

**FORTALECIMIENTO DE LA COMPETENCIA DE SOLUCIÓN DE PROBLEMAS
MEDIADA POR UNA SECUENCIA DIDÁCTICA RELACIONADA CON LA
CARACTERIZACIÓN ORGANOLÉPTICA DE PELÍCULAS DE RECUBRIMIENTO
PARA LA PRESERVACIÓN DE ALIMENTOS**

JAIR DAVID GARAVITO POVEDA

JOSE JOAQUIN NIETO PEREZ

**TESIS DE MAESTRÍA PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA OPTAR
AL TÍTULO DE MAGISTER EN DOCENCIA DE LA QUÍMICA.**

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
MAESTRÍA EN DOCENCIA DE LA QUÍMICA
BOGOTÁ, D.C. COLOMBIA**

2025

**FORTALECIMIENTO DE LA COMPETENCIA DE SOLUCIÓN DE PROBLEMAS
MEDIADA POR UNA SECUENCIA DIDÁCTICA RELACIONADA CON LA
CARACTERIZACIÓN ORGANOLÉPTICA DE PELÍCULAS DE RECUBRIMIENTO
PARA LA PRESERVACIÓN DE ALIMENTOS**

JAIR DAVID GARAVITO POVEDA

JOSE JOAQUIN NIETO PEREZ

DIRECTOR. MG. DIEGO ALEXANDER BLANCO MARTÍNEZ

GRUPO DE INVESTIGACIÓN DIDÁCTICA Y SUS CIENCIAS

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN DE INCORPORACIÓN DE LA EDUCACIÓN

AMBIENTAL AL CURRÍCULO DE CIENCIAS

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
MAESTRÍA EN DOCENCIA DE LA QUÍMICA
BOGOTÁ, D.C., COLOMBIA**

2025

Nota de aceptación

Evaluador

Evaluador

Director

Codirector

AGRADECIMIENTOS

En primera instancia, agradecemos a Dios por habernos permitido culminar esta etapa académica y por habernos otorgado una familia maravillosa, cuyo apoyo incondicional, ejemplos de superación, humildad y sacrificio han sido fundamentales en nuestro proceso de formación. Su confianza y acompañamiento permanente nos motivaron a perseverar y alcanzar este logro.

De manera especial, extendemos nuestro agradecimiento al **director de este trabajo, Mg. Diego Alexander Blanco Martínez**, por su acompañamiento permanente, orientación académica, rigurosidad investigativa y valiosos aportes durante todo el proceso de construcción de esta investigación.

Agradecemos también a los **docentes de la Maestría en Docencia de la Química**, quienes con su conocimiento, exigencia académica y compromiso con la formación de maestros investigadores contribuyeron significativamente a nuestro crecimiento profesional y pedagógico.

De igual manera, expresamos nuestro agradecimiento al **profesor Luis Fernando Ayala**, por su disposición, y apoyo. Asimismo, manifestamos nuestro reconocimiento al **Colegio Cultura Popular (IED)** y, especialmente, a los **estudiantes que participaron en esta investigación**, quienes con su interés, curiosidad y compromiso hicieron posible la implementación de la secuencia didáctica y el análisis de los resultados obtenidos.

Finalmente, agradecemos profundamente a **nuestras familias**, por su apoyo constante, comprensión y motivación durante este proceso académico. Su confianza y acompañamiento fueron fundamentales para culminar esta etapa de formación.

A todos ellos, nuestro más sincero agradecimiento.

DEDICATORIA

Dedico este logro académico a mi madre **Adalyd Poveda M.**, por ser ejemplo de fortaleza, valores y perseverancia, y por enseñarme que la educación es un camino para construir sueños y transformar la vida. A la memoria de mi hermano **Josías**, cuyos valores y enseñanzas continúan presentes en nuestra familia y en cada paso que damos. A mis hermanos **Daniel, Ruth, Esteban, Samuel y Alexander**, y a mis sobrinos **Mateo y Liam Alejandro**, por su apoyo, cariño y por creer siempre en este proceso de formación. De manera muy especial, a mi novia **Alexandra**, por su amor, paciencia y acompañamiento durante este proceso. Su apoyo incondicional, sus palabras de aliento y su confianza fueron fundamentales para culminar esta etapa de formación.

Jair David Garavito Poveda

Dedico este logro obtenido a mi compañera de vida, mi esposa, esa mujer que ante las adversidades estuvo presente e imprescindible proporcionándome soporte, voz de aliento, así mismo, dedico a la memoria de mi madre, quien en vida me formó para luchar y construir mi camino haciéndome llegar hasta donde voy hoy en día, finalmente, dedico este triunfo a mi padre, ese modelo a seguir, ese indiscutible orientador que me enseñó a seguir el camino sin pensar en agachar la cabeza, caer en adversidades o dejarse vencer por el cansancio, porque luchar se hizo para los guerreros. Gracias.

José Joaquín Nieto Perez

Resumen

La presente investigación surge como iniciativa de enseñanza de la química buscando mejorar la comprensión conceptos abstractos de la química en 22 estudiantes de grado décimo del colegio cultura popular (IED) en Bogotá. mediante un enfoque cualitativo de carácter interpretativo. Se estableció una secuencia didáctica incluyó actividades teóricas y experimentales, articuladas con problemas reales que requieren de la aplicación del conocimiento químico.

A partir de ello, persigue el fortalecimiento de la competencia solución de problemas en estudiantes de educación media a través de una secuencia didáctica fundamentada en el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), la cual se diseñó como una propuesta pedagógica que articula la química de biopolímeros con el fenómeno del estrés oxidativo en los alimentos, abordado a través de la caracterización organoléptica de recubrimientos biodegradables aplicados en la fresa como sustrato objeto de estudio.

Los resultados evidenciaron que, inicialmente, los estudiantes presentaban dificultades en algunas habilidades científicas como la formulación de hipótesis, la interpretación de datos y la comunicación científica. No obstante, tras la implementación de la secuencia didáctica se observó una mejora en la comprensión conceptual, la argumentación y la capacidad para proponer soluciones a problemas relacionados con la conservación de alimentos, a partir de ello se obtuvieron comportamientos que evidenciaron un mejor desempeño frente a las habilidades de la competencia solución de problemas.

Palabras clave: Aprendizaje Basado en Problemas (ABP); solución de problemas; biopolímeros; pectina; estrés oxidativo; conservación de alimentos.

Abstract

This research arises as a chemistry teaching initiative aimed at improving the understanding of abstract chemical concepts among 22 tenth-grade students from Colegio Cultura Popular (IED) in Bogotá through a qualitative interpretative approach. A didactic sequence was implemented that included both theoretical and experimental activities articulated with real-life problems requiring the application of chemical knowledge.

Based on this approach, the study seeks to strengthen the **problem-solving competence** of secondary school students through a didactic sequence grounded in **Problem-Based Learning (PBL)**. The proposal was designed as a pedagogical strategy that integrates **biopolymer chemistry** with the phenomenon of **oxidative stress in food**, addressed through the **organoleptic characterization of biodegradable coatings** applied to strawberries as the study substrate.

The results showed that, at the beginning, students presented difficulties in certain scientific skills such as **hypothesis formulation, data interpretation, and scientific communication**. However, after the implementation of the didactic sequence, improvements were observed in **conceptual understanding, argumentation, and the ability to propose solutions to problems related to food preservation**. Consequently, students demonstrated improved performance in the skills associated with the **problem-solving competence**.

Keywords: Problem-Based Learning (PBL); problem solving; biopolymers; pectin; oxidative stress; food preservation.

