación

8.3.1. Informe de laboratorio

A partir de las intervenciones educativas realizadas, se analizó la CSC, los usos de la nanotecnología y después de realizar de forma práctica la obtención y caracterización de las nanopartículas a partir de datos cuantitativos, se realiza el análisis de los resultados obtenidos y se empalma a los contenidos vistos en clase, con la finalidad de promover el aprendizaje. De esta forma, se realiza el análisis a partir de las discusiones presentadas en el informe de laboratorio por los diferentes grupos de trabajo, donde se realizaron análisis desde lo cuantitativo correspondiente a los resultados de datos del laboratorio y desde un análisis cualitativo se logran enlazar los contenidos vistos.

El grupo 1 y 4 realizaron el análisis cuantitativo correspondiente a la obtención de las nanopartículas y su debido tamaño caracterizado; sin embargo, en ambos casos no realizaron análisis cualitativo.

El grupo 3 realizó un análisis cualitativo desde las nanopartículas de cobre donde mencionaron la capacidad antimicrobiana como una alternativa que se puede implementar en la industria alimentaria por medio de empaques, recubrimientos de alimentos, creación de aditivos con el fin de disminuir los desperdicios alimentarios. Por otro lado, el grupo 7 menciona que capacidad antimicrobiana del cobre que disminuye el riesgo de adquirir enfermedades de transmisión alimentaria debido a la inhibición del crecimiento de microorganismos, ambos grupos mencionan los riesgos potenciales los cuales son daño en el ADN, toxicidad, neurotoxicidad y daño tisular, ninguno de los grupos anteriormente mencionados presento análisis cuantitativo.

El grupo 2 realizó un análisis cuantitativo analizando la reducción del cobre que lleva a la formación de las nanopartículas y como el extracto controla el tamaño que se obtiene, como se pudo analizar esta variación del tamaño en función del pH de los extractos, desde la caracterización espectroscópica realizada a las nanopartículas. En el análisis cualitativo mencionó como esta síntesis es una alternativa sostenible por la capacidad antimicrobiana del cobre desde sus propiedades, la cual también minimiza la contaminación ambiental, sin embargo también resalta la dificultad de reproducibilidad del método por síntesis verde

teniendo en cuenta la variación en la composición de las plantas con las que se trabaja y otra dificultad es la posibilidad de llevar el proceso a gran escala por desafíos en cuanto al rendimiento, uniformidad y eficiencia.

El grupo 5 realizó el análisis cuantitativo desde la concentración de cobre obtenida en las muestras con el extracto solo, no mencionaron nada en cuanto al tamaño de nanopartícula que se obtuvo. En el análisis cualitativo se refirieron a la síntesis verde como una alternativa para producir nanopartículas de cobre, siendo amigable con el ambiente en comparación con aditivos y conservantes artificiales.

Por último, el grupo 6 en el análisis cuantitativo mencionaron la relación del plasmón superficial que se obtiene en el espectro con el tamaño, la forma y la composición de la nanopartícula que se obtiene y en el análisis cualitativo mencionan la importancia de la síntesis verde en la obtención de nanopartículas y su contribución al cuidado del medio ambiente en comparación con otros productos que en su producción contaminan el entorno.

Los grupos 1, 2, 4, y 7 realizaron su análisis cuantitativo, enfocados principalmente en los tamaños de nanopartícula obtenidos, demostrando así una buena comprensión en cuanto a la caracterización que se realizó en la práctica de laboratorio. Para el análisis cualitativo se tuvieron varios aspectos en cuenta, en los grupos 2, 3 y 8 resaltaron la propiedad antimicrobiana del cobre. Los grupos 2, 5 y 7 destacaron el proceso de síntesis verde para la obtención de las nanopartículas. Los grupos 3 y 7 mencionaron los riesgos potenciales que se pueden presentar con el uso de nanopartículas de cobre y por último los grupos 2, 5 y 6 señalaron el beneficio de esta alternativa con el medio ambiente. De esta forma se evidenció una comprensión amplia desde los tópicos y la problemática trabajada en clase.

8.3.2. Caso simulado

La formación ciudadana y la construcción de esta se logra establecer como un puente estudiante – sociedad para que dicho sujeto fuera capaz de reconocer relaciones de distinta índole como le sean presentadas, sea de manera textual u oral, o implícitas en el contexto o ambiente, desarrollando así actitudes favorables hacia la formación ciudadana a partir de relaciones que ya ha construido en algún momento o situación; así como la adquisición de

nuevos conocimientos, que logren llevar al estudiante a el análisis y reflexión de dichos elementos de aprendizaje.

De acuerdo con ello, para este instrumento final, las preguntas planteadas allí se logran relacionar con aquellas que obtuvieron mayor incongruencia a lo esperado en el cuestionario de caracterización y las dimensiones planteadas allí. Adicionalmente se diseñaron dos preguntas que se encargaron de observar el favorecimiento de la formación ciudadana en los estudiantes posterior al desarrollo, diseño, implementación y evaluación de la propuesta microcurricular.

La **primera pregunta** se relaciona con el ítem G de la prueba de caracterización, que corresponde a la *dimensión criticidad*. Desde la dimensión de “criticidad” en los grupos 1, 2, 3 y 4 obtuvieron una valoración de “excelente” pues una vez identificada la problemática, brindaron alternativas viables desde el contexto dado, los grupos 5 y 6 se les asignó una valoración de “regular” pues, aunque identificaron la problemática, no proporcionan soluciones viables y por último el grupo 7 con una valoración “deficiente” debido a que no relacionaron la problemática y por lo tal no plantearon ninguna solución.

La **segunda pregunta** se relaciona con el ítem D que corresponde a las *dimensiones de convivencia y criticidad*. Para la dimensión de convivencia los grupos 1, 2 y 4 con una valoración de “excelente” pues identificaron la problemática, sus consecuencias a futuro y alternativas fundamentadas científicamente. El grupo 6 con una valoración de “bueno” pues, aunque identificó la problemática y sus consecuencias a futuro presentó soluciones poco fundamentadas. Los grupos 3 y 5 con una valoración de “regular” debido a que identificaron la problemática y sus consecuencias, pero no presentaron soluciones desde fundamentos científicos y por último, el grupo 7 con una valoración de “deficiente” pues no identificó la problemática y por lo tanto, no aportó soluciones. En la dimensión de criticidad los grupos 1, 2, 3, 4, 5 y 6 con una valoración de “excelente” considerando que las soluciones planteadas fueron acordes al contexto dado, sin embargo, el grupo 7 tuvo una valoración “deficiente” pues las soluciones no tienen relación con el contexto.

La **tercera pregunta** se relacionaba con el ítem H y M que corresponde a la *dimensión de criticidad y comprobación de hipótesis*. Para la dimensión de criticidad los grupos 1, 3, 4, 5 y 6 tuvieron una valoración “excelente” debido a que las respuestas planteadas son acordes al contexto dado. El grupo 2 tuvo una valoración de “regular” pues no había pertinencia en el contexto y por último el grupo 7 con una valoración “deficiente” pues la respuesta dada no tiene relación con el contexto. Para la comprobación de hipótesis los grupos 1, 3, 4, 5 y 6 con una valoración de “excelente” ya que argumentan su respuesta desde los nuevos conocimientos utilizando evidencias y razonamiento lógico, el grupo 2 con una valoración de “regular” pues en su respuesta no se evidencia argumentos sólidos y por último el grupo 7 tuvo una valoración “deficiente” pues este grupo no realizó ningún tipo de argumentación.

La **cuarta pregunta** relacionada con el ítem C y D corresponde a las *dimensiones de criticidad, comprobación de hipótesis y convivencia*. Para la dimensión de criticidad los grupos 2, 4 y 5 con una valoración “excelente” pues las respuestas dadas evidenciaban soluciones viables, pertinentes y oportunas en cuanto a la problemática. Los grupos 1 y 6 con una valoración de “bueno” debido a que la solución brindada carecía de viabilidad a pesar de ser oportunas y por último los grupos 3 y 7 tuvieron una valoración de “regular” ya que las soluciones dadas presentaban poca pertinencia a la problemática. Para la dimensión de comprobación de hipótesis los grupos 2, 4, 5 con una valoración de “excelente” pues se demostró una comprensión significativa desde la relevancia de los argumentos. Los grupos 1 y 6 con una valoración “bueno” debido a una comprensión adecuada desde la argumentación, el grupo 7 con una valoración de “regular” ya que tiene una poca profundidad de argumentación y para el grupo 3 una valoración “deficiente” pues no se demuestra comprensión significativa. Para la dimensión de convivencia los grupos 1, 2, 4 y 5 con una valoración de “excelente” pues las soluciones dadas las argumentaron desde fundamentos científicos, los grupos 3, 6 y 7 con una valoración “deficiente” pues las soluciones dadas no se argumentaron desde fundamentos científicos y son poco prácticas.

La **pregunta cinco** de este instrumento corresponde a las *dimensiones de convivencia, criticidad y conciencia social*. Los grupos 1, 4 y 5, en cada una de las dimensiones se muestra como “excelente”, comprendiendo la problemática e implementando una serie de alternativas

capaces de solucionar una problemática presente en su entorno, desde un análisis argumentativo y reflexivo. Para los grupos 2, 3 y 6, se presenta una escala “regular” en cuanto a las dimensiones planteadas, esto se debe a que logran identificar la problemática, pero su argumentación no logra ser profunda, ni reflexiva, llevando así a incoherencias en cuanto a las soluciones que se consideren factibles para la comunidad y entorno. Por su parte el grupo 7, carece de todo tipo de análisis, reflexión y conocimiento en cada una de las dimensiones. Finalmente, para esta pregunta se logra observar un favorecimiento en cuanto a la formación ciudadana, ya que los estudiantes identifican una serie de alternativas, las cuales buscan ayudar a la comunidad, tales como el diálogo, la reflexión, la construcción en conjunto de los conocimientos, la educación científica dentro y fuera del aula de clase y la participación ciudadana en este tipo de espacios.

La **pregunta seis**, tuvo relación con el ítem I del cuestionario de caracterización y las *dimensiones de Comprobación de hipótesis y Toma de decisiones y solución de problemas* indica que para los grupos 1, 2 y 4, ambas dimensiones tienen una apreciación “Excelente”, ya que allí los estudiantes argumentan de forma detallada y concisa, los conocimientos adquiridos bajo un aprendizaje y razonamiento lógico, interpretando de forma detallada la teoría brindada en el aula de clase, así como el interés y profundización de dicho conocimiento. El grupo 3, en cuanto a ambas dimensiones se encuentra en la escala “Bueno” explica de forma clara los acontecimientos de la vida cotidiana, sin embargo, no profundiza en la adquisición de sus conocimientos, brindando soluciones coherentes y razonables a partir de evidencia relevante desde el respaldo analítico. Por su parte el grupo 5 tiene una calificación “Regular”, esto se debe a que no profundiza en aspectos que se consideran fundamentales, para la construcción de un supuesto, así como presenta debilidades en cuando al razonamiento y la argumentación reflexiva de los conocimientos. Finalmente, el grupo 6 y 7 se muestran como “Deficiente” esto se debe a que la argumentación sobre nuevos conocimientos es poco clara y coherente, así como la interpretación y reflexión no se logra observar dentro de la respuesta a la pregunta. Así se observa que los estudiantes presentan una postura más clara

Finalmente, la **pregunta 7** tiene relación a las *dimensiones de Convivencia, Criticidad y Conciencia Social*, es así como el grupo 1, se encuentra en la escala “Excelente”, presentando argumentación solida de las alternativas científicas fundamentadas, la profundización de la problemática y la reflexión concreta que llegue a diferentes soluciones de la cuestión presentada. Los grupos 5 y 6 se encuentra en la escala “Bueno”, ya que allí reconocen y entienden las diferentes problemáticas de su entorno, analiza y reflexiona sobre las consecuencias que se encuentran asociadas a las decisiones, sin embargo, no profundiza sobre dichas consecuencias, ni busca alternativas de distinto índole que den respuesta a dicha problemática o cuestión social que se le presente. Los grupos 3, 4 y 7 se encuentran en la escala “Regular”, la cual indica que allí se observa una comprensión del problema presentando una serie de limitaciones científicas, reflexivas y de comprensión del espectro. Allí es de gran importancia profundizar en la reflexión y análisis del contratiempo, para proponer de forma solida la construcción del conocimiento en cuando al espectro presente, por último, el grupo 2 se encuentra con una calificación “Deficiente”, ya que en cuanto a la construcción coherente de una argumentación de la pregunta se logró evidenciar una comprensión incompleta del problema, así como limitaciones al momento de presentar alternativas que mitiguen la problemática. Es así como se logran observar dificultades con algunos grupos, al momento de argumentar, analizar y reflexionar sobre las problemáticas que los aquejan, comprendiendo en cierta manera las cuestiones socioambientales que puede presentar, la conciencia social que los lleva a la toma de decisiones concisas, coherentes y beneficiosas para su entorno social.