CONTENIDO

ÍNDICE DE LAS FIGURAS	8
ÍNDICE DE TABLAS	9
INTRODUCCIÓN	10
1. JUSTIFICACIÓN	12
2. ANTECEDENTES	15
2.1 Recubrimientos comestibles, conservación de alimentos y estrés oxidativo	15
2.2 Aprendizaje Basado en Problemas (ABP)	16
2.3 Fundamentación de la competencia: Solución de problemas	16
3. MARCO CONCEPTUAL	18
3.1 Extracción de pectina como biopolímero natural a partir de semillas de guanábana	21
3.2 Propiedades organolépticas de los biopolímeros y el estrés oxidativo	22
a. Propiedades organolépticas de los biopolímeros	23
b. Alcances de la investigación	24
Formulación y delimitación del problema	25
4. OBJETIVOS	28
a. Objetivo general	28
b. Objetivos específicos	28
5. DISEÑO METODOLÓGICO	29
a. PARTICIPANTES Y FUENTES DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	30
b. FASES DE LA INVESTIGACIÓN	31
i. FASE 1: REFLEXIÓN	33
ii. FASE 2: DESARROLLO DEL PLAN DE ENSEÑANZA	35
iii. FASE 3: ORIENTACIÓN A LOS RESULTADOS	37
FASE 4: ANÁLISIS DE RESULTADOS	39
6. ANÁLISIS DE RESULTADOS	41
7. CONCLUSIONES	65
8. RECOMENDACIONES	67
BIBLIOGRAFÍA	68
9. ANEXOS	72

ÍNDICE DE LAS FIGURAS

FIGURA 1 MAPA MENTAL COMPETENCIA DE SOLUCIÓN DE PROBLEMAS.....	12
FIGURA 2 COMPETENCIA DE SOLUCIÓN DE PROBLEMAS.....	18
FIGURA 3 NIVELES DE MODELO DE INTELLECTO.	19
FIGURA 4 PROPIEDADES ORGANOLÉPTICAS DE LA FRESA.	24
FIGURA 5 FASES DE LA INVESTIGACIÓN	32
FIGURA 6 RESULTADOS CONSOLIDADOS DE LA MATRIZ 1.	46
FIGURA 7. EVIDENCIA DE RESPUESTAS GRUPO 4.	49
FIGURA 8. EVIDENCIA DE RESPUESTA GRUPO 2.	50
FIGURA 9. PORCENTAJE DE MUESTRAS SELECCIONADAS POR LOS ESTUDIANTES FIGURA 9. ...	52
FIGURA 10. DESCRIPCIÓN DE FRESCURA DE LAS MUESTRAS, GRUPO 7	53
FIGURA 11. DESCRIPCIÓN OLFATIVA DEL GRUPO 7.	54
FIGURA 12 RESPUESTA GRUPO 8.	56
FIGURA 13. RESPUESTAS GRUPO 9.	56
FIGURA 14. RESPUESTAS GRUPO 1.	56
FIGURA 15. RESPUESTA 1 ESCAPE ROOM. GRUPO 2.	59
FIGURA 16. RESPUESTA 1 ESCAPE ROOM. GRUPO 3.....	59
FIGURA 17. RESPUESTA 1 ESCAPE ROOM. GRUPO 4.....	59
FIGURA 18. RESPUESTA 2. ESCAPE ROOM. GRUPO 7.	60
FIGURA 19. COLLAGE DE PIEZAS GRÁFICAS.	61

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1 COMPONENTES DEL ABP ASOCIADO A LAS ACCIONES DESARROLLADAS CON EL ABP20	
TABLA 2 MATRIZ 1 DE DIAGNÓSTICO.....	34
TABLA 3 MATRIZ 2 DE OBSERVACIÓN.....	36
TABLA 4 MATRIZ 3. ESCAPE ROOM.....	39
TABLA 5. REGISTRO DE ANÁLISIS DE HABILIDADES DE LA MATRIZ 1.....	42
TABLA 6. ANÁLISIS DEL INSTRUMENTO APLICADO EN BIOPOLÍMEROS.	48
TABLA 7. SECUENCIA DE DESARROLLO DEL NIVEL 2.....	51
TABLA 8 SECUENCIA DE DESARROLLO DEL NIVEL 2.....	55
TABLA 9. ANÁLISIS DE RESULTADOS ESCAPE ROOM.....	58
TABLA 10. SEGUIMIENTO DE LAS HABILIDADES DURANTE EL PROCESO.....	63

INTRODUCCIÓN

Históricamente, la enseñanza de las ciencias naturales —y específicamente de la química— ha enfrentado obstáculos didácticos derivados de su naturaleza abstracta. La alta carga simbólica de esta disciplina, sumada al rigor del lenguaje matemático, suele distanciar al estudiante del objeto de estudio (Talanquer, 2017). Esta desconexión genera, en muchos casos, un desinterés prematuro que se traduce en una percepción de la química como un saber incomprensible y ajeno a la realidad, limitando su potencial como herramienta para la formación ciudadana y el pensamiento crítico.

Esta problemática se refleja en la dificultad de los estudiantes para integrar el pensamiento científico en su interacción con el entorno y en la toma de decisiones cotidianas. Si bien los resultados de evaluaciones estandarizadas como las pruebas PISA muestran una tendencia desfavorable en el área de ciencias para Latinoamérica (OCDE, 2023), el desafío subyacente radica en la falta de contextualización sociocientífica en el aula. Para superar este distanciamiento, es imperativo orientar el proceso educativo hacia escenarios donde la química sea tangible y funcional.

Bajo esta premisa, la presente investigación toma como referencia el estándar de ciencias naturales: “Explico cambios químicos en la cocina, la industria y el ambiente” ((MEN), 2004). Este marco normativo permite desmitificar la complejidad de la disciplina al situarla en un entorno cotidiano y productivo: la manipulación de alimentos. De este modo, se persigue no solo el cumplimiento de un requisito curricular, sino la implementación de una formación por proyectos que dote a los estudiantes de conocimientos aplicables a su futuro laboral o académico.

Como eje articulador de esta propuesta, se seleccionó el fenómeno del estrés oxidativo. Este tópico, fundamental para comprender el deterioro de la materia orgánica, permite conectar conceptos de reacciones redox con problemas reales de seguridad alimentaria. Para abordar este fenómeno de manera práctica, se propuso a los estudiantes el diseño y síntesis de recubrimientos a base de biopolímeros, los cuales han surgido como alternativas sustentables frente a los envases sintéticos tradicionales. Autores como Caiza (2023) destacan que el uso de ingredientes

activos como el quitosano, el almidón modificado y extractos naturales, aporta propiedades antioxidantes y antimicrobianas esenciales para la preservación de alimentos.

La relevancia de estos recubrimientos se apoya en antecedentes de economía circular, como el aprovechamiento de residuos de la industria pesquera. Un ejemplo notable es el trabajo de Balderas-Cortés et al. (2020), quienes demostraron la obtención de quitosano a partir de exoesqueletos de camarón para crear películas protectoras. Así, la investigación articuló el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), implementándose con estudiantes de décimo grado de la Institución Educativa Distrital (IED) Colegio de Cultura Popular. El objetivo central fue transformar la percepción de la química: de una asignatura abstracta a una disciplina con relevancia social, capaz de aportar soluciones a problemas como el desperdicio y la conservación de alimentos.

Para dar cuenta de este proceso, el presente documento se estructura de la siguiente manera: en primer lugar, se plantea la pregunta de investigación y los objetivos que delimitaron el estudio. Posteriormente, se exponen los referentes conceptuales y antecedentes centrados en el uso de películas comestibles como estrategia didáctica. La metodología se describe a través de cuatro etapas de ejecución (inicial, media, avanzada y final) y, finalmente, se presentan los resultados obtenidos, su análisis crítico y las conclusiones derivadas de la intervención pedagógica.

1. JUSTIFICACIÓN

La presente investigación se orienta al diseño y aplicación de una secuencia didáctica que mitigue la brecha entre la teoría abstracta de la química y la práctica pedagógica en la educación media. Un desafío crítico para el docente es la enseñanza de conceptos de alta complejidad como el estrés oxidativo, un fenómeno redox que, pese a su relevancia biológica e industrial, suele percibirse como un contenido árido y lejano. Al abordar estas temáticas desde contextos reales, se busca revertir el desinterés estudiantil que se acentúa en los niveles superiores. Como señalan Caamaño y Oñorbe (2021), la alfabetización científica actual exige trascender la simple transmisión de conocimientos para involucrar al estudiante en la resolución de problemas sociocientíficos que den sentido a la disciplina.

Esta desconexión entre el aula y la realidad es una de las causas raíz de la falta de motivación. Por ello, es imperativo adoptar iniciativas que fomenten la participación en proyectos de desarrollo sostenible. A nivel global, se destaca la importancia de implementar acciones con impacto comunitario (Aguilar-Forero, Rodríguez, & Velásquez, 2020), permitiendo que los graduados adquieran competencias para emprender proyectos de innovación social o continuar con éxito su formación superior en áreas STEM.

Para alcanzar este nivel de competencia, es necesario integrar en el aula el estudio de materiales de vanguardia que respondan a desafíos globales. En este sentido, los biopolímeros desempeñan un papel fundamental en la transición hacia una economía circular, especialmente en el sector del embalaje. Su relevancia ha crecido exponencialmente debido a la necesidad de minimizar el impacto ambiental de los plásticos derivados del petróleo (García & Alzate, 2023).

Esta problemática es crítica en la industria alimentaria, donde la preservación de productos es un desafío de seguridad alimentaria mundial. Las películas de recubrimiento comestibles y biodegradables surgen como una alternativa técnica de alta eficiencia: diversas investigaciones han demostrado que los recubrimientos basados en proteínas y polisacáridos mejoran la frescura y reducen la oxidación, logrando prolongar la vida útil de productos cárnicos y vegetales hasta en un 25% (Caiza, 2024)

En el contexto local, esta innovación responde a una crisis estructural. En Bogotá, el desperdicio de alimentos representa el 37,5% del total nacional, lo que equivale a 1,3 millones de toneladas anuales (DANE, 2023). Esta pérdida no solo es económica, sino ética, considerando que afecta la seguridad alimentaria de más de 1,5 millones de personas en la capital. Por tanto, el estudio y síntesis de recubrimientos biodegradables se presenta como una posible solución integral que conecta la química orgánica con la responsabilidad social.

La implementación de un biopolímero derivado de la pectina es técnica y científicamente indispensable en esta investigación, debido a su capacidad única para formar matrices

entrecruzadas que actúan como sistemas de liberación activa. Químicamente, la abundancia de grupos funcionales hidroxilo (-OH) y carboxilo (-COOH) en la cadena de la pectina permite una interacción molecular superior con compuestos antioxidantes, facilitando su encapsulación estable (Cazón et al., 2017). Esta estructura es crítica para mitigar el estrés oxidativo en la interfaz del alimento, un proceso de deterioro iniciado por la formación de especies reactivas de oxígeno (ROS) que fragmentan lípidos y proteínas. Al actuar como una barrera selectiva, la red polimérica de la pectina intercepta estos radicales libres mediante mecanismos de transferencia de electrones, interrumpiendo la cinética de degradación oxidativa que los envases convencionales no pueden controlar (Oms-Oliu et al., 2020). Por lo tanto, el uso de este biopolímero se justifica por su funcionalidad como escudo dinámico, permitiendo que el estudiante analice en tiempo real cómo la química de materiales interviene en la estabilidad molecular y la conservación de la calidad nutricional.

Desde la didáctica, temas como el estrés oxidativo suelen ser difíciles de aprehender por su naturaleza no tangible. La síntesis de recubrimientos se propone aquí como una estrategia de "química en contexto" (Jiménez-Liso, 2024), donde el estudiante investiga cómo estas películas actúan como barreras físicas y químicas contra los radicales libres, evitando la degradación del alimento. Al manipular estos materiales, el aprendizaje trasciende la memorización: el estudiante comprende las propiedades químicas (polaridad, solubilidad, polimerización) mientras resuelve un problema de su entorno.

Para estructurar esta experiencia, se implementó el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP). Esta metodología, definida por Barrows (1986) y actualizada por visiones contemporáneas como la de Savery (2019), sitúa al estudiante como protagonista frente a una situación-problema —la oxidación de alimentos— que actúa como motor de indagación.

Para la construcción de la ruta de trabajo, fueron relevantes los aportes de Correa, García y Varela (2021) en su obra "Aprendizaje basado en problemas para la enseñanza de las ciencias naturales". Estos autores establecieron una estructura metodológica que permitió a la presente investigación definir etapas claras de gestión docente, optimizando el tiempo en el aula y asegurando el asertividad en el desarrollo de competencias. Asimismo, Bermúdez Mendieta (2021) resalta que este proceso de enseñanza-aprendizaje fomenta el pensamiento crítico y la autonomía del estudiante en la búsqueda de información científica.

En cuanto a la estructura del proceso, el trabajo de Camargo et al. (2023) permitió establecer una organización lógica para fortalecer la competencia de solución de problemas. Esta competencia se profundizó con la propuesta de Arrieta-Palomino et al. (2024), quienes plantean una ruta de investigación cualitativa y descriptiva para abordar problemas propios de la química orgánica en el laboratorio.

Finalmente, Guerrero (2019) aporta una visión integradora al relacionar los procesos químicos y biológicos con contextos culturales. Su enfoque en la secuencia didáctica como herramienta para fortalecer competencias científicas en estudiantes de secundaria fue el referente final para consolidar nuestra propuesta, garantizando que el diseño de las actividades no solo fuera técnico, sino pedagógicamente sólido y enfocado en la solución de problemas socioambientales.

2. ANTECEDENTES

Para el desarrollo de la presente investigación, se realizó una revisión documental sistemática que fundamenta teórica y metodológicamente el proyecto. Esta revisión se estructuró en tres ejes: la aplicación de recubrimientos comestibles, el uso del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) y la competencia de solución de problemas. A continuación, se presentan los estudios que sustentan la viabilidad técnica de la propuesta y orientan el diseño de las estrategias pedagógicas para la comprensión de los principios químicos implicados.

2.1 Recubrimientos comestibles, conservación de alimentos y estrés oxidativo

La investigación de Del Ángel Purata (2019) se tomó como referencia técnica para el análisis de biopolímeros (pectina, alginato y quitosano) utilizados en la síntesis y formulación de recubrimientos. Este trabajo permitió orientar la sustitución de polímeros sintéticos por materiales sostenibles, destacando cómo estas matrices poliméricas aumentan la vida útil de los productos al actuar como barreras físicas. Complementariamente, estudios más recientes como los de Sánchez-Ortega et al. (2021) han demostrado que el uso de hidrocoloides y plastificantes no solo mejora la transferencia de masa y reduce la actividad microbiana, sino que optimiza la retención de atributos sensoriales como firmeza y color, superando las limitaciones de permeabilidad observadas en estudios de décadas anteriores.

En cuanto a los mecanismos de deterioro, el trabajo de Cuenca Manrique (2017) sobre la uchuva (*Physalis peruviana L*) permitió identificar factores críticos como la tasa respiratoria acelerada y la peroxidación lipídica. Estos factores son los responsables directos de la deshidratación y la pérdida de sólidos solubles. Para mitigar estos procesos, Valderrama Pérez (2020) propone articular la enseñanza de la química mediante el estudio del estrés oxidativo. Esta perspectiva es vital, ya que permite al estudiante comprender la interacción entre los radicales libres y los componentes celulares del fruto, justificando la inclusión de agentes antioxidantes en el recubrimiento para estabilizar las reacciones de óxido-reducción superficiales.

Bajo esta premisa, la utilización de subproductos agroindustriales cobra relevancia. El estudio de Perez-Perez et al. (2014) sobre la *Annona muricata* (guanábana) es el referente científico principal para el aprovechamiento de las semillas. Sus hallazgos reportan un contenido de 131,2 micromoles/100 g de antioxidantes en extracto etanólico de semilla. (Este valor es significativo porque indica una alta capacidad de inhibición de radicales libres, superando incluso a otros órganos de la planta. La relevancia de este dato radica en que permite validar el extracto de semilla como un aditivo funcional activo, capaz de retrasar la senescencia del fruto al neutralizar el estrés oxidativo provocado por la exposición al oxígeno y la luz.)

Recientemente, De los Santos-Santos et al. (2026) han profundizado en la viabilidad de la guanábana como fuente de materiales funcionales, demostrando que tanto el almidón como la pectina extraídos de este fruto actúan como reservorios de acetogeninas (específicamente anonacina y pseudoanonacina). La importancia de este hallazgo para la presente investigación radica en que la pectina de guanábana no solo funciona como una barrera estructural, sino que posee una bioactividad intrínseca con propiedades antioxidantes y antimicrobianas. Según este estudio, la pectina presenta concentraciones significativamente más altas de estos compuestos en comparación con el almidón, lo que justifica técnica y científicamente su selección como el biopolímero base para desarrollar recubrimientos que mitiguen el estrés oxidativo de manera más eficiente.

Finalmente, desde lo pedagógico, Parga-Lozano y Piñeros-Carranza (2018) proponen contextualizar estos contenidos. Esta perspectiva asegura que el estudiante no vea el recubrimiento como un simple producto, sino como una solución química a un problema de seguridad alimentaria y reducción de residuos.

2.2 Aprendizaje Basado en Problemas (ABP)

El ABP se define, siguiendo a Barrows (1986), como un método centrado en el estudiante donde el aprendizaje surge de la indagación cooperativa. Para esta investigación, el ABP se sitúa como un proceso de indagación guiada, donde el docente actúa como facilitador frente a un reto tangible (Barrel, 1999).