9. Conclusiones

La enseñanza de la química y de las ciencias afines debe llevarse a la ambientalización curricular, teniendo en cuenta las diferentes competencias que se pueden presentar para la formación de profesores en ciencias, esta ambientalización involucra al estudiante, al docente y al currículo; En este sentido la formación de futuros docentes debe abarcar una educación articulada a los fenómenos actuales, logrando así un aprendizaje crítico, reflexivo y contextualizado, iniciando desde el contexto donde se encuentra el sujeto para que de esta manera trascienda hacia una mirada global.

Es así como, este trabajo tuvo como objetivo general analizar la ambientalización curricular como favorecedor de la formación ciudadana de un grupo de estudiantes de Sistemas orgánicos II, del programa curricular de Licenciatura en Química de la UPN, al implementar un diseño microcurricular desde las nanopartículas de cobre por síntesis verde en la industria de alimentos. A partir de esta investigación desde la ambientalización curricular, surgió el objetivo específico de esta investigación relacionado con caracterizar la ambientalización curricular de un grupo de estudiantes de Sistemas orgánicos II, del programa curricular de Licenciatura en Química de la UPN, en este sentido, se evidencia una ausencia de la formación ciudadana y la ambientalización del currículo a profundidad en la formación de licenciados en química, esta ausencia, lleva a la educación al aspecto mecanicista de la misma, generando un sesgo en el conocimiento de las problemáticas ambientales presentes en la actualidad y como los estudiantes no presentan soluciones claras a dichas problemáticas, ya que no presentan una interdisciplinariedad.

Es así como se analizó el syllabus de la asignatura Sistemas Orgánicos II, el cual nos lleva a nuestro segundo objetivo específico de diseñar, implementar y evaluar una propuesta microcurricular desde las nanopartículas de cobre por síntesis verde en la industria de alimentos, que favorezca la formación ciudadana de un grupo de estudiantes de Sistemas Orgánicos II, del programa de la Lic. en Química de la UPN, mediante dicha implementación se presentó relevancia en cuanto a un favorecimiento óptimo de la formación ciudadana, esto observándose en el fortalecimiento de dimensiones tales como las relaciones críticas, reflexivas y argumentativas del aprendizaje de conceptos químicos, así como una construcción teórico – práctica de nuevos conocimientos ligados a dicha licenciatura, los cuales reflejan una alta relevancia en la construcción de posturas críticas y argumentativas sólidas que llevan al ciudadano a la participación activa de su entorno, la formación cultural, ética y política, considerándolo así un ciudadano correctamente formado.

Finalmente, de acuerdo con dicha implementación cabe resaltar la comprensión conceptual científica referente a una problemática o controversia ayuda al crecimiento del fenómeno científico, tecnológico, social, ambiental y cultural que se desarrolla en un contexto específico, favoreciendo la formación ciudadana, desde sus respectivas dimensiones, las

cuales se encuentran completamente ligadas y en busca de una construcción a fin de lo que se conoce como una ciencia ciudadana y una ciudadanía ambiental.

10. Recomendaciones

- Tener en cuenta el tiempo que se requerirá para las intervenciones educativas y las actividades que se planteen en el diseño microcurricular. Es importante teniendo en cuenta la comprensión del contenido a la que se plantea llegar.
- Realizar un análisis del sulfato de cobre pentahidratado ya que, al ser un compuesto higroscópico, si ha retenido humedad del ambiente, puede generar resultados con poca confiabilidad.
- Realizar la caracterización de las nanopartículas por otros equipos como lo son la microscopia electrónica de transmisión (MET) la cual se utiliza para conocer la morfología de las partículas y su tamaño o la difracción de rayos X (DRX) que se utiliza para determinar la estructura cristalina de las nanopartículas.

11. Referencias

- Arias, J. (2020). Estrategia didáctica: desarrollo de habilidades de pensamiento en la enseñanza de fenoles a partir de la lignina. *[Tesis de pregrado, Universidad Pedagógica Nacional]*.
- Arroyave, M. (2004). La lenteja de agua (*Lemna minor* L.): Una planta acuática promisorio. *Revista EIA*(1), 33-38.
- Betancourt, M. (2016). Currículo y educación ambiental para el desarrollo sostenible en la formación inicial del profesorado. *Revista: Atenas, Vol. 2((34))*, Pp. 42-54.
<https://www.redalyc.org/journal/4780/478054643004/html/>
- Blonder, R., & Dinur, R. (2011). Teaching nanotechnology using student-centered pedagogy for increasing student's continuing motivación. *Nnao Educ*, 3, 51-61.
- Blonder, R., & Sakhnini, S. (2018). Finding the connections between a high-school chemistry curriculum and nano science and technology. *Chemistry Education Research and Practice*.

- Bravo, M. (2021). Ambientalización curricular. El Covid-19, nuevos énfasis para la educación. *Praxis & Saber*, 12 (28), 1-15.
https://revistas.uptc.edu.co/index.php/praxis_saber/article/view/11468/10172
- Camargo, N. (2016). Global Citizenship Concepts in the Curriculum of Colombia: Analysis and Initial Recommendations: Situational Analysis Report of Colombia. Ginebra, OIE-UNESCO.
- Castro, A., & Ramírez, R. (2013). Enseñanza de las ciencias naturales para el desarrollo de competencias científicas. *Revista: Amazonia investiga*, 2(3), 30-53.
<https://amazoniainvestiga.info/index.php/amazonia/article/view/646/607>
- Chaux, E., Lleras, J., & Velásquez, A. (2004). Competencias ciudadanas de los estándares al aula: una propuesta de integración a las áreas académicas.
- Coya, M. (2001). La ambientalización de la Universidad. [*Tesis doctoral, Universidad de Santiago de Compostela*].
- Dieleman, H. (2007). Cleaner production and innovation theory. Social experiments as a new model to engage in cleaner production. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 23(2), 79-94. .
- Durkheim, E. (1972). La educación moral. Schapire, Argentina.
- Escobar-Pérez, J., & Cuervo-Martinez, A. (2008). Validez de contenido y juicio de expertos: Una aproximación a su utilización. *Avances en medición*, 6, 27-36.
- Fernández, A., Rodríguez, F., López, L., & Solís, E. (2022). Alfabetización ambiental en la formación inicial docente: diseño y validación de un cuestionario. *Enseñanza de las ciencias*, Vol. 40(1), Pp. 25-46. <https://ensciencias.uab.cat/article/view/v40-n1-guerrero-rodriguez-lopez/3517-pdf-es>
- Filho, W. (2015). *Transformative approaches to sustainable development at universities*. Suiza: Springer International Publishing.

- García, J. (2022). Efecto en el crecimiento de patógenos de transmisión alimentaria, y su relación con el contenido en minerales esenciales, de condimentos y verduras de la dieta mediterránea. *[Tesis doctoral, Universidad de Granada]*.
- Gómez, M. (2018). Nanomateriales, nanopartículas y síntesis verde. *Revista Repertorio de Medicina y Cirugía*, 27(2), 75-80.
- González, E., & Arias, M. (2009). La educación ambiental institucionalizada: actos fallidos y horizontes de posibilidad. *Perfiles educativos*, XXXI(124), 58-68.
- Guajardo, J. (2013). Síntesis de nanopartículas de cobre mediante novedosa ruta química. *Centro de investigación en materiales avanzados, S. C.*
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. (2018). Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta.
- Herrera, J., & R, T. (2022). Formación ciudadana en Colombia: Una propuesta para la práctica pedagógica en docentes de Básica primaria. *Caminos educativos*, 9(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.36436/22564527.478>
- Jonapá-Hernández, F., Ruiz-Lau, N., Ruiz-Valdivieso, F., & Guitiérrez-Miceli, A. (2020). Síntesis de fitonanopartículas de cobre, una opción más amigables con el medio ambiente. *BioTecnología*, 24(2), 58-68.
- Macdonald, M. (2015). Sustainability and science education: modes of pedagogic practice. *European science education research association: The ESERA*, 9(9), 1338-1349.
- Martínez, L., & Parga, D. (2013). La emergencia de las cuestiones sociocientíficas en el enfoque CTSA. *Góndola*, 8(1), 23-35.
- Mejía, R. (2023). Aritculación de la formación ciudadana en el currículo de educación básica primaria. *[Tesis doctoral, Universidad del norte]*.
- Ministerio de Ambiente, v. y., & nacional, M. d. (2002). Política Nacional de Educación Ambiental.

- Mora, W. (2012). Ambientalización curricular en la educación superior: un estudio cualitativo de las ideas del profesorado. *Profesorado: Revista de currículo y formación del profesorado*, 6(2), 77-103.
- Mora, W. (2015). Desarrollo de capacidades y formación en competencias ambientales en el profesorado de ciencias. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 1(38), 185-203.
- Morales, A., Alpízar, M., & Alfaro, A. (2015). Caracterización y desarrollo de la competencia de ciudadanía en la formación de docentes de matemáticas de secundaria. *Matemática, Educación e Internet*, 16(2).
- Muñoz, N. (2020). La controversia entre las visiones de mundo ptolemaica y galileana: una manera de articular la formación en ciencias y la formación ciudadana por medio de reflexiones metacientíficas. [Tesis de maestría, Universidad de Antioquia].
- Palomares, E. (2022). Síntesis verde de compuesto de nanopartículas de hierro-cobre. [Tesis de Postgrado, Tecnológico Nacional de México].
- Parga, D., & Carvalho, W. (2019). A pesquisa sobre ambientalização curricular. *revista Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 46, 39-56.
<http://www.scielo.org.co/pdf/ted/n46/0121-3814-ted-46-39.pdf>
- Pariona, N., Hermida, L., Enriquez, A., Sanchez, D., Carrión, G., Lopez, D., . . . Duran, Z. (2018). Síntesis de nanopartículas de cobre para el control de hongos fitopatógenos. *Revista ECI Perú*, 15(2), 109-116.
<https://doi.org/https://doi.org/10.33017/RevECIPeru2018.0017/>
- Pinzón, D. (2022). Ambientalización de los contenidos digitales de química y educación ambiental de los grados 6 a 11 en la plataforma colombiana apende. [Tesis de maestría, Universidad Pedagógica Nacional].
<http://repository.pedagogica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12209/18296/Ambientalizaci%C3%B3n%20de%20los%20contenidos%20digitales%20de%20qu%C3%A1mica%20y%20educaci%C3%B3n%20ambiental%20de%20los%20grados%206%20a%2011%20en%20la%20plataforma%20Colombiana%20Apende>

- Quintero, L., Riaño, O., & Sotelo, M. (2022). Ambientalización curricular para la ciudadanía y sustentabilidad ambiental. Análisis de criterios desde la licenciatura en química. *[Tesis de pregrado, Universidad pedagógica Nacional]* Repositorio Universidad Pedagógica Nacional.
<http://repositorio.pedagogica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12209/17869/AMBIENTALIZACI%c3%93N%20CURR.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Quintili, M. (2012). Nanociencia y nanotecnología... Un mundo pequeño. *Centro de estudios en diseño y comunicación*, pp. 125-155.
http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1853-35232012000400010
- Ramos, C. (2017). Grado en Ingeniería Química Memoria y Anexos.
- Riquelme, S. (2016). Global Citizenship Concepts in the Curriculum of Colombia: Analysis an Initial Recommendations. Ginebra: OIE-UNESCO.
- Rubiano, D. (2014). Secuencia de enseñanza - aprendizaje relacionada con la síntesis y uso de nano-partículas magnéticas de hierro para fomentar el establecimiento de relaciones CTSA en el campo de investigación de la nanotecnología. *[Tesis de pregrado, Universidad Pedagógica Nacional]* Repositorio Universidad Pedagógica Nacional.
<http://repositorio.pedagogica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12209/2281/TE-16750.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Sánchez, A., & Duque, J. (2015). Guía metodológica experimental demostrativa para docentes de química de grados 10 y 11 del colegio Agustín Nieto Caballero del municipio de Dosquebradas, Risaralda. *[Tesis Doctoral, Universidad Tecnológica de Pereira]*. <https://repositorio.utp.edu.co/server/api/core/bitstreams/9d442cbb-3056-406b-99e1-da57e55cbe0e/content>
- Sanchez, M. (2017). Nanopartículas de plata: preparación, caracterización y propiedades con aplicación en inocuidad de los alimentos. *[Tesis de maestría, Universidad Nacional de Educación a Distancia]*.