Para la construcción de la ruta de trabajo, se integraron los aportes de Correa, García y Varela (2021), quienes establecen etapas claras de gestión docente para optimizar el tiempo en el aula. Asimismo, se adoptó la estructura propuesta por Camargo et al. (2023), cuya efectividad radica en su enfoque de "problema analítico". Este marco argumentativo es idóneo para esta propuesta porque permite secuenciar la experimentación química (extracción, formulación y medición) como pasos lógicos para la resolución de la pregunta de investigación, fortaleciendo la competencia procedimental en el laboratorio.

Investigaciones como las de Arrieta-Palomino et al. (2024) y Guerrero (2019) refuerzan este enfoque al demostrar que la enseñanza de la química orgánica y las ciencias naturales, a través de secuencias didácticas basadas en problemas reales (como la extracción de pigmentos o procesos biológicos), fomenta el pensamiento crítico y la autonomía del estudiante de décimo grado, permitiéndole conectar conceptos teóricos con procesos culturales y tecnológicos.

2.3 Fundamentación de la competencia: Solución de problemas

La consolidación de la propuesta requirió definir las dimensiones de la competencia de solución de problemas. Se adaptó la metodología de Pólya (revisitada por autores

contemporáneos como Gómez, 2017), que contempla cuatro etapas: comprender el problema, diseñar un plan, ejecutarlo y evaluar los resultados. Esta estructura es el eje de nuestras guías de laboratorio.

Por otro lado, la perspectiva de Pozo y Postigo (2013) —actualizando sus trabajos previos— resulta fundamental para entender que resolver problemas en química implica una transformación en el razonamiento. No se trata solo de aplicar una fórmula, sino de desarrollar habilidades de metacognición, donde el estudiante ajusta su modelo mental al observar cómo las variables (como la concentración del extracto de semilla) afectan la conservación del fruto.

Finalmente, la integración de lo conceptual y lo actitudinal se apoya en Zabala y Arnau (2014) y el enfoque socioformativo de Tobón (2017). Este último justifica la vinculación del estrés oxidativo con el desperdicio de alimentos, transformando un concepto químico abstracto en una herramienta de compromiso social. De esta manera, el análisis de la oxidación deja de ser una reacción en papel para convertirse en un indicador de éxito en la preservación de alimentos en el contexto local.

Figura 1 mapa mental competencia de solución de problemas



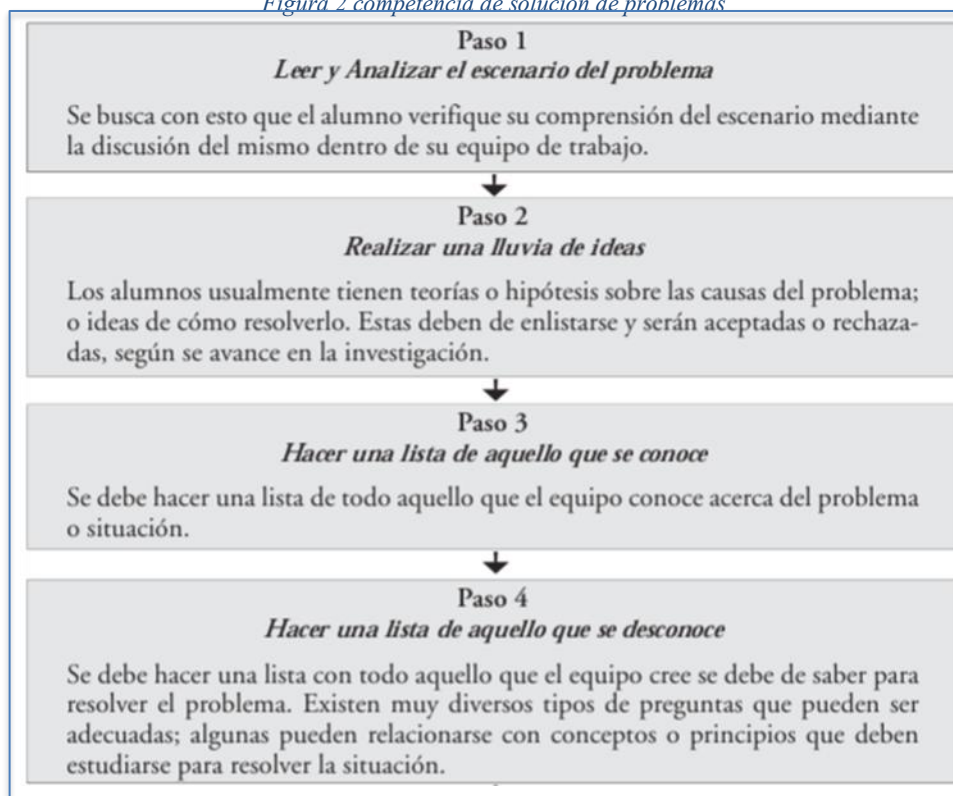
Fuente: Elaboración propia, adaptada de Polya (1945), Barrows (1986), Bardos y García (2014) y Jonassen (2011).

3. MARCO CONCEPTUAL

Este capítulo está dedicado a presentar las bases teóricas que apoyan la presente investigación; se parte del fortalecimiento de las competencias científicas, en especial en la solución de problemas, direccionándolo a la preservación de alimentos; también se aborda la implementación de los contenidos teóricos necesarios durante la orientación de temas como el estrés oxidativo, oxidación en articulación con escenarios cotidianos. Esto conlleva el abordaje de aspectos como, polímeros, biodegradabilidad y revestimientos comestibles, preservación, donde se puede promover un aprovechamiento académico de los temas tratados en las clases dentro del contexto educativo medio, estableciendo una base teórica que promueve un aprendizaje significativo y contextualizado.

Para ello, Morales y Landa (2004) plantea en el Aprendizaje Basado en problemas (ABP) una estructura de lectura, análisis, definición de aspectos conocidos, aspectos desconocidos, descritos en el siguiente proceso:

Figura 2 competencia de solución de problemas



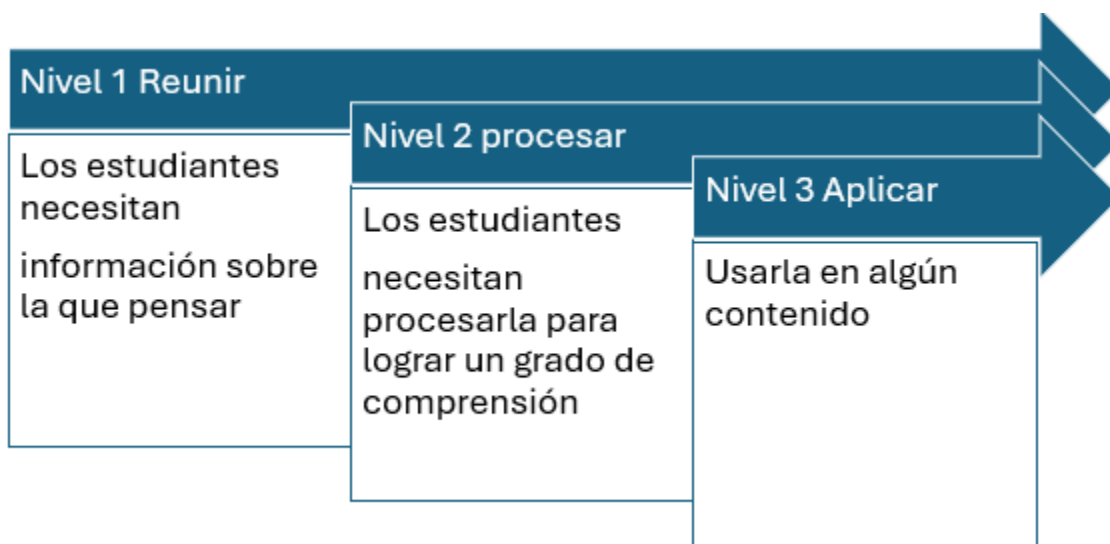
Fuente: Morales y Landa. (2004). Aprendizaje basado en problemas problem – based learning.