- Skjong, R., & Wentworth, B. (2000). Expert Judgement and risk perception.
- Solís, J. (2022). Formación ciudadana y cívica en docentes y estudiantes de secundaria en Perú. *Revista Conrado*, 18(84), 324-331.
- Taboada, N. (2017). El zinc y el cobre: micronutrientes esenciales para la salud humana. *Acta médica del centro*, 11(2), 79-89.
- Vargas, X. (2011). *¿Cómo hacer investigación cualitativa?* Jalisco, México: ETXETA.
- Vazquez, R., & Takeuchi, N. (2017). Enseñanza de la nanotecnología en educación secundaria: Teoría y práctica. *Revista de Física: Momento*, 54E, 38-50.

12. Anexos

Anexo 1. Validación por par académico 1

Estudiantes: *Geraldine Coronel Contreras, David Leonardo Villanueva Torres*

Directoras del trabajo de grado: *Dora Luz Gómez Aguilar, Diana Lineth Parga Lozano*

Universidad Pedagógica Nacional
Facultad de Ciencia y Tecnología: Departamento de Química

Trabajo de grado: Propuesta ambientalizada en la formación inicial de licenciados en química: el caso de la obtención de nanopartículas de cobre desde la síntesis verde en alimentos

Instrumento para validación por pares académicos

Estimado(a) docente, el trabajo evaluativo que usted realizará proporcionará información valiosa al desarrollo del trabajo de grado titulado: **PROPUESTA AMBIENTALIZADA EN LA FORMACIÓN INICIAL DE LICENCIADOS EN QUÍMICA: EL CASO DE LA OBTENCIÓN DE NANOPARTÍCULAS DE COBRE DESDE LA SÍNTESIS VERDE EN ALIMENTOS**, para optar por el título de Licenciado en Química de la Universidad Pedagógica Nacional.

Datos del docente:

Nombre y Apellidos	Evaluador 1
Título(s) de pregrado en	Licenciada en Química
Título(s) de posgrado en	Magíster en Docencia de la Química
Programa en el que labora actualmente	Licenciatura en Química y Maestría en Docencia de la Química como profesional del Laboratorio
Correo de contacto	xxxxxxx@pedagogica.edu.co

Experiencia laboral:

Años totales de experiencia laboral	11 años
Cargo actual	Profesional del Laboratorio de Química

Este instrumento (Cuestionario de conocimientos previos) tiene como objetivo general determinar el conocimiento de los estudiantes con respecto a la nanotecnología, su transversalidad con la formación ciudadana, el desarrollo, evolución, aplicación y conocimiento en la ciencia química, así como la relación que presentan los conservantes

con las afecciones a la salud humana y el daño medio ambiental.

Para las dimensiones correspondientes a la formación ciudadana se tomaron de Morales et al. (2015). En su artículo “*Caracterización y desarrollo de la competencia de ciudadanía en la formación de docentes de matemáticas de secundaria*”; según los autores la formación ciudadana obedece a características que debe tener un buen ciudadano, respecto a la “Convivencia”, “Crítica” y “Conciencia social”. Sin embargo, para evaluar los conceptos previos, de acuerdo con la temática de nanotecnología, los indicadores fueron propuestos según Arias (2020). En la tesis “*Estrategia didáctica: Desarrollo de habilidades de pensamiento en la enseñanza de fenoles a partir de la lignina*”, se estipula la “habilidad de análisis de argumentos” y “habilidad de comprobación de hipótesis”, las cuales fueron adaptadas para tomarse como dimensiones con sus respectivos indicadores.

Para la construcción de la rúbrica de este instrumento, se toma lo planteado por Escobar y Cuervo (2008) denominado “*Validez de contenido y juicio de expertos: una aproximación a su utilización*”. En este se tienen en cuenta algunas categorías propuestas en el documento, las cuales ayudan a clasificar los conocimientos y obstáculos que presenta el estudiante. Con base en ello, se le solicita evaluar de manera general el instrumento con respecto a las categorías enlistadas. Para ello debe asignar una valoración dentro de la escala de 1 a 4, donde 4 corresponde a un alto nivel y 1 al no cumplimiento del criterio.

Tabla 1. Dimensiones e indicadores por evaluar

Dimensión	Ítem	Indicador
Convivencia	A, B, D, E	Capacidad de la ciencia para evitar problemas futuros a la humanidad
Crítica	A, B, C, F, H	Capacidad para opinar sobre un tema o situación que aqueja a la sociedad
	D, G, J, L	Reconoce diferentes alternativas para buscar soluciones viables a un problema real
Conciencia social	E, 6	Ser responsable al tomar sus decisiones y a la hora de actuar
Comprobación de hipótesis	3, C, H, M	Capacidad de explicar o predecir y reflexionar sobre los acontecimientos de la vida cotidiana
	5, I, J, K, L	Adquisición y argumentación de nuevos conocimientos
Toma de decisiones y solución de problemas	4, I, K, 2	Capacidad de razonamiento a partir de ciertos datos

Nota. Tomado y adaptado de: Morales et al. (2015, p. 4) y Arias (2020, p. 15-16).

Tabla 2. Categorías, indicadores y clasificación a tener en cuenta

Categoría	Clasificación	Indicador
Suficiencia Los ítems que pertenecen a una misma dimensión bastan para obtener la medición de esta.	1. No cumple con el criterio	Los ítems no son suficientes para medir la dimensión.
	2. Bajo nivel	Los ítems miden algún aspecto de la dimensión, pero no corresponden con la dimensión total.
	3. Moderado nivel	Se deben incrementar algunos ítems para poder evaluar la dimensión completamente.
	4. Alto nivel	Los ítems son suficientes.
Claridad El ítem se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas.	1. No cumple con el criterio	El ítem no es claro.
	2. Bajo nivel	El ítem requiere bastantes modificaciones o una modificación muy grande en el uso de las palabras de acuerdo con su significado o por la ordenación de estas.
	3. Moderado nivel	Se requiere una modificación muy específica de algunos de los términos del ítem.
	4. Alto nivel	El ítem es claro, tiene semántica y sintaxis adecuada.
Coherencia El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicar que está midiendo	No cumple con el criterio	El ítem no tiene relación lógica con la dimensión.
	Bajo nivel	El ítem tiene una relación secundaria con la dimensión
	Moderado nivel	El ítem tiene una relación moderada con la dimensión que está midiendo
	Alto nivel	El ítem se encuentra completamente relacionado con la dimensión que está midiendo.
Relevancia El ítem es esencial o importante, es decir debe ser incluido.	1. No cumple con el criterio	El ítem puede ser eliminado sin que se vea afectada la medición de la dimensión
	2. Bajo nivel	El ítem tiene alguna relevancia, pero otro ítem puede estar incluyendo lo que mide este.
	3. Moderado nivel	El ítem es relativamente importante.

	4. Alto nivel	El ítem es muy relevante y debe ser incluido
--	---------------	--

Nota. tomado de: Escobar y Cuervo (2008, p. 35).

Tabla 3. Rúbrica de validación

Dimensión	ítem	Suficiencia	Coherencia	Relevancia	Claridad
Convivencia	A	4	4	4	4
	B	4	4	4	4
	D	4	4	4	4
	E	4	4	4	4
Crítica	A	3	4	4	4
	B	4	4	4	4
	C	3	3	3	4
	D	3	3	3	4
	F	4	4	4	4
	H	4	4	4	4
	I	4	4	4	4
	J	3	4	4	4
	L	4	4	4	4
Conciencia social	E	4	4	4	4
	6	3	4	3	4
Comprobación de hipótesis	3	4	4	4	3
	5	3	4	4	3
	C	4	4	3	4
	H	4	4	4	4
	I	4	4	4	4
	J	4	4	4	4
	K	4	4	4	4
	L	4	4	4	4
	M	4	4	4	4
Toma de decisiones y solución de problemas	4	4	4	4	4
	I	4	4	4	4
	K	4	4	4	3
	2	4	4	4	4

Nota tomado de: Escobar y Cuervo (2008, p. 36).

Finalmente, teniendo en cuenta el rol colaborador, es de gran importancia para nosotros conocer comentarios adicionales de su parte que pudieron surgir durante el uso de la herramienta e incluso, el diligenciamiento del presente instrumento.

Nombre del evaluador:	Evaluador 1	Firma:	
Comentarios adicionales	No sé hasta qué punto en la tabla de categorías podría dejarse enunciado en vez de ítem, lo dejo a criterio de ustedes chicos. Los felicito es un tema poco enunciado en el departamento a pesar de que ha habido dos trabajos importantes, pero el enfoque de ustedes es muy innovador frente al uso de la nanotecnología en los alimentos además de controversial en la industria que permite ampliar desde la química, la medicina y la industria alimentaria dejando una enseñanza a nivel de conciencia no solo a nivel de salud sino también ambiental.		

Anexo 2. Validación por par académico 2

Estudiantes: *Geraldine Coronel Contreras, David Leonardo Villanueva Torres*
 Directoras del trabajo de grado: *Dora Luz Gómez Aguilar, Diana Lineth Parga Lozano*

Universidad Pedagógica Nacional
Facultad de Ciencia y Tecnología: Departamento de Química

Trabajo de grado: Propuesta ambientalizada en la formación inicial de licenciados en química: el caso de la obtención de nanopartículas de cobre desde la síntesis verde en alimentos

Instrumento para validación por pares académicos

Estimado(a) docente, el trabajo evaluativo que usted realizará proporcionará información valiosa al desarrollo del trabajo de grado titulado: **PROPUESTA AMBIENTALIZADA EN LA FORMACIÓN INICIAL DE LICENCIADOS EN QUÍMICA: EL CASO DE LA OBTENCIÓN DE NANOPARTÍCULAS DE COBRE DESDE LA SÍNTESIS VERDE EN ALIMENTOS**, para optar por el título de Licenciado en Química de la Universidad Pedagógica Nacional.

Datos del docente:

Nombre y Apellidos	Evaluador 2
--------------------	-------------

Título(s) de pregrado en	Licenciado en Química de la UPN-Colombia
Título(s) de posgrado en	Magister en Química de la UNL-Argentina
Programa en el que labora actualmente	Becario Doctoral de CONICET en la FIQ-UNL Argentina
Correo de contacto	xxxxxxx@gmail.com

Experiencia laboral:

Años totales de experiencia laboral	6 años
Cargo actual	Becario Doctoral de CONICET en la FIQ-UNL Argentina

Este instrumento (Cuestionario de conocimientos previos) tiene como objetivo general determinar el conocimiento de los estudiantes con respecto a la nanotecnología, su transversalidad con la formación ciudadana, el desarrollo, evolución, aplicación y conocimiento en la ciencia química, así como la relación que presentan los conservantes con las afecciones a la salud humana y el daño medio ambiental.

Para las dimensiones correspondientes a la formación ciudadana se tomaron de Morales et al. (2015). En su artículo “*Caracterización y desarrollo de la competencia de ciudadanía en la formación de docentes de matemáticas de secundaria*”; según los autores la formación ciudadana obedece a características que debe tener un buen ciudadano, respecto a la “Convivencia”, “Crítica” y “Conciencia social”. Sin embargo, para evaluar los conceptos previos, de acuerdo con la temática de nanotecnología, los indicadores fueron propuestos según Arias (2020). En la tesis “*Estrategia didáctica: Desarrollo de habilidades de pensamiento en la enseñanza de fenoles a partir de la lignina*”, se estipula la “habilidad de análisis de argumentos” y “habilidad de comprobación de hipótesis”, las cuales fueron adaptadas para tomarse como dimensiones con sus respectivos indicadores.