En conjunto con el método, al pretender fortalecer la competencia solución de problemas, es necesario identificar las **habilidades** involucradas. Bardos & García. (2014) definen éstas como “aquellas variables que se ponen en juego en un proceso de solución de problemas”. Así

mismo, establecen que el modelo ABP se rige bajo dos componentes, Bardos y García. (2014) “Orientación o actitud hacia los problemas, que refleja una actitud general hacia los problemas; y Habilidades básicas de solución de problemas: definición y formulación del problema, generación de soluciones alternativas, toma de decisión y aplicación de la solución y comprobación de su utilidad”. Lo cual se articula con la estructura del ABP establecida por Morales y Landa. (ver figura 1) para lograr un adecuado funcionamiento del modelo y de ese modo desarrollar o fortalecer las habilidades de la competencia.

Para ello, Barell. J establece como aspecto importante dentro del ABP el modelo de tres niveles de intelecto, los cuales se caracterizan por hacer que los estudiantes (Barell. J 1999) “reúnan información de distintas maneras”. la procesen y apliquen para desarrollar una comprensión profunda y una sensación de ser dueños del conocimiento o la habilidad”.

Figura 3 Niveles de modelo de intelecto.



Fuente: elaboración propia, adaptación de *El aprendizaje basado en problemas*. (Barell, J 1999).

A partir del anterior panorama se estableció la elaboración de una secuencia didáctica, estas (Díaz-Barriga, A. s.f) constituyen una organización de las actividades de aprendizaje que se realizarán con los alumnos y para los alumnos con la finalidad de crear situaciones que les permitan desarrollar un aprendizaje significativo.

Por tanto, dentro de la secuencia se establece el *escape room* (sala de escape). Dichas actividades, (Nicholson, S. 2015) son juegos de acción en vivo por equipos donde los jugadores descubren pistas, resuelve acertijos y completan tareas en una o más salas para lograr un objetivo específico (normalmente escapar de la sala) en un tiempo limitado. Este tipo de estrategias didácticas permiten que los estudiantes se motiven y participen activamente en las actividades propuestas, y esta estrategia en conjunto con la secuencia de actividades permiten avanzar por niveles, haciendo que se articulen los (Csapó y Funke 2017) “diversos componentes cognitivos

de la solución de problemas, necesarios para resolver con éxito tanto problemas analíticos intercurriculares como específicos de la asignatura”.

El escape room contó con 5 preguntas en las cuales se trataron conceptos básicos, casos de aplicación de los recubrimientos y una síntesis del tema, actividad que tuvo como finalidad socializar los aspectos importantes del tema a través de la elaboración de una pieza gráfica. Todo este material atiende a los siguientes componentes:

Tabla 1 Componentes del ABP asociado a las acciones desarrolladas con el ABP

COMPONENTE	ACCIÓN
Disponibilidad y aplicación del conocimiento de conceptos y procedimiento	Saber qué.
Conocimiento de procedimientos	Saber cómo.
Conocimiento condicional	Saber cuándo y por qué.
Disponibilidad y aplicación de estrategias generales de resolución de problemas	Estructurar la búsqueda de información relevante, usar representaciones alternativas del problema, analogías.
La autorregulación	Planificar, supervisar, evaluar y, de ser necesario, modificar.

Fuente: elaboración propia, adaptación (Csapó, y Funke 2017).

Finalmente, la planificación del modelo educativo colombiano se fundamenta en una red de conocimientos enfocada en la resolución de problemas. En el área de ciencias, el objetivo es fomentar compromisos personales y colectivos que permitan a los estudiantes argumentar ética y críticamente sobre los desarrollos científicos (Ministerio de Educación Nacional, 2006). Bajo este enfoque, la formación se orienta al desarrollo de competencias, preparando al estudiante para ser propositivo, competitivo y orientado al logro (Castellanos et al., 2012).

Esta investigación se orienta al aporte de fortalecer y transformar la enseñanza de la química, vinculando al estudiante como gestor activo en su propio aprendizaje mediante la confrontación de problemas naturales, buscando la “generación de soluciones alternativas, toma de decisión, y aplicación de la solución y comprobación de su utilidad” Bados y García. (2014).

En este sentido, la propuesta de utilizar recubrimientos biodegradables en la enseñanza de la química está alineada con este ideal y aborda una problemática ambiental desde el ámbito académico. El uso de materiales biodegradables, en reemplazo de plásticos convencionales, representa una estrategia clave para reducir el impacto ambiental (Jarpa-Parra, 2023). Los recubrimientos biodegradables intervienen como barreras protectoras, protegiendo de microorganismos, pero también que los alimentos permanezcan frescos conservando sus propiedades físicas; de esta manera se fortalece en el contexto de la sostenibilidad y la educación (Del Ángel Purata, 2019; Jarpa -Parra, 2023).

Por otro lado, la importancia de esta investigación radica en el proceso por el cual el estrés oxidativo puede comprometer la calidad de los alimentos y generar pérdidas económicas. Este proceso se describe como una reacción en la que los radicales libres interactúan con biomoléculas, comprometiendo su estabilidad y funcionalidad. (Méndez-Sánchez y Sánchez-Valle, 2013, p. 161). El aprendizaje basado en la experimentación práctica provee a la enseñanza basada en problemas reales como la conservación alimentaria, la adaptación de la enseñanza, la enseñanza del estrés oxidativo y su mitigación (Del Ángel Purata, 2019; Jarpa-Parra, 2023).

3.1 Extracción de pectina como biopolímero natural a partir de semillas de guanábana

La pectina, un polisacárido estructural, está constituida principalmente por cadenas de ácido D-galacturónico unidas por enlaces α -(1 \rightarrow 4), con distintos grados de esterificación, lo que determina sus propiedades gelificantes y filmógenas (Thakur et al., 1997). Se encuentra en la pared celular de las plantas (en particular, en las frutas) y cumple tareas de regulación de la porosidad de los tejidos vegetales y adhesión intercelular.

Diversos estudios han demostrado que la pectina puede extraerse eficazmente de subproductos frutales mediante hidrólisis ácida en medio acuoso. Esta reacción química consiste en la ruptura de los enlaces glucosídicos y la desesterificación parcial de la protopectina (forma insoluble), transformándola en pectina soluble mediante la acción de iones hidronio (H_3O^+) en condiciones de temperatura controlada. Durante este proceso, el tratamiento térmico en condiciones de pH ácido favorece la liberación de la pectina de la matriz estructural del tejido hacia la fase líquida (Canteri-Schemin et al., 2005; Min et al., 2010).

La eficiencia del proceso depende principalmente del pH, la temperatura y el tiempo de calentamiento. Rangos de temperatura entre 50 y 90 °C y valores de pH entre 1.5 y 3.0 son adecuados para maximizar el rendimiento sin provocar la degradación del polímero. Esto es relevante en contextos educativos donde se busca un balance entre seguridad y efectividad, como lo afirma Canteri-Schemin et al. (2011). El uso de ácido cítrico constituye una alternativa segura para obtener pectina apta para sistemas alimentarios, reduciendo el riesgo asociado a reactivos corrosivos (Min et al., 2010) y favoreciendo la formación de redes poliméricas durante el secado.

Con base en las caracterizaciones fisicoquímicas realizadas por Santiago, Pérez y Vit (2014) y estudios complementarios sobre subproductos de anonáceas, se verificó que la semilla de guanábana presenta una composición rica en biopolímeros y compuestos bioactivos: contiene 2,5% de cenizas, 17,9% de fibra cruda, 15,7% de proteínas, 26,0% de carbohidratos y 37,7% de aceite (base seca).

Para la obtención del biopolímero, se realizó una hidrólisis ácida siguiendo un protocolo estandarizado: se molieron y pesaron 200 g de semillas, las cuales se mezclaron con 400 mL de agua destilada y 10 g de ácido cítrico en un matraz Erlenmeyer. La mezcla se calentó durante 30 minutos con agitación constante. Tras una doble filtración (por gravedad y vacío), el extracto se concentró al 50%, se le adicionó 10 mL de glicerina como plastificante y se evaporó hasta obtener una sustancia viscosa. Finalmente, el recubrimiento se aplicó sobre muestras de fresa (*Fragaria*), fruta seleccionada por su alta tasa respiratoria y susceptibilidad al deterioro postcosecha, lo que permite observar claramente la eficacia del biopolímero como barrera protectora.

3.2 Propiedades organolépticas de los biopolímeros y el estrés oxidativo

Las propiedades organolépticas son las características de un material percibidas por los sentidos: color, olor, textura y sabor. En biopolímeros de pectina, estas influyen en su viabilidad como recubrimiento comestible (Espitia et al., 2014). Suelen ser translúcidos y de aroma neutro (especialmente al usar ácido cítrico), lo que evita alteraciones sensoriales en el alimento recubierto (Thakur et al., 1997).

Al aplicar el recubrimiento en frutas, el objetivo principal es reducir el estrés oxidativo. Este fenómeno ocurre por un desequilibrio entre la producción de especies reactivas de oxígeno (ROS) y la capacidad antioxidante del fruto, lo que acelera la senescencia, el pardeamiento y la degradación de lípidos y vitaminas. El biopolímero de pectina actúa como una barrera física que limita la difusión de oxígeno hacia el interior del tejido, reduciendo la actividad de enzimas oxidativas como la polifenoloxidasas y conservando así las propiedades naturales de la fruta.

En ese sentido, para el análisis experimental se consideran las características de la fresa en su estado natural.

a. Propiedades organolépticas de los biopolímeros

Las **propiedades organolépticas** corresponden a aquellas características de un material que son percibidas directamente por los sentidos, tales como el color, el olor, la textura y el sabor. En el caso de los biopolímeros obtenidos a partir de polisacáridos naturales como la pectina, estas propiedades adquieren especial relevancia, ya que influyen tanto en la aceptación del material como recubrimiento comestible como en su viabilidad para aplicaciones en conservación de alimentos (Espitia et al., 2014). En términos de apariencia visual, suelen presentar una coloración ligeramente translúcida, Respecto al olor, suele presentar aromas neutros, especialmente cuando se emplean ácidos orgánicos como el ácido cítrico durante el proceso de extracción. Esta característica resulta favorable para aplicaciones alimentarias, dado que no interfiere con el aroma propio del alimento recubierto, evitando alteraciones sensoriales indeseadas (Thakur et al., 1997). Desde el punto de vista gustativo, la pectina es considerada sensorialmente neutra; no afectan de manera significativa la aceptabilidad del material en aplicaciones experimentales de recubrimientos comestibles (Min et al., 2010). Por otra parte, al aplicarse el recubrimiento en frutas con el propósito de reducir el estrés oxidativo y prolongar el tiempo de vida útil, es importante considerar las propiedades organolépticas de la fruta como sustrato objeto de análisis por parte de los estudiantes, En ese sentido, las características naturales de la fresa, en su estado natural son las siguientes

Figura 4 Propiedades organolépticas de la fresa.



Fuente: Plan de frutas y hortalizas. (2019).

En el marco de la presente investigación, el análisis de estas propiedades no se limita únicamente a una caracterización material, sino que se concibe como una herramienta pedagógica que permite al estudiante comprender y asimilar de manera efectiva los conceptos abordados, promoviendo un aprendizaje práctico alineado con enfoques constructivistas (Saldarriaga-Zambrano et al., 2016). La propuesta educativa pretendió aportar al desarrollo personal y académico de los estudiantes, proporcionándoles experiencias experimentales que facilitan la comprensión de la química aplicada a situaciones reales. De esta manera, la propuesta didáctica busca contribuir a una formación más integral y significativa, en la que la química se comprende no solo como un conjunto de contenidos teóricos, sino como una disciplina vinculada a problemáticas ambientales y alimentarias del contexto actual.

b. Alcances de la investigación

Esta investigación se orientó a fomentar un aprendizaje activo y colaborativo, mejorando la comprensión del estrés oxidativo y su tratamiento a partir de la química de polímeros aplicada en alimentos; de esta manera ofrece una herramienta educativa e innovadora. Además de promover el desarrollo de competencias transversales, como el pensamiento crítico, la solución de problemas, entre otras. Asimismo, se suministra a los estudiantes una solución práctica, facilitando su participación en la ciencia aplicada a problemas reales. Ahora bien, esta

investigación tiene una fuerte aplicación práctica al proponer alternativas sostenibles y así reducir la dependencia de plásticos de un solo uso y promover el uso de materiales biodegradables.

La conservación de alimentos mediante el uso de biopolímeros, como pectina, almidón de maíz y extractos de semillas, contribuye también a una mejora significativa en la sostenibilidad de la cadena de suministro alimentario, alineándose con los principios de economía circular (Jarpa -Parra, 2023). Esta perspectiva no solo busca reducir el impacto ambiental por la utilización de plásticos, sino también contribuir a la educación sobre el reciclaje y la reutilización de materiales.

Se propone la evaluación a través de un enfoque cualitativo, por medio del análisis de seguimiento de procedimientos, observación y recolección de información. Utilizando entrevistas, grupos focales y análisis de desempeño en actividades prácticas y trabajos colaborativos, se busca valorar cómo la metodología empleada promueve la adopción de conocimientos y habilidades que les permiten aplicar de manera crítica los conceptos aprendidos en contextos de la vida real (Del Angel Purata, 2019).

La escalabilidad de la propuesta se ve facilitada por su flexibilidad y capacidad de adaptación a distintos entornos educativos (Jarpa-Parra. 2023). De acuerdo con este enfoque educativo, es adaptable y replicable en diferentes niveles de enseñanza, desde la educación media hasta la superior. A medida que se prueba en diferentes escenarios, se ajustarán las metodologías.

3.3 Formulación y delimitación del problema

En la actualidad, las instituciones de educación media en Colombia han integrado metodologías de investigación orientadas al desarrollo de proyectos. Si bien el Ministerio de Educación Nacional (2003) señala que esto busca mejorar la empleabilidad y el emprendimiento, la verdadera apuesta pedagógica reside en el fortalecimiento de competencias transversales que permitan al estudiante transitar con éxito hacia la educación superior, independientemente de si

su enfoque es técnico o académico. No se trata simplemente de ejecutar tareas manuales, sino de dotar al estudiante de herramientas intelectuales para comprender y transformar su entorno.

Sin embargo, existe una ruptura crítica en este modelo: la falta de transversalidad. Frecuentemente, el estudiante se enfoca en la elaboración de un producto final de forma empírica, limitándose a las instrucciones técnicas de un área base y desaprovechando el potencial de las ciencias básicas como eje dinamizador de la innovación. En este escenario, la enseñanza de la química suele quedar relegada a una carga académica aislada, cuya relevancia termina dependiendo exclusivamente del énfasis administrativo del colegio y no de su valor intrínseco para resolver problemas complejos.

Esta desconexión se agrava por el carácter abstracto de los entramados conceptuales de la química, lo que genera desinterés y frustración. Como afirma Leal (2023), cuando el diseño de los procesos educativos ignora la experiencia del educando, se producen barreras emocionales que derivan en el rechazo al sistema científico. Esta inconformidad no solo se refleja en la reprobación, sino en la pérdida del espíritu investigativo; el estudiante deja de ver la química como un lenguaje para interpretar el mundo y la percibe como un obstáculo memorístico.

La urgencia de un cambio de enfoque se evidencia en los resultados de las pruebas PISA (2022). Aunque Colombia mostró avances históricos, el rendimiento reciente indica que la mayoría de los estudiantes se ubican en niveles de desempeño donde solo reconocen fenómenos cotidianos superficiales. Esto implica una incapacidad para emplear un lenguaje especializado y modelos científicos que permitan abordar problemas de mayor complejidad, como los que requiere la industria alimentaria o la biotecnología actual.

Por lo tanto, es imperativo replantear las metodologías en el aula de educación media. Enseñar conceptos como el estrés oxidativo —fenómeno que requiere comprender la interacción entre procesos biológicos y reacciones químicas de transferencia de electrones— exige un puente sólido entre la teoría y la realidad. La presente investigación propone, entonces, el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) no como una herramienta laboral, sino como una estrategia de articulación cognitiva. El objetivo es que el estudiante no solo aprenda a "hacer un producto", sino que desarrolle la competencia de solución de problemas de orden superior, permitiéndole

comprender cómo el control de la oxidación mediante recubrimientos poliméricos es, en esencia, una aplicación científica de alto nivel para la preservación de la vida y los recursos.

Desde esta perspectiva la pregunta que oriente esta investigación es: ¿Cuáles habilidades de la competencia solución de problemas se fortalecen en un grupo de estudiantes de décimo grado de la Institución Educativa Distrital Colegio de Cultura Popular, al abordar situaciones problema asociadas a la caracterización de películas de recubrimiento para la preservación de alimentos mediante una secuencia didáctica fundamentada en el ABP?