Para la construcción de la rúbrica de este instrumento, se toma lo planteado por Escobar y Cuervo (2008) denominado “*Validez de contenido y juicio de expertos: una aproximación a su utilización*”. En este se tienen en cuenta algunas categorías propuestas en el documento, las cuales ayudan a clasificar los conocimientos y obstáculos que presenta el estudiante. Con base en ello, se le solicita evaluar de manera general el instrumento con respecto a las categorías enlistadas. Para ello debe asignar una valoración dentro de la escala de 1 a 4, donde 4 corresponde a un alto nivel y 1 al no cumplimiento del criterio.

Tabla 1. Dimensiones e indicadores por evaluar

Dimensión	ítem	Indicador
Convivencia	A, B, D, E	Capacidad de la ciencia para evitar problemas futuros a la humanidad
Crítica	A, B, C, F, H	Capacidad para opinar sobre un tema o situación que aqueja a la sociedad
	D, G, J, L	Reconoce diferentes alternativas para buscar soluciones viables a un problema real
Conciencia social	E, 6	Ser responsable al tomar sus decisiones y a la hora de actuar
Comprobación de hipótesis	3, C, H, M	Capacidad de explicar o predecir y reflexionar sobre los acontecimientos de la vida cotidiana
	5, I, J, K, L	Adquisición y argumentación de nuevos conocimientos
Toma de decisiones y solución de problemas	4, I, K, 2	Capacidad de razonamiento a partir de ciertos datos

Nota. Tomado y adaptado de: Morales et al. (2015, p. 4) y Arias (2020, p. 15-16).

Tabla 2. Categorías, indicadores y clasificación a tener en cuenta

Categoría	Clasificación	Indicador
Suficiencia Los ítems que pertenecen a una misma dimensión bastan para obtener la medición de esta.	1. No cumple con el criterio	Los ítems no son suficientes para medir la dimensión.
	2. Bajo nivel	Los ítems miden algún aspecto de la dimensión, pero no corresponden con la dimensión total.

	3. Moderado nivel	Se deben incrementar algunos ítems para poder evaluar la dimensión completamente.
	4. Alto nivel	Los ítems son suficientes.
Claridad El ítem se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas.	1. No cumple con el criterio	El ítem no es claro.
	2. Bajo nivel	El ítem requiere bastantes modificaciones o una modificación muy grande en el uso de las palabras de acuerdo con su significado o por la ordenación de estas.
	3. Moderado nivel	Se requiere una modificación muy específica de algunos de los términos del ítem.
	4. Alto nivel	El ítem es claro, tiene semántica y sintaxis adecuada.
Coherencia El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicar que está midiendo	No cumple con el criterio	El ítem no tiene relación lógica con la dimensión.
	Bajo nivel	El ítem tiene una relación secundaria con la dimensión
	Moderado nivel	El ítem tiene una relación moderada con la dimensión que está midiendo
	Alto nivel	El ítem se encuentra completamente relacionado con la dimensión que está midiendo.
Relevancia El ítem es esencial o importante, es decir debe ser incluido.	1. No cumple con el criterio	El ítem puede ser eliminado sin que se vea afectada la medición de la dimensión
	2. Bajo nivel	El ítem tiene alguna relevancia, pero otro ítem puede estar incluyendo lo que mide este.
	3. Moderado nivel	El ítem es relativamente importante.
	4. Alto nivel	El ítem es muy relevante y debe ser incluido

Nota. tomado de: Escobar y Cuervo (2008, p. 35).

Tabla 3. Rubrica de validación

Dimensión	ítem	Suficiencia	Coherencia	Relevancia	Claridad
Convivencia	A	3	4	4	4
	B	4	4	3	3
	D	4	4	4	4
	E	4	4	4	4
Criticidad	A	4	4	4	4
	B	4	4	4	4
	C	4	4	4	4
	D	3	3	4	4
	F	4	4	4	4
	H	4	4	4	4
	I	4	4	4	4
	J	4	4	3	4
	L	4	4	4	4
Conciencia social	E	4	4	4	4
	6	4	4	4	4
Comprobación de hipótesis	3	4	4	4	4
	5	4	4	4	4
	C	4	4	4	4
	H	4	4	4	4
	I	4	4	4	3
	J	4	4	4	4
	K	4	4	4	4
	L	4	4	4	4
	M	4	4	4	4
Toma de decisiones y solución de problemas	4	4	4	4	4
	I	4	3	4	4
	K	3	4	4	4
	2	4	4	4	4

Nota. tomado de: Escobar y Cuervo (2008, p. 36).

Finalmente, teniendo en cuenta el rol colaborador, es de gran importancia para nosotros conocer comentarios adicionales de su parte que pudieron surgir durante el uso de la herramienta e incluso, el diligenciamiento del presente instrumento.

Nombre del evaluador:	Evaluador 2	Firma:	
Comentarios adicionales			

Anexo 3. Validación por par académico 3

Estudiantes: *Geraldine Coronel Contreras, David Leonardo Villanueva Torres*

Directoras del trabajo de grado: *Dora Luz Gómez Aguilar, Diana Lineth Parga Lozano*

Universidad Pedagógica Nacional
Facultad de Ciencia y Tecnología: Departamento de Química

Trabajo de grado: Propuesta ambientalizada en la formación inicial de licenciados en química: el caso de la obtención de nanopartículas de cobre desde la síntesis verde en alimentos

Instrumento para validación por pares académicos

Estimado(a) docente, el trabajo evaluativo que usted realizará proporcionará información valiosa al desarrollo del trabajo de grado titulado: **PROPUESTA AMBIENTALIZADA EN LA FORMACIÓN INICIAL DE LICENCIADOS EN QUÍMICA: EL CASO DE LA OBTENCIÓN DE NANOPARTÍCULAS DE COBRE DESDE LA SÍNTESIS VERDE EN ALIMENTOS**, para optar por el título de Licenciado en Química de la Universidad Pedagógica Nacional.

Datos del docente:

Nombre y Apellidos	Evaluador 3
Título(s) de pregrado en	LICENCIADO EN QUÍMICA
Título(s) de posgrado en	MAGISTER EN DOCENCIA DE LA QUÍMICA
Programa en el que labora actualmente	CIENCIAS BASICAS – UNIVERSIDAD ECCI
Correo de contacto	xxxxxxxxx@ECCI.EDU.CO

Experiencia laboral:

Años totales de experiencia laboral	5 AÑOS
Cargo actual	DOCENTE DE PLANTA – QUÍMICA

Este instrumento (Cuestionario de conocimientos previos) tiene como objetivo general determinar el conocimiento de los estudiantes con respecto a la nanotecnología, su transversalidad con la formación ciudadana, el desarrollo, evolución, aplicación y conocimiento en la ciencia química, así como la relación que presentan los conservantes con las afecciones a la salud humana y el daño medio ambiental.

Para las dimensiones correspondientes a la formación ciudadana se tomaron de Morales et al. (2015). En su artículo “*Caracterización y desarrollo de la competencia de ciudadanía en la formación de docentes de matemáticas de secundaria*”; según los autores la formación ciudadana obedece a características que debe tener un buen ciudadano, respecto a la “Convivencia”, “Crítica” y “Conciencia social”. Sin embargo, para evaluar los conceptos previos, de acuerdo con la temática de nanotecnología, los indicadores fueron propuestos según Arias (2020). En la tesis “*Estrategia didáctica: Desarrollo de habilidades de pensamiento en la enseñanza de fenoles a partir de la lignina*”, se estipula la “habilidad de análisis de argumentos” y “habilidad de comprobación de hipótesis”, las cuales fueron adaptadas para tomarse como dimensiones con sus respectivos indicadores.

Para la construcción de la rúbrica de este instrumento, se toma lo planteado por Escobar y Cuervo (2008) denominado “*Validez de contenido y juicio de expertos: una aproximación a su utilización*”. En este se tienen en cuenta algunas categorías propuestas en el documento, las cuales ayudan a clasificar los conocimientos y obstáculos que presenta el estudiante. Con base en ello, se le solicita evaluar de manera general el instrumento con respecto a las categorías enlistadas. Para ello debe asignar una valoración dentro de la escala de 1 a 4, donde 4 corresponde a un alto nivel y 1 al no cumplimiento del criterio.

Tabla 1. Dimensiones e indicadores por evaluar

Dimensión	ítem	Indicador
Convivencia	A, B, D, E	Capacidad de la ciencia para evitar problemas futuros a la humanidad
Crítica	A, B, C, F, H	Capacidad para opinar sobre un tema o situación que aqueja a la sociedad
	D, G, J, L	Reconoce diferentes alternativas para buscar soluciones viables a un problema real
Conciencia social	E, 6	Ser responsable al tomar sus decisiones y a la hora de actuar
Comprobación de hipótesis	3, C, H, M	Capacidad de explicar o predecir y reflexionar sobre los acontecimientos de la vida cotidiana
	5, I, J, K, L	Adquisición y argumentación de nuevos conocimientos

Toma de decisiones y solución de problemas	4, I, K, 2	Capacidad de razonamiento a partir de ciertos datos
---	------------	--

Nota. Tomado y adaptado de: Morales et al. (2015, p. 4) y Arias (2020, pp. 15-16).

Tabla 2. Categorías, indicadores y clasificación a tener en cuenta

Categoría	Clasificación	Indicador
Suficiencia Los ítems que pertenecen a una misma dimensión bastan para obtenerla medición de esta.	1. No cumple con el criterio	Los ítems no son suficientes para medir la dimensión.
	2. Bajo nivel	Los ítems miden algún aspecto de la dimensión, pero no corresponden con la dimensión total.
	3. Moderado nivel	Se deben incrementar algunos ítems para poder evaluar la dimensión completamente.
	4. Alto nivel	Los ítems son suficientes.
Claridad El ítem se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas.	1. No cumple con el criterio	El ítem no es claro.
	2. Bajo nivel	El ítem requiere bastantes modificaciones o una modificación muy grande en el uso de las palabras de acuerdo con su significado o por la ordenación de estas.
	3. Moderado nivel	Se requiere una modificación muy específica de algunos de los términos del ítem.
	4. Alto nivel	El ítem es claro, tiene semántica y sintaxis adecuada.
Coherencia El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicar que está midiendo	No cumple con el criterio	El ítem no tiene relación lógica con la dimensión.
	Bajo nivel	El ítem tiene una relación secundaria con la dimensión
	Moderado nivel	El ítem tiene una relación moderada con la dimensión que está midiendo
	Alto nivel	El ítem se encuentra completamente relacionado con la dimensión que está midiendo.
Relevancia El ítem es esencial o importante, es decir debe ser incluido.	5. No cumple con el criterio	El ítem puede ser eliminado sin que se vea afectada la medición de la dimensión
	6. Bajo nivel	El ítem tiene alguna relevancia, pero otro ítem puede estar incluyendo lo que mide este.
	7. Moderado nivel	El ítem es relativamente importante.

	8. Alto nivel	El ítem es muy relevante y debe ser incluido
--	---------------	--

Nota. tomado de: Escobar y Cuervo (2008, p. 35).

Tabla 3. Rubrica de validación

Dimensión	ítem	Suficiencia	Coherencia	Relevancia	Claridad
Convivencia	A	4	3	4	3
	B	3	2	3	2
	D	3	2	3	2
	E	4	3	4	3
Criticidad	A	3	3	4	3
	B	4	3	4	3
	C	3	2	3	2
	D	4	3	4	3
	F	4	3	4	3
	H	4	3	4	3
	I	4	2	4	2
	J	4	2	3	2
	L	4	3	4	3
Conciencia social	E	4	3	4	3
	6	4	3	4	3
Comprobación de hipótesis	3	1	1	1	1
	5	2	2	2	2
	C	4	3	4	3
	H	4	3	4	3
	I	4	3	4	3
	J	4	3	4	3
	K	4	3	4	3
	L	4	3	4	3
	M	4	3	4	3
Toma de decisiones y solución de problemas	4	4	3	4	3
	I	4	3	4	3
	K	4	3	4	3
	2	1	1	1	1

Nota. tomado de: Escobar y Cuervo (2008, p. 36).

Finalmente, teniendo en cuenta el rol colaborador, es de gran importancia para nosotros conocer comentarios adicionales de su parte que pudieron surgir durante el uso de la herramienta e incluso, el diligenciamiento del presente instrumento.