4. OBJETIVOS

a. Objetivo general

Fortalecer las habilidades de la competencia solución de problemas en un grupo de estudiantes de décimo grado de la Institución Educativa Distrital, Colegio Cultura Popular, mediante una secuencia didáctica fundamentada en el ABP y en la caracterización de películas de recubrimiento para la preservación de alimentos.

b. Objetivos específicos

- Diagnosticar las habilidades de la competencia solución de problemas de un grupo de estudiantes de décimo grado de la Institución Educativa Distrital, Colegio Cultura Popular.
- Definir los elementos conceptuales y metodológicos del aprendizaje basado en problemas que se incorporan en una secuencia didáctica para fortalecer las habilidades de la competencia solución de problemas.
- Determinar las habilidades de la competencia solución de problemas que se fortalecen en los estudiantes durante la implementación de la secuencia didáctica que integra actividades experimentales con biopolímeros en contextos escolares.

5. DISEÑO METODOLÓGICO

Este trabajo se enmarca en una investigación aplicada, cuyo principal objetivo es promover el desarrollo de la competencia de solución de problemas a través de la comprensión y aplicación de la química de polímeros, específicamente en la caracterización de películas biodegradables para la conservación de alimentos, orientado desde el modelo del ABP, el cual se rige bajo dos componentes, Bardos y García. (2014) “*Orientación o actitud hacia los problemas, que refleja una actitud general hacia los problemas; y 2) habilidades básicas de solución de problemas: definición y formulación del problema, generación de soluciones alternativas, toma de decisión y aplicación de la solución y comprobación de su utilidad*”.

Dentro del ABP, se sugiere que el modelo “se puede llevar a cabo a través de una rúbrica o matriz de valoración” Morales & Landa (2004). Del mismo modo, sugieren evaluar el trabajo de cada individuo, la presentación del equipo, el reporte escrito del grupo, los conocimientos adquiridos, etc. Los autores afirman que “*puede utilizarse la observación directa de la actuación de una persona en situaciones problemáticas reales o simuladas. Y para evaluar las habilidades reales de solución de problemas*”.

Bajo este enfoque evaluativo, se implementaron matrices de observación diseñadas para sistematizar el seguimiento de los estudiantes. Dichos instrumentos permiten evaluar productos específicos —lecturas, informes y exposiciones— y, simultáneamente, valorar el comportamiento y la capacidad propositiva del alumnado ante las posibles soluciones al reto científico.

El enfoque adoptado en esta investigación es cualitativo, definido por Hernández-Sampieri, Fernández y Baptista (2014) como un proceso orientado a comprender los fenómenos en su contexto natural, privilegiando la perspectiva de los participantes y el significado que atribuyen a sus experiencias. Es pertinente este enfoque, en la medida en que posibilita un análisis profundo de las percepciones de los estudiantes frente al estrés oxidativo en los alimentos y su interacción directa con el proceso de caracterización de recubrimientos biodegradables.

La investigación se fundamenta en el paradigma interpretativo, ya que, los estudiantes no son considerados receptores pasivos de información, sino sujetos activos que construyen conocimiento a partir de la experimentación.

De acuerdo con la ruta cualitativa planteada por Hernández-Sampieri (2014), este diseño permite recolectar y analizar información sobre los procesos, cualidades y desarrollos de los estudiantes de manera holística. En consecuencia, la interpretación de los resultados no busca generalizaciones probabilísticas, sino otorgar sentido a la experiencia pedagógica y técnica relacionada con la mitigación del estrés oxidativo mediante el uso de biopolímeros, reconociendo la riqueza interpretativa que emerge de los sujetos en su entorno de aprendizaje.

Por otra parte, la presente investigación se desarrolla bajo un método cualitativo con alcance interpretativo, distanciándose de los diseños experimentales clásicos de control de variables. Si bien el proyecto contempla la síntesis de películas biodegradables en el laboratorio, esta acción no se orienta a la validación estadística de un producto, sino que se constituye como un escenario de mediación pedagógica. De este modo, la experimentación científica funciona como un catalizador para la interpretación de los cambios conceptuales y el desarrollo de habilidades en la resolución de problemas.

Este enfoque interpretativo permite comprender, a través del lenguaje y la interacción en el aula, cómo los estudiantes construyen significados sobre el estrés oxidativo mientras enfrentan los desafíos del diseño de materiales. En lugar de buscar el control de variables para determinar leyes universales, esta metodología busca interpretar las trayectorias de aprendizaje de los estudiantes, valorando la subjetividad y el pensamiento crítico que emergen al proponer soluciones biotecnológicas a partir de la pectina de guanábana (Pérez-López, 2021).

a. PARTICIPANTES Y FUENTES DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Los participantes de esta investigación fueron 22 estudiantes de grado décimo de la Institución Educativa Distrital Colegio de Cultura Popular Sede C, la cual se encuentra ubicada en la localidad de Puente Aranda (Bogotá), los estudiantes tienen edades entre 14 y 15 años.

El proceso de intervención a los estudiantes lleva implícita la recolección de datos a partir de observación directa de las actividades y experimentos realizados por los estudiantes, para lo cual se establecieron 3 matrices de análisis fundamentadas en la metodología de enseñanza del ABP; las cuales sirvieron como herramienta de evaluación de las actividades desarrolladas por los estudiantes, de entre las cuales se tuvieron laboratorios, cuestionarios y presentaciones, que permitieron construir una percepción de los estudiantes frente al problema estrés oxidativo en alimentos, específicamente en las fresas y la acción de biopolímeros como antioxidantes, para la preservación de esos alimentos.

b. FASES DE LA INVESTIGACIÓN

De acuerdo con la propuesta, la pregunta de investigación y los objetivos establecidos, el proyecto se estableció en cuatro fases (Figura 5.) las cuales se articulan como eje fundamental de la práctica, recolección de información y posterior análisis de resultados, por lo tanto, durante su ejecución, se establece un espacio de reflexión, seguido de un desarrollo del plan de enseñanza, el cual permitió la obtención de resultados y finalmente, un análisis de estos.

Figura 5 Fases de la investigación



Fuente: Elaboración propia.

i. FASE 1: REFLEXIÓN

Antes de realizar una intervención en el grupo de trabajo, fue pertinente tener en cuenta varios aspectos: primero, se exploró el nivel de desempeño de los estudiantes frente a las competencias científicas que tienen desarrolladas; segundo, se identificó una competencia débil, que se ajuste a la metodología de aprendizaje basado en problemas; y tercero, se empezó a establecer términos importantes como el de polímeros.

Para ello, se propuso el desarrollo de un experimento sencillo (elaboración de slime), con el cual se pretendió que los estudiantes se expresaran frente a una actividad experimental. Dado que se tuvo en cuenta que eran estudiantes de grado décimo, durante su recorrido académico debían haber desarrollado algunas competencias y habilidades. Hernández (2005) menciona que “las competencias que sería deseable desarrollar en los distintos niveles escolares serán diferentes dependiendo del proyecto educativo general que se trace”; por ello, tomó importancia analizar qué competencias y habilidades científicas se podían potenciar a partir de la fase 2.

Trabajar con este tipo de sustrato permitió abarcar una gran diversidad de aspectos con los estudiantes, por lo que fue necesario organizarlos en grupos de trabajo e iniciar el proceso de fundamentación teórica. Con ello, resultó importante establecer la matriz 1 (Tabla 2), que permitiera realizar un seguimiento a los grupos de trabajo a partir de los siguientes criterios:

1. Insuficiente: No desarrolla los procesos de acuerdo con las acciones establecidas.
2. Básico: desarrolla procesos de forma limitada, demostrando bajo rendimiento en las acciones desarrolladas.
3. Intermedio: Desarrolla procesos de forma regular, presentando algunas dificultades de acuerdo con las acciones observadas.
4. En desarrollo: Desarrolla procesos de forma regular presentando algunos aciertos de acuerdo con las acciones observadas.
5. Avanzado: Desarrolla procesos de forma óptima de acuerdo con las acciones observadas.