Nombre del evaluador:	Evaluador 3	Firma:	
Comentarios adicionales	El instrumento debe mejorar a nivel de redacción y claridad en varios ítems, se debe replantear la pregunta número 2 y 3 ya que no aportan sustancialmente al trabajo de investigación. A nivel general las preguntas deben ser más explícitas guiadas al objetivo de lo que se quiere conocer.		

Anexo 4. Cuestionario de conceptos previos relacionado con la formación ciudadana y la nanotecnología

Universidad Pedagógica Nacional

Facultad de Ciencia y Tecnología: Departamento de Química

Sistemas Orgánicos II

Cuestionario de conceptos previos

Apreciado estudiante: A continuación, se presentan algunas cuestiones sociocientíficas relacionadas con la nanotecnología y los conservantes alimenticios. Responda a este cuestionario de manera autónoma e individual, la información recolectada será utilizada para fines académicos de investigación. Agradecemos de antemano su colaboración.

1. Para cada enunciado marque con una X en las casillas según su criterio:

	Enunciado	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
A	La nanotecnología tiene la capacidad de mejorar la calidad de vida de las personas					
B	Las investigaciones en nanotecnología deben tener en cuenta aspectos culturales y sociales antes de su respectiva aplicación					
C	Considero que la nanotecnología debe ser accesible únicamente al campo de la alimentación					
D	La correcta manipulación de la nanotecnología podría reducir la generación de desperdicios de alimentos					

E	Los conservantes alimenticios utilizados en alimentos ultra procesados afectan la salud a largo plazo					
F	La función de los conservantes es evitar la proliferación de agentes patógenos presentes en los alimentos					
G	Además de los conservantes de origen químico, también podemos encontrar los de origen natural con acción antimicrobiana para la conservación de los alimentos					
H	Considero que los conservantes con trazas de nitritos, presentes en embutidos cárnicos pueden ser cancerígenos					
I	Los nanocompuestos metálicos, poseen propiedades antimicrobianas					
J	Las nanopartículas metálicas se obtienen por métodos químicos, pero también pueden obtenerse por síntesis verde (a partir de la química verde)					
K	Las propiedades de los nanomateriales son diferentes a las presentadas a macro escala					
L	La nanotecnología es un campo de estudio reciente que está en constante investigación e innovación					

M	La presencia del cobre es importante en la dieta humana					
---	---	--	--	--	--	--

2. ¿Conoce algún conservante artificial? Si su respuesta es **SI** ¿Cómo este puede afectar la salud humana?

3. ¿Conoce cuáles son los beneficios y riesgos potenciales que presenta la nanotecnología en los alimentos? Justifique su respuesta

4. Indique en una sola palabra, ¿Qué entiende por “Nanotecnología”?

5. Como estudiante de Licenciatura en química y observando el pensum de la versión en la que se encuentra inscrito, ¿considera necesario la inclusión de una asignatura que se encuentre ligada a la rama de la nanotecnología? Justifique su respuesta.

Anexo 5. Guía de laboratorio: Síntesis de nanopartículas de cobre

**Universidad Pedagógica Nacional
Facultad de ciencia y tecnología
Departamento de Química
Sistemas Orgánicos II**

Caracterización y obtención de nanopartículas de cobre mediante la síntesis verde

Objetivo General

- Obtener y caracterizar las nanopartículas de cobre mediante síntesis verde por el método de espectroscopía UV – visible

Objetivo Especifico

- Contrastas las ventajas y/o riesgos que presenta el implementar nanopartículas en los alimentos
- Comprender y fomentar el aprendizaje a través de algunas propiedades importantes de las nanopartículas de cobre

Fundamento Teórico

Características de los nano metales

Algunas NPs metálicas han demostrado poseer propiedades antimicrobianas, siendo algunas de ellas óxido de plata (Ag_2O), óxido de titanio (TiO_2), óxido de cobre (CuO) entre otras. Aun no se conoce por completo los mecanismos de acción de cada compuesto, debido a que suele variar entre nanopartícula y nanopartícula, sin embargo, en literatura se ha reportado los mecanismos que pueden tener estas NPs respecto a su actividad antimicrobiana como lo es la liberación de iones metálicos antibacterianos de la superficie de la NP y están relacionadas a la penetración de la pared celular o daño de la membrana (Caballero, 2017).

Las nanopartículas de cobre

La recién síntesis y utilización de diferentes nanopartículas metálicas han evidenciado propiedades antimicrobianas de amplio espectro contra bacterias, hongos y virus. Esto a causa de su estructura cristalina, motivo por el cual tiene diferente respuesta biológica a la forma iónica tradicional de los metales (Pariona y otros, 2018). Al conocer que en forma de nanopartículas presentan diferentes propiedades incrementa en la actualidad los diferentes estudios que se realizan al respecto de este metal, para así ampliar el campo de implementación en la industria de la nanotecnología. Mediante la obtención se espera que aumente su eficacia antimicrobiana y se pueda aplicar en productos de higiene oral, aparatos médicos e incluso antisépticos (Guajardo, 2013).

Síntesis verde

En el proceso convencional de obtención de nanopartículas se suele utilizar materiales tóxicos como lo son solventes y surfactantes los cuales afectan el medio ambiente, la síntesis verde es una alternativa que busca ser amigable con el medio ambiente (Gómez, 2018).

Las plantas utilizan metabolitos primarios y secundarios ante agentes estresantes, se considera que esos metabolitos intervienen en la reducción de iones metálicos lo cual es la primera etapa para la obtención de nanopartículas de metales. Las hojas se tienen en cuenta a primera instancia para la síntesis verde, pues son la principal fuente de metabolitos, son abundantes y son fuente renovable de las plantas.

Espectrofotometría UV-VIS

El espectrofotómetro UV-VIS es un equipo utilizado para análisis cualitativos y cuantitativos de compuestos químicos, entre principales utilidades es la capacidad de proyectar un haz de luz monocromática en una longitud de onda particular a través de una muestra, donde mide la cantidad de luz que es absorbida por dicha muestra, también teniendo en cuenta la intensidad del color de una muestra (Martínez y Pérez, 2009).

Preguntas Orientadoras

- ¿Cómo funciona la propiedad antimicrobiana del cobre?
- ¿Qué es el efecto de plasmón superficial?

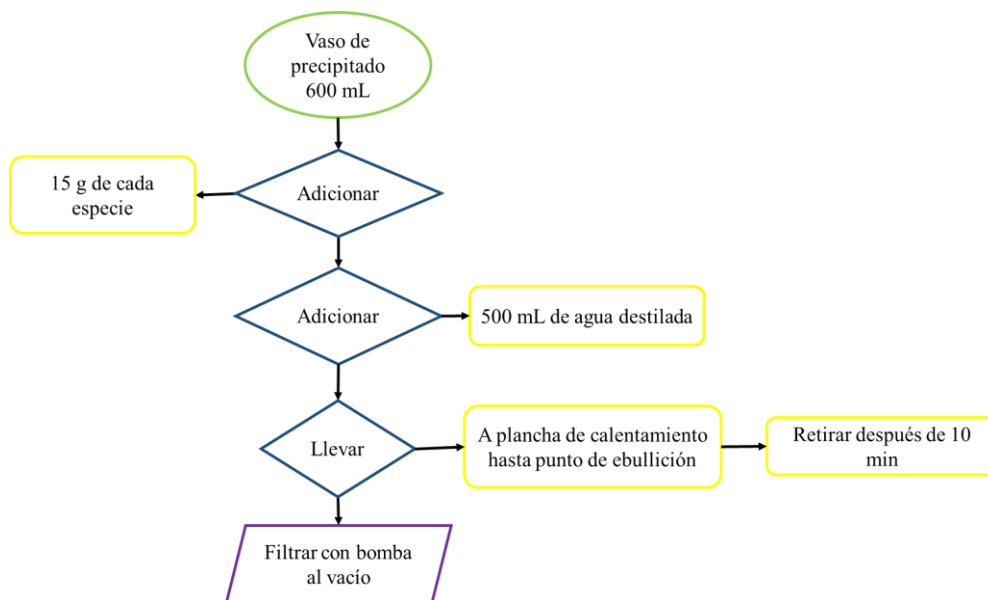
- ¿Cuáles son los principios de la química verde? ¿Cuáles se implementan en la siguiente práctica?

Materiales, reactivos y equipos

Materiales	Reactivos	Equipos
2 vasos de precipitado de 600 ml	Sulfato de cobre pentahidratado ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)	Plancha de calentamiento
1 balón aforado de 50 ml	Ácido Clorhídrico (HCl)	Potenciómetro
1 balón aforado de 100 ml		Espectrofotómetro UVVIS
8 balones aforados de 10 ml		Balanza analítica
4 vasos de precipitado de 100 ml		
2 tubos de ensayo		
Gradilla		
Agitador de vidrio		
Pipeta graduada de 10 mL		
Pipeteador		
Erlenmeyer con desprendimiento lateral		
Embudo Buchner		
Gotero		
Frasco lavador		
Escobilla		
Espátula		
Lenteja seca		
Tomillo seco		

Metodología

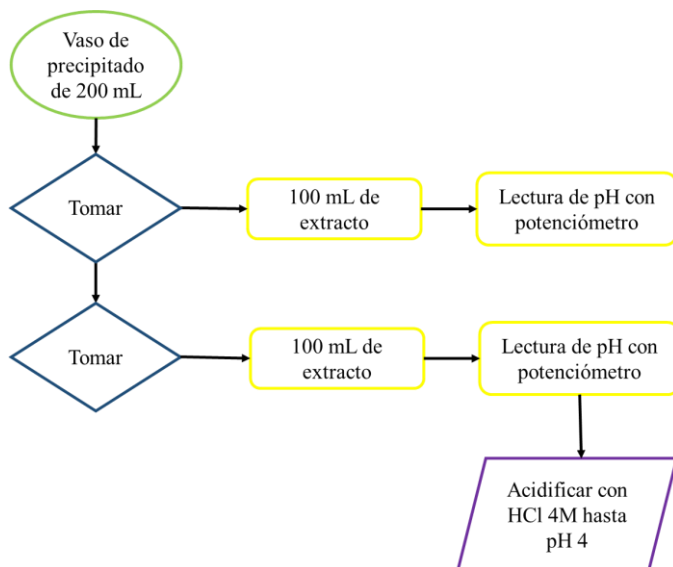
Elaboración extractos



G1= Tomillo

G2= Lenteja

Toma pH y acidificación



Lectura pH normal: Tomillo G3, Lenteja G4; Acidificación de la muestra: Tomillo G5, Lenteja G6

Procedimiento

Tubo	Extracto tomillo mL		Extracto lenteja mL		Precursor metálico mL
1 (G7)	5	pH Normal			5
2 (G8)	5				10
3 (G1)	10				
4 (G2)	5	pH 4			5
5 (G3)	5				10
6 (G4)	10				
7 (G5)			5	pH Normal	5
8 (G6)			5		10
9 (G7)			10		
10 (G8)			5	pH 4	5
11 (G1)			5		10
12 (G2)			10		

Resultados

- Elabore las estructuras para los reactivos implementados en la practica
- Identificar el tamaño de nanopartículas obtenido
- Determinar la concentración final e inicial de Cu

Anexo 6. Caso simulado

La conservación de jugos naturales mediante la utilización de conservantes con nanocompuestos metálicos, como innovación tecnológica

Introducción

Las enfermedades de transmisión alimentaria afectan mundialmente a 48 millones de personas, de estas 128 mil son hospitalizadas y 3 mil mueren (CDC, 2013). Estas enfermedades se atribuyen al mal manejo de alimentos y de su inocuidad, vital en la cadena de producción. En grandes industrias de producción de alimentos, se les añade diversos aditivos para resaltar su color, sabor y aumentar la conservación de estos al tiempo que se reduce la proliferación de agentes patógenos. A estos alimentos se les conoce como “alimentos ultra procesados” y pueden generar en sus consumidores diabetes, obesidad, cáncer e incluso mortalidad cardiovascular (Correa, 2022).

Teniendo en cuenta la problemática de salud anteriormente mencionada y el potencial uso de la nanotecnología en la industria alimentaria, la cual ha logrado crear aditivos alimentarios, incluidos los conservantes y en otros casos la conservación de alimentos desde envases con nanocompuestos. Principalmente estos estudios son con nanocompuestos metálicos que presentan alta efectividad en la eliminación de microorganismos. Se escoge trabajar con el cobre, pues además de que en su forma de nanopartícula tiene actividad antibacteriana más alta, en comparación con la plata y el oro (Cáceres, 2018) también es más económico este material. Adicionalmente la obtención de estas nanopartículas desde la síntesis verde genera un enfoque más comprometido con el medio ambiente, pues al utilizar el extracto de una planta con poder antioxidante se está utilizando un recurso renovable, se realiza una síntesis menos toxica pues se elimina la implementación de 2 agentes químicos a comparación con la obtención tradicional y el producto es de fácil degradación en el medio ambiente.

Objetivos

- Participar en procesos simulados que impliquen la toma de decisiones sobre temas de importancia social, donde la información y valoración científica se contrasten en el marco de un trabajo cooperativo, dirigido al ofrecimiento de argumentos racionales para el debate público en torno a las alternativas posibles

- Conocer la problemática que se encuentra vinculada a la producción y utilización de conservantes artificiales en los aspectos de impacto ambiental y riesgos a la salud
- Analizar de manera crítica la alternativa que se propone para la utilización de nanocompuestos metálicos como conservantes que influyen en el cuidado al medio ambiente

Introducción noticia

Fecha

HORIZONTE

INFORMADO

DESCUBRE EL MUNDO A CADA PASO

INNOVACIÓN

La conservación de jugos naturales mediante la utilización de conservantes con nanocompuestos metálicos, como innovación tecnológica

Una empresa del sector nanotecnológico mediante diferentes estudios realizados en una serie de frutas y alimentos ha desarrollado una tecnología, la cual alarga el periodo de vida útil de un alimento, respetando de ante mano la resolución 1027 de 2012 y Ley 170 de 1994 del ministerio de salud y protección social, donde esta tiene como objetivo establecer los requisitos sanitarios que deben cumplir las personas naturales y/o jurídicas que ejercen actividades del sector alimentario, garantizando protección a la vida y la salud de las personas. Dicha investigación se realiza en primera instancia en frutas que presenta una alta oxidación en un corto tiempo de vida útil, tales como la manzana, el banano, las fresas y las frambuesas; las cuales después de ser cortadas y almacenadas o en un periodo de 3 días presentan un cambio de color en su interior.

Con el fin de alargar el tiempo de vida útil de dichos alimentos, se realiza el estudio, la profundización teórico práctica y prueba de una tecnología conocida como nanopartículas por síntesis verde, dicho método se compromete con el diseño de procesos y productos químicos que minimicen el impacto ambiental, con el principio fundamental de prevenir la contaminación, disminuyendo la generación de residuos, el diseño de productos biodegradables y la utilización de materias primas renovables, aminorando la implementación de reactivos químicos que afectan el medio ambiente y el manejo de conservantes artificiales.

Finalmente, los resultados de las pruebas demostraron una alta efectividad en la prolongación de la vida útil de las frutas en estudio, observando inhibición de bacterias y hongos, haciendo que la vida útil de dichos alimentos que inicialmente era de 3 días ahora durara 7 días sin cambios significantes en sus propiedades organolépticas como lo son sabor, aroma y color (continuar en pg 2).



INTERNACIONAL

COLOMBIA

BREAKING NEWS

BREAKING NEWS

PG. 1

Descripción del problema

Fecha

HORIZONTE INFORMADO

DESCUBRE EL MUNDO A CADA PASO

Innovación de las nuevas tecnologías: la nanotecnología para la conservación de frutas

La evolución constante de las nuevas tecnologías han llevado al hombre a la conciencia ambiental y con ello la responsabilidad social, las cuales se vuelven cada vez más importantes, surgiendo así la necesidad de adquirir nuevos conocimientos, actitudes y valores que se consideran fundamentales para participar de manera activa y consciente en la vida social, política y económica de una sociedad, este tipo de formación o educación socioambiental, no solo debe estar presente en las escuelas, desde asignaturas que se encuentran ligadas con las ciencias exactas, se deben generar campañas de conciencia pública, espacios para fomentar la participación ciudadana y promover la investigación e innovación, es por ello que en esta sección se habló con una serie de actores que llevan a cabo la investigación y manipulación de nuevas tecnologías que se encuentran ligadas a la utilización de conservantes menos tóxicos, los cuales podrían reemplazar los conservantes artificiales que se encuentran en una serie de productos que se consumen diariamente.



Siendo así se dice que los conservantes artificiales generan una serie de alteraciones en la salud humana, tales como alergias, malestar en la microbiota intestinal u obesidad, sin contar con los problemas ambientales que implican su obtención. Sus implicaciones en diversas etapas de su procesamiento son:

1. Producción: Extracción de materias primas no renovables, así como los procesos químicos los cuales consumen una gran cantidad de energía

2. Distribución: El transporte implica el consumo de combustibles fósiles y el empaquetamiento con materiales no biodegradables

3. Uso y consumo: La generación de residuos líquidos o sólidos que se descomponen cambiando la composición material del suelo y la contaminación del agua por medio de la filtración de dichos productos a las aguas subterráneas que a su tiempo llegan a ecosistemas acuáticos más grandes los cuales afectan la salud de animales y personas

En declaraciones realizadas a este periódico, el ministro de salud y protección social ha manifestado que "Se deben tomar medidas de regulación en cuanto a la utilización de conservantes artificiales, ya que estos afectan directamente en la salud humana, por ende, es de gran importancia buscar alternativas que ayuden a la conservación de alimentos perecederos como lácteos, embutidos, frutas y verduras"

Dando solución a dicha problemática no solo de salud pública sino en cuanto al impacto ambiental y la conciencia que se debe tener sobre el planeta, se realizó una entrevista con la multinacional Nano-initiative, empresa especializada en el campo de la nanotecnología, la obtención y síntesis de nanopartículas de distintos compuestos, mediante alternativas medio ambientales, tales como la síntesis verde, la cual en -

HORIZONTE INFORMADO

DESCUBRE EL MUNDO A CADA PASO

palabras del doctor Alek Procházka "Es un método que consiste en un proceso de bioreducción en el que, al mismo tiempo el agente estabilizador y reductor suelen provenir de un extracto vegetal que tiene como propiedad fundamental ser un antioxidante, que presenta metabolitos secundarios para reducir las sales de metales y estabilizar las nanopartículas formadas".

Dicha alternativa ha sido analizada y estudiada por el ministerio de salud y protección social, bajo la resolución 1027 del 2012 y Ley 170 de 1994, la cual habla de algunos requisitos sanitarios que se deben cumplir, tales como las actividades de fabricación, procesamiento, preparación, distribución, registro sanitario que hablen sobre el riesgo en salud pública, entre otros requerimientos que resultan fundamentales al hablar de seguridad alimentaria.

Profundizando en la síntesis verde y en un futuro sostenible, la empresa Frutos Frescos S.A. dedicada a la producción y comercialización de jugos 100% naturales, la empresa se enorgullece de ofrecer productos sin conservantes artificiales, pero el trabajar con alimentos de rápida descomposición implica pérdidas económicas para la empresa.



Es así que la empresa Frutos Frescos S.A. se ha asociado con la multinacional Nano - initiative, con el fin de probar la efectividad de las nanopartículas de cobre en las frutas tomadas para la producción de jugos naturales, la alternativa natural mediante la obtención de las nanopartículas ha demostrado que dichas nanopartículas poseen propiedades antimicrobianas que pueden inhibir el crecimiento de bacterias, hongos y levaduras, prolongando la vida útil del alimento. Para dar solidez a dicha alternativa se realizaron las pruebas en diferentes jugos naturales, donde en palabras del doctor Alek Procházka "las nanopartículas actuaron como antioxidante, neutralizando los radicales libres que son aquellos causantes del estrés oxidativo y la descomposición de las frutas. Estos radicales se generan de manera natural

durante el metabolismo vegetal o como resultado de factores ambientales tales como la luz ultravioleta o el calor. Con dicho proceso se logró observar que los jugos naturales prolongaban su vida útil considerándose seguras las nanopartículas en su bajo consumo", la sostenibilidad y la reducción del impacto ambiental también es relevante en comparación con los conservantes artificiales y no menos importante la innovación del método posiciona a la empresa como pionera en el manejo de dicha tecnología de vanguardia ofreciendo productos naturales y de larga duración, entre los resultados se logró observar que los jugos pasaron de un tiempo de vida útil de 2 o 3 días a un periodo entre 5 a 7 días reduciendo de esta manera las pérdidas económicas y aumentando la satisfacción del cliente.

Preguntas

1. ¿Qué diferencia hay en la obtención de los conservantes artificiales y los conservantes con nanocompuestos metálicos?
2. ¿Sabe qué consecuencias trae para su salud y la de su familia, el consumo de conservantes artificiales utilizados en la industria alimentaria? ¿Qué alternativas se podrían implementar para contrarrestar estas consecuencias?
3. ¿Qué acciones podríamos llevar a cabo al comprar alimentos para disminuir la ingesta de productos con conservantes?
4. ¿Cómo podemos garantizar que el desarrollo y la investigación de la nanotecnología se lleve a cabo de manera sostenible y responsable?
5. ¿Cómo podemos asegurarnos de que la ciudadanía esté informada sobre los beneficios y riesgos potenciales de las nuevas tecnologías que se desarrollan en el ámbito científico?
6. ¿Cuáles son los diferentes métodos biológicos que se pueden utilizar para la síntesis verde de nanopartículas de cobre?
7. ¿Cómo se puede promover la colaboración entre científicos, ciudadanos y políticos para la progresión responsable de la nanotecnología?

Anexo 7. Diseño microcurricular

Intervención 1: Que conoce sobre los conservantes artificiales de alimentos, sus riesgos en la salud y sobre nanotecnología

Los conservantes artificiales se encuentran en un gran número de productos principalmente los comercializados en supermercados y almacenes de cadena, sin embargo, poco se conoce sobre cuales son, para lograr identificarlos en la lista de ingredientes, y tampoco sobre los riesgos que tienen en la salud. A partir de esta intervención inicial se busca identificar las ideas previas sobre la temática de los conservantes, al tiempo que se enlaza con la nanotecnología para de esta forma conllevar el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Tiempo	1 hr
Objetivo	Diagnosticar el nivel de formación ciudadana de los estudiantes mediante el conocimiento de la nanotecnología, la vinculación con la ciencia y la relación de los conservantes con afecciones a la salud
Contenido	Ideas previas de los estudiantes entorno a los conservantes de alimentos y la nanotecnología
Recursos	Dispositivos móviles con acceso a internet
Evaluación	Cuestionario de conceptos previos, Rubrica 1

Desarrollo de la actividad

La actividad inicia indicando sobre el contenido que se trabajara, los conservantes alimenticios, la nanotecnología, industria alimentaria y el trabajo de obtención que se realizara en el laboratorio y se aclara dudas en caso de que se presenten.

Posteriormente se les brinda a los estudiantes un formulario virtual donde se encuentra el cuestionario de conceptos previos, con este se pretende indagar los preconceptos y adicionalmente su postura a través de la formación ciudadana, donde se tiene en cuenta la salud humana, agentes antimicrobianos, proliferación de agentes patógenos y alternativas para dichas problemáticas.

Tabla 1. Rubrica para evaluar preguntas abiertas

Pregunta	2. ¿Conoce algún conservante artificial? Si su respuesta es SI ¿Cómo este puede afectar la salud humana?
Etiquetas de nivel	Descripción general del tipo de respuesta
Respuesta esperada	Identifica algún conservante artificial y conoce como este afecta la salud a largo plazo
Respuesta parcial a lo esperado	Reconoce algún conservante artificial sin embargo no conoce las afecciones que puede producir
Respuesta que no alcanza el objetivo	No conoce ningún conservante artificial por lo tal no conoce las afecciones en la salud que se pueden generar

Pregunta	3. ¿Conoce cuáles son los beneficios y riesgos potenciales que presenta la nanotecnología en los alimentos? Si su respuesta es afirmativa, nombre alguno de ellos
Etiquetas de nivel	Descripción general del tipo de respuesta
Respuesta esperada	Identifica de forma propositiva los riesgos y beneficios potenciales de la nanotecnología, argumentando correctamente su relación con la salud humana
Respuesta parcial a lo esperado	Propone riesgos y beneficios potenciales de la nanotecnología, mas no da argumentos a su respuesta
Respuesta que no alcanza el objetivo	Presenta dificultad para proponer y argumentar riesgos y beneficios potenciales de la nanotecnología.

Pregunta	5. Como estudiante de Licenciatura en química y observando el pensum de la versión en la que se encuentra inscrito, ¿considera necesario la inclusión de una asignatura que se encuentre ligada a la rama de la nanotecnología? Justifique su respuesta.
Etiquetas de nivel	Descripción general del tipo de respuesta
Respuesta esperada	Presenta una actitud crítica frente a la toma de decisiones y argumenta su punto de vista
Respuesta parcial a lo esperado	Presenta una actitud crítica a la toma de decisiones, pero su argumentación no es idónea
Respuesta que no alcanza el objetivo	Propone ideas con poca criticidad frente a la toma de decisiones y no presenta argumentos que lo fundamenten

Elaboración propia

**Intervención 2: Riesgos de los conservantes en alimentos y ¿Qué es la nanotecnología?
¿Usos en la industria de alimentos?**

Las enfermedades de transmisión alimentaria son provocadas por diversos microorganismos y afecta a mundialmente a miles de personas, causando incluso la muerte en casos severos. Es por este motivo que los conservantes alimenticios hacen parte de una variedad de productos ultra procesados, sin embargo, estos conservantes pueden generar riesgos a la salud humana tras un uso prolongado. Una alternativa innovadora es el uso de la nanotecnología en alimentos la cual, a partir de nanopartículas metálicas, que presentan propiedades antimicrobianas se implementa en recubrimientos de envases para preservar alimentos.

Tiempo	2 hr
Objetivo	Analizar las implicaciones en salud, sociales, culturales, éticas, ambientales y químicas
Contenido	Conservantes artificiales en alimentos, enfermedades de transmisión alimentaria y nanotecnología y su implicación en la industria alimentaria
Recursos	Medios audiovisuales con apoyo de marcadores
Evaluación	Rubrica 2

Desarrollo de la actividad

La intervención inicial hablando sobre las enfermedades de transmisión alimentaria, los principales microorganismos que las causan y la sintomatología que se presenta tras contraer estos microorganismos. También es importante hablar de los alimentos ultra procesados los cuales suelen presentar en su composición conservantes. los conservantes más conocidos en estos alimentos son los pertenecientes a los panificados, cárnicos y lácteos, por lo cual se menciona los riesgos que estos tienen a la salud.

Posteriormente se da una introducción a la nanotecnología, su clasificación de acuerdo con el tamaño, técnicas de obtención y su uso en diversas industrias, principalmente en la alimenticia. Se da lugar a la asignación de un conservante artificial a cada grupo desde el cual deben realizar una infografía que contenga estructura molecular, reglamentación gubernamental, riesgos en la salud humana, alimentos en los que se usa, tiempo de conservación y dosis máxima permitida.

Tabla 2.

Rubrica 2. Evaluación de infografías

Ítem	EXCELENTE	BUENO	REGULAR	DEFICIENTE
Orden	Están presentes todos los elementos propios de una infografía (título, cuerpo, fuentes y referencias), existe una relación acertada entre el texto y la imagen.	Están presentes todos los elementos propios de una infografía (título, cuerpo, fuentes y referencias), la información visual y textual están óptimamente relacionadas.	Falta alguno de los elementos característicos de una infografía (título, cuerpo, fuentes o referencias) y/o no existe una buena relación entre la información visual y textual.	Solo presenta uno o dos de los elementos propios de una infografía (título, cuerpo, fuentes o referencias) y/o la información visual y textual no está correctamente relacionada.
Diseño	La información está distribuida de una manera visualmente llamativa y estructurada, la combinación de colores esta balanceada y la tipografía empleada es legible y apropiada.	La información está distribuida de una manera visualmente equilibrada, la combinación de colores es adecuada y la tipografía empleada es legible y pertinente.	La información está distribuida de una manera visualmente poco atractiva, los colores no se combinan de una manera acorde y/o la tipografía no es la más apropiada.	La información no está distribuida visualmente de forma simétrica, los colores no se combinan de manera adecuada y/o la tipografía empleada es inapropiada y poco legible.

Contenido	En la infografía se demuestra de forma clara todos los conceptos e ideas claves relacionadas a la problemática teniendo coherencia y buena redacción.	En la infografía se demuestra de forma clara algunos de los conceptos e ideas claves relacionadas a la problemática.	En la infografía se demuestra de forma clara pocos de los conceptos e ideas claves relacionadas a la problemática.	En la infografía no se evidencia los conceptos, ni ideas claves relacionadas a la problemática.
------------------	---	--	--	---

Tomado y adaptado de: Rubrica para evaluar una infografía. Centro Nacional de Desarrollo Curricular en Sistemas no Propietarios (s.f)

Intervención 3: Implicaciones del cobre en el ser humano y Proceso de obtención a partir de síntesis verde

El cobre es un metal utilizado principalmente por su conductividad y su bajo costo en relación con otros metales como el oro o la plata, este es un elemento que está presente en el cuerpo humano y también hace parte de la dieta humana pues se consume con ciertos alimentos. En la investigación de nanopartículas se han determinado diversos tipos de obtención de estas, en esta oportunidad se revisará este proceso de obtención desde la química verde, teniendo en cuenta los procesos industriales sustentables.

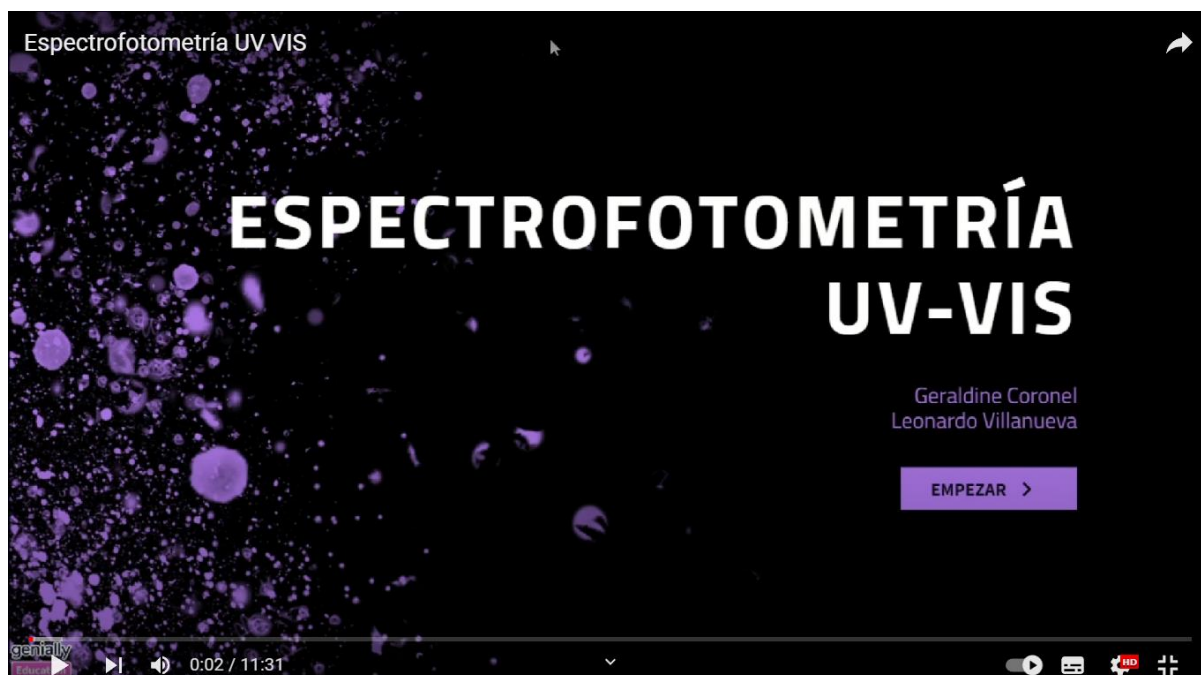
Tiempo	2 hr
Objetivo	Cuestionar las ventajas o riesgos que presentan las nanopartículas de cobre en el ser humano
Contenido	Implicaciones del cobre en el cuerpo humano y procesos de obtención de nanopartículas
Recursos	Medios audiovisuales con apoyo de marcadores, video de YouTube “Espectrofotometría UV-VIS”

Desarrollo de la actividad

La intervención inicia hablando sobre la historia del cobre en la implementación de utensilios de cocina durante el siglo XVII y XIX para la preservación de los alimentos y también como durante el siglo XX se comenzó a implementar para tratar enfermedades como la tuberculosis. Este metal es un elemento esencial en el cuerpo humano y por lo tanto se debe tener una ingesta del mismo que se realiza a través de ciertos alimentos como lo pueden ser las legumbres o cereales, debido a la importancia de este también se puede presentar deficiencia de cobre y afecta la salud humana, este déficit puede ser adquirido por falencias en la dieta o congénito presentado en bebés con el síndrome de Menkes. La propiedad antimicrobiana del cobre puede ser utilizada en diversos campos de la medicina y su mecanismo de acción suele presentarse tras ingresar en la membrana celular del microorganismo.

La química verde es un campo en el cual se busca reducir o eliminar el uso y generación de sustancias peligrosas, por tal motivo se plantea la obtención nanopartículas por este medio y se compara a los procesos tradicionales de obtención donde se utilizan otros agentes químicos de mayor impacto. También se habla de algunos alimentos con los cuales se han realizado esta síntesis y se menciona las características que deben tener como lo es su poder antioxidante, para ser aptas a utilizar en este método.

Para finalizar se les pide ver el video “espectrofotometría UV-vis” a partir de un enlace de YouTube donde se da una introducción a la espectrofotometría y aspectos básicos de su funcionamiento requeridos para el laboratorio.



Tomado de: Espectrofotometría UV-vis https://youtu.be/COHXn_zQJC0?si=x4KT5qL-Y2PWxWPT

Intervención 4: Explicación e implementación de la práctica de laboratorio "Obtención de nanopartículas de cobre mediante síntesis verde"

Desde la correspondiente explicación dada en la intervención 3 a la obtención de nanopartículas por síntesis verde, se explica la guía de laboratorio y los pasos a realizar en el laboratorio.

Tiempo	2 hr
Objetivo	Promover el aprendizaje a partir de trabajos prácticos de laboratorio
Contenido	Obtención y caracterización de nanopartículas desde extractos vegetales
Recursos	Guía de laboratorio (Anexo X)
Evaluación	Rubrica 3

Desarrollo de la actividad

Se realiza la obtención de los extractos, la filtración y acidificación de las muestras a trabajar, posteriormente se realizan las mezclas correspondientes por cada grupo, donde se procede a realizar los espectros de cada muestra. Después de realizada la práctica se hace la resolución

de cálculos correspondientes y se explican los espectros donde se da el tamaño de la nanopartícula. También se da los parámetros para la entrega del informe de laboratorio.

Tabla 3. Rubrica 3

Ítem	EXCELENTE	BUENO	REGULAR	DEFICIENTE
Resumen y palabras clave	Expone de manera clara y precisa los objetivos, procedimientos realizados y su conexión con los resultados de la práctica de laboratorio. Las palabras clave son concretas de acuerdo con el contenido del informe.	Presenta de manera adecuada los objetivos, procedimientos realizados con algunas conexiones en cuando a los resultados de la práctica de laboratorio. Las palabras clave son acordes al contenido del informe.	Evidencia de manera básica los objetivos, procedimientos y las conexiones con los resultados de la práctica de laboratorio son poco claros. Las palabras clave son limitadas al contenido del informe.	Demuestra de forma ineficiente los objetivos, procedimientos y no conectan con los resultados de la práctica de laboratorio. Las palabras clave no son adecuadas al contenido del informe.
Resultados	Presenta los datos obtenidos en forma ordenada a modo de ecuaciones, tablas, figuras, gráficos, etc. Todos los datos obtenidos tienen alguna indicación y observación y esta es pertinente.	Presenta los datos obtenidos en forma ordenada a modo de ecuaciones, tablas, figuras, gráficos, etc. No todos los datos obtenidos tienen alguna indicación y observación, o bien estas no son pertinentes.	Presenta los datos obtenidos en forma desordenada. No todos los datos son pertinentes.	No presenta datos o bien estos son inexactos y presentados de manera desordenada.
Discusión y conclusiones	En la discusión conecta de manera clara, precisa y pertinente la problemática analizada con	En la discusión conecta la problemática analizada con los datos obtenidos, se observa que	En la discusión realizada es imprecisa entre la problemática analizada y los resultados obtenidos, se	En la discusión no logra conectar la problemática analizada con los resultados obtenidos, no se

	los resultados obtenidos donde se observa que existió un óptimo procesamiento de datos e información. Las conclusiones son coherentes con la problemática analizada y los objetivos.	existió un procesamiento de datos e información. Las conclusiones se evidencian de manera aislada donde no se presenta coherencia entre la problemática analizada y los objetivos.	observa un procesamiento parcial de datos. Las conclusiones no dan cuenta de la problemática analizada, ni de los objetivos.	observa procesamiento de datos o información. No logra elaborar conclusiones.
Bibliografía	Se identifica las fuentes de información utilizadas, las citas y referencias se realizan según las normas APA séptima edición.	Las fuentes de información utilizadas están incompletas, las citas y referencias tienen falencias según las normas APA séptima edición.	No se identifican las fuentes de información utilizadas, las citas y referencias no se realizan según las normas APA séptima edición.	No se evidencian citas ni referencias.

Elaboración propia

Intervención 5: Caso simulado desde la CSC conservantes alimenticios

Desde la CSC trabajada que fue relacionada a los conservantes artificiales, la alternativa de las nanopartículas de cobre y la relación con la síntesis verde se plantea el caso simulado a partir de una noticia.

Tiempo	1 hr
Objetivo	Identificar las actitudes de los estudiantes sobre las aplicaciones de la nanotecnología en química
Contenido	Reflexiones desde el proceso enseñanza-aprendizaje
Recursos	Caso simulado y preguntas orientadoras
Evaluación	Rubrica 4

Desarrollo de la actividad

La noticia que se trabajara para finalizar el diseño microcurricular, en la cual una empresa productora de jugos naturales la cual tiene pérdidas económicas significativas por el tiempo de vida útil de las frutas con las cuales trabaja, busca una alternativa que cumpla con las normas sanitarias y de inocuidad alimentaria estipuladas en el país, sin embargo los conservantes artificiales no son una buena opción por los riesgos de salud que conllevan y el impacto ambiental que tienen en su cadena de producción, es por esto que junto a una empresa enfocada en la nanotecnología lograron encontrar una alternativa que son las nanopartículas de cobre, ya que en su proceso de producción no generan residuos, usan materias primas renovables y por la propiedad antimicrobiana del cobre permite mayor duración de estos alimentos, de esta manera mediante estudios se logró alargar la vida útil de los alimentos utilizados en esta empresa, minimizando pérdidas económicas, contribuyendo con el cuidado medio ambiental y siendo pionera en nuevas tecnologías. Dando paso a la resolución de las preguntas orientadoras.

Tabla 4. Rubrica 4

Ítem	EXCELENTE	BUENO	REGULAR	DEFICIENTE
Convivencia	Comprende la problemática y sus consecuencias a futuro, desde donde presenta múltiples soluciones viables a partir de alternativas científicamente fundamentadas.	Entiende la problemática y sus posibles impactos a futuro, presenta varias soluciones que pueden ser factibles con bases científicas.	Demuestra una comprensión básica del problema futuro, presenta algunas soluciones que podrían ser viables, pero con ciertas limitaciones, teniendo en cuenta bases científicas.	Evidencia una comprensión limitada del problema futuro, presenta soluciones poco practicas sin fundamentación científica.
Criticidad	Identifica y comprende múltiples problemáticas socioambientales , propone	Reconoce y entiende varias problemáticas socioambientales , propone soluciones	Identifica y demuestra una comprensión básica de las problemáticas socioambientales	Evidencia una comprensión limitada con relación a las problemáticas socioambientales

	soluciones, viables y oportunas que podrían implementarse en el contexto dado.	relevantes que parecen ser realizables, aunque con algunos inconvenientes.	, aunque con poca profundidad, propone soluciones que podrían ser posibles, pero con limitaciones de pertinencia.	s relevantes, Propone soluciones poco pertinentes e inviables.
Conciencia social	Comprende a profundidad la problemática a tratar teniendo en cuenta sus aspectos relevantes, identifica, analiza y reflexiona sobre múltiples alternativas para abordar la problemática y detalla las posibles consecuencias. Propone acciones concretas para mitigar riesgos potenciales y aumentar los beneficios.	Entiende la problemática y sus aspectos principales, identifica varias alternativas para la problemática, analiza y reflexiona sobre las consecuencias asociadas a las decisiones, aunque podría profundizar más sobre ellos. Propone acciones para mitigar riesgos y aumentar beneficios, pero podría tener mayor coherencia en algunos casos.	Evidencia comprensión básica sobre la problemática, identifica algunas alternativas, pero carece de análisis, considera las consecuencias, pero de manera básica con poco detalle en el análisis. Propone algunas acciones para mitigar riesgos y aumentar beneficios, pero tiene poca claridad.	Demuestra una comprensión limitada sobre la problemática, identifica pocas o ninguna alternativa y estas no tienen relevancia, No propone acciones adecuadas para mitigar riesgos o maximizar beneficios, carece de fundamentos de análisis,
Comprobación de hipótesis	Explica detalladamente y reflexiona sobre los acontecimientos de la vida cotidiana, mostrando una comprensión significativa en	Explica claramente y reflexiona sobre los acontecimientos de la vida cotidiana, evidenciando una comprensión adecuada de su	Explica y reflexiona en aspectos básicos sobre los acontecimientos de la vida cotidiana, podría brindar más claridad y	La explicación y reflexión que brinda sobre acontecimientos de la vida cotidiana son superficiales y poco claros. Los argumentos sobre nuevos

	cuanto a su relevancia. Argumenta de manera solida sobre nuevos conocimientos utilizando evidencia y razonamiento lógico.	importancia. Presenta argumentos claros y coherentes sobre nuevos conocimientos con un razonamiento sólido.	profundidad en algunos aspectos. Presenta argumentos sobre nuevos conocimientos sin embargo presenta debilidades en la lógica del razonamiento.	conocimientos tienen poca claridad y coherencia.
Toma de decisiones y solución de problemas	Realiza una interpretación precisa de acuerdo con los datos, proporcionando argumentos lógicos y bien fundamentados a partir de evidencia pertinente para respaldar el análisis argumentativo y las conclusiones	Realiza una interpretación clara y coherente de acuerdo con los datos, proporciona argumentos coherentes y razonables a partir de evidencia relevante para respaldar el análisis.	Interpreta los datos de manera básica, aunque con falta de profundidad, proporciona argumentos, pero presenta debilidades en la argumentación, relacionada a la conexión de los datos.	La interpretación de los datos es confusa o no es exacta, la argumentación no está debidamente relacionada con los datos.

Elaboración propia

Referencias del diseño microcurricular

- Arias, J. (2020). *Estrategia didáctica: desarrollo de habilidades de pensamiento en la enseñanza de fenoles a partir de la lignina*. [Tesis de pregrado, Universidad Pedagógica Nacional]. Repositorio Institucional UPN. <http://repositorio.pedagogica.edu.co/>
- Arribas, E. y Fernández Luis. (2005). *La basura de la ciudad*. Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI).

- Ayala-Armijos, H., González, C. G., Sánchez-Prado, R., Jirón-Vélez, Y., & Espinoza-Ramón, W. (2016). Efecto de la adición de ácido ascórbico en la degradación de nitratos y nitritos en mortadela. *Revista Ciencia UNEMI*, 9(20), 85-92
- Brangança, G., Avila, B. Rockenbach., Santos, M, Alves, G., de los Santos, M., Bortolini, V., Monks, J., Peres, W., y Elias, M. (2020). Effects of different hydration treatments on technological, physical, nutritional, and bioactive parameters of lentils. *Rev Chil Nutr.* 47(4). 658-668.
- Caballero, J. (2017). Efecto de la morfología de nanocompuestos HA/MgO/Pt en sus propiedades antibacterianas bajo activación fotocatalítica. [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia]
- Cabana. R. (2020). Perfil de riesgos de sorbatos y benzoatos en bebidas a base de fruta no gaseosas en Colombia. [Tesis de pregrado, Universidad de la salle]
- Centro Nacional de Desarrollo Curricular en Sistemas no Propietarios. (s.f). *Rubrica para evaluar una infografía*. <https://cedec.intef.es/rubrica/rubrica-para-evaluar-una-infografia/>
- Centros para el control y la prevención de enfermedades (CDC). (2023). Microbios y enfermedades transmitidos por los alimentos. Recuperado de: <https://www.cdc.gov/foodsafety/es/foodborne-germs-es.html>
- Correa, J. (2022). Comestibles ultra procesados: cuáles son y cómo evitarlos según expertos. *Pesquisa Javeriana*.
- Escobar, J., y Cuervo, A. (2008). Validez de contenido y juicio de expertos: una aproximación a su utilización. *Revista Avances en medición*, 6, 27-36.
- Garay y Jaramillo. (2022). *Aplicación de nanopartículas de cobre ionizadas para la conservación de jugo natural de naranja*. [Tesis de pregrado, Universidad técnica de Machala].

- Gómez, M. (2018). Nanomateriales, nanopartículas y síntesis verde. *Revista Repertorio de Medicina y Cirugía*, 27(2), 75-80.
- Grass, G., Rensing, C. y Solioz, M. (2011). Cobre metálico como superficie antimicrobiana. *Microbiología aplicada y ambiental*, 77 (5), 1541-1547.
- Guajardo, J. (2013). Síntesis de nanopartículas de cobre mediante novedosa ruta química. Centro de investigación en materiales avanzados, S. C.
- Lugo, N. T. (2017). El zinc y el cobre: micronutrientes esenciales para la salud humana. *Acta Médica del Centro*, 11(2), 79-89.
- Martínez, F. y Pérez, I. (2009). Calibración de un espectrofotómetro UV-Visible y evaluación de la incertidumbre. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua]
- Méndez, S. y Cobaleda, C. (2018). Influencia de la concentración de conservantes sobre la vida útil de la crema de leche producida por una empresa de lácteos. [Tesis de pregrado, Universidad de la Salle].
- Ministerio de salud y protección social. (2013). Calidad e inocuidad de alimentos. Recuperado de <https://www.minsalud.gov.co/salud/publica/HS/Paginas/calidad-inocuidad-alimentos.aspx>
- Morales, Y., Alpízae, M. Y Alfaro, A. (2016). Caracterización y desarrollo de la competencia de ciudadanía en la formación de docentes de matemáticas de secundaria. *Revista digital Matemática, Educación e Internet*, 16(2).
- Palomares, E. (2022). Síntesis verde de compuesto de nanopartículas de hierro-cobre. [Tesis de Postgrado, Tecnológico Nacional de México]
- Pariona, N., Hermida, L., Enriquez, A., Sanchez, D., Carrión, G., Lopez, D., . . . Duran, Z. (2018). Síntesis de nanopartículas de cobre para el control de hongos fitopatógenos. *Revista ECI Perú*, 15(2), 109-116. <https://doi.org/https://doi.org/10.33017/RevECIPeru2018.0017/>

- Pumacota, N. (2018). Evaluación de los parámetros Físico-químicos fundamentales para la obtención de nanopartículas de óxido de cobre utilizando *Physalis peruviana* (Aguaymanto), vía química Verde. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Agustín].
- Quispe, S. M., & Mamani, E. Q. (2017). Importancia del cobre en el organismo. *Revista de Investigación Apuntes Científicos Estudiantiles de Nutrición Humana*, 1(1).
- TNJ Chemical. (2021). Los efectos peligrosos del propionato de calcio (CAS 4075-81-4) en la industria de alimentos y piensos. Recuperado de <https://www.chemicalcas.com/es/news/the-hazardous-effects-of-calcium-propionate-cas-4075-81-4-in-food-and-feed-industry/>
- Taracena, R. (2021, 1 junio). Recubrimientos antimicrobianos: lo que necesita saber. *Products Finishing México*. <https://www.pf-mex.com/articulos/recubrimientos-antimicrobianos-lo-que-necesita-saber>