Tabla 2 Matriz 1 de diagnóstico

Matriz 1. Diagnóstico			Escala de valoración				
Competencias Científicas	Habilidades	Acción	1	2	3	4	5
Capacidad de formular preguntas o plantear problemas acudiendo a modos de representación de las ciencias.	Formulación de preguntas e hipótesis	Realiza preguntas frente a los materiales y procedimientos.					
		Genera hipótesis frente a los materiales y procedimientos solicitarle que lo haga y lo expresa con la clase.					
		Genera hipótesis frente a los materiales y procedimientos cuando se le indica.					
Capacidad de acudir a las representaciones, los métodos y las fuentes adecuadas para resolver un problema o dar razón de un fenómeno o acontecimiento.	Observación	Identifica propiedades naturales como maleabilidad ductilidad, color viscosidad, dureza del producto obtenido y los expresa con la terminología química.					
		Comprende el proceso de cambio de las sustancias identificando cambios químicos, cambio en las propiedades.					
	Interpretación y análisis de datos	Compara su producto con los obtenidos por los compañeros, identificando variaciones como maleabilidad.					
		Identifica y/o propone posibles variables en el producto, como la adición de espuma para afeitar, colorantes escarcha.					
Capacidad de resolver problemas empleando (según niveles) métodos, teorías y conceptos de las ciencias (incluiría la capacidad de resolver problemas propios de las ciencias).	Diseño y Ejecución de Investigaciones	Sigue las instrucciones del docente correctamente logrando obtener un producto de acuerdo con sus características comerciales.					
	Solución de problemas	Propone nuevos usos para el producto de acuerdo con la calidad y las propiedades.					
Capacidad de presentar y representar las ideas de distintos modos atendiendo al contexto y respetando las especificidades del interlocutor (atención a los presupuestos de la comunicación).	Comunicación Científica	Presenta ideas concretas con términos especializados tales como dureza, maleabilidad, ductilidad					

Fuente: elaboración propia.

ii. FASE 2: DESARROLLO DEL PLAN DE ENSEÑANZA.

Partiendo del problema y la fundamentación teórica, se pretendió conectar teoría y práctica en el que los estudiantes aplicaron “conceptos de química de polímeros a problemas reales, fomentando el aprendizaje activo y la solución de problemas en temas de sostenibilidad y conservación de alimentos” (Del Angel Purata, 2019; Jarpa-Parra, 2023). Esta metodología se basó en principios “constructivistas, donde los estudiantes fueron protagonistas de su propio aprendizaje”, como lo propuso Jean Piaget (Saldarriaga-Zambrano, Bravo-Cedeño, & Loor Rivadeneira, 2016).

Fue importante tener en cuenta que, para atender al objetivo, se ajustó el tema principal a propuestas centradas en los estudiantes, limitándose al contexto social en el que se desenvolvían, planteándoles como problema la degradación de alimentos como frutas a causa de los radicales libres, estableciéndoles la pectina presente en las semillas como barrera protectora de las frutas frente al estrés oxidativo.

A partir de ello, los estudiantes realizaron pruebas organolépticas a los productos, con el fin de definir características como el tacto, color, olor, comparando cada una de las muestras y a partir de ello identificar el problema, comparar el efecto de las soluciones a la situación, realizar una comprensión del fenómeno, sus efectos e implicaciones en un contexto real, y de ese modo evaluar, concluir y justificar el desarrollo del proceso. En este punto, por medio de la tabla 3, de la matriz llamada biopolímeros, a partir de la cual se buscó analizar habilidades de seguimiento de procedimientos, observación, recolección de información, análisis y explicación, los cuales fueron evaluados a partir de los siguientes criterios metodológicos:

1. Insuficiente: No desarrolla los procesos de acuerdo con las acciones establecidas.
2. Básico: desarrolla procesos de forma limitada, demostrando bajo rendimiento en las acciones desarrolladas.
3. Intermedio: Desarrolla procesos de forma regular, presentando algunas dificultades de acuerdo con las acciones observadas.
4. En desarrollo: Desarrolla procesos de forma regular presentando algunos aciertos de acuerdo con las acciones observadas.
5. Avanzado: Desarrolla procesos de forma óptima de acuerdo con las acciones observadas.

Tabla 3 Matriz 2 de observación biopolímeros.

Matriz 2 Biopolímeros					
Respuestas obtenidas de las realizadas a los grupos de trabajo (g)					
Criterio/Nivel	1	2	3	4	5
	Insuficiente	Básico	Intermedio	En proceso	Avanzado
Identificar el estrés oxidativo como situación problema y reflexiona, justificando su punto de vista					
Realiza una comprensión del problema, sus efectos e implicaciones en un contexto real a partir de la lectura					
Concluye frente a la información proporcionada en torno al problema presentado y lo expresa de forma verbal socializando su punto de vista.					
Observación de los grupos de trabajo (g)					
Compara visualmente las muestras 1,2,3 identificando coloración, pardeamiento, putrefacción.					
Compara olfativamente las muestras 1,2,3 identificando fermentación, olores dulces.					
Compara sensorialmente las muestras 1,2,3 identificando dureza, firmeza					
Contrasta Los Resultados Obtenidos Para la aplicación del recubrimiento en otros productos como frutas, postres, etc					
Evalúa las características de cada muestra identificando y caracterizando la mejor y peor conservada					
Explica la presencia del problema de acuerdo con el resultado obtenido					
Aplica El Principio De Antioxidante Como Solución Para La Reducción Del Estrés Oxidativo					

Fuente: Elaboración propia.

iii. FASE 3: ORIENTACIÓN A LOS RESULTADOS

El Escape Room Científico se implementa como una estrategia didáctica de cierre e integración dentro de la secuencia de aprendizaje basada en problemas, cuyo propósito es que los estudiantes apliquen los conocimientos adquiridos durante la observación de la caracterización de biopolímeros en un contexto lúdico, colaborativo y orientado a la solución de situaciones problemáticas.

Esta actividad se estructura a partir de un escenario contextualizado, en el cual los estudiantes deben superar una serie de retos científicos para lograr un objetivo común, promoviendo así la toma de decisiones, el trabajo en equipo y la argumentación basada en evidencias. Desde el punto de vista conceptual, los retos del Escape Room están diseñados para que los estudiantes analicen las propiedades organolépticas de los biopolímeros, tales como color, olor y textura, estableciendo relaciones entre estas características sensoriales y las condiciones del proceso de extracción y formación de las películas biodegradables.

La construcción del escape room, se enfocó en conectar los conceptos trabajados con un contexto social y ambiental, demostrando el impacto del tema en la vida cotidiana. Por eso, la actividad no buscó únicamente que los estudiantes lleguen a una respuesta correcta, sino que pasen por un proceso de diálogo, comparación de ideas y acuerdos dentro del equipo, lo que les ayudó a apropiarse de los conceptos.

Con las preguntas de tipo situaciones problema, la dinámica del Escape Room buscó fortalecer la capacidad de resolver problemas, sino también buscando la forma de aplicar de manera organizada diferentes recursos y razonamientos para enfrentar esas situaciones complejas que abarca el estrés oxidativo dentro de diversos contextos cotidianos y sociales, tal como se espera en la formación por competencias.

Adicionalmente, la estructura secuencial de los retos obligó a los estudiantes a analizar información, seleccionar datos relevantes, interpretar resultados y tomar decisiones bajo condiciones de tiempo limitado. En este sentido, el Escape Room Científico no se concibe únicamente como una actividad lúdica, sino como un espacio de integración curricular en el que

convergen contenidos disciplinares, habilidades científicas y actitudes frente al aprendizaje. Al articular el análisis de las propiedades organolépticas del biopolímero con una estrategia basada en problemas contextualizados, se buscó que los estudiantes conecten el conocimiento químico con su entorno social y ambiental, promoviendo una formación más integral y orientada a la aplicación responsable de la ciencia.

Una vez realizados y aplicados los recubrimientos, se buscó que los estudiantes realizaran un análisis de resultados, permitiendo que ellos, a partir de su capacidad de análisis, redactaran y sustentaran los resultados, concluyendo sobre la viabilidad del recubrimiento. Para ello, los estudiantes debieron elaborar una pieza gráfica (cartel explicativo, infografía, caricatura, grafiti) atendiendo a las siguientes preguntas: ¿Qué problema busca resolver con los recubrimientos biodegradables? ¿Cómo se conecta la elaboración de biopolímeros con la sostenibilidad y las buenas prácticas ambientales? ¿Qué impacto tendrían los recubrimientos en la comunidad y la vida cotidiana? las cuales sirvieron como parámetros, estos, junto con los conocimientos adquiridos sobre el impacto ambiental del estrés oxidativo y las propiedades organolépticas de los recubrimientos, permitieron construir un panorama específico sobre las actividades desarrolladas a nivel general.

Al mismo tiempo, se realizó la recolección de datos que requirió el análisis de la propuesta; para ello se propuso implementar un test que involucrara los resultados de los estudiantes y la sustentación de estos a partir de la elaboración de material visual. A partir de estas evidencias se evaluó el nivel de desempeño en habilidades como la formulación del problema, la generación de soluciones alternativas, la toma de decisiones, la aplicación de la solución y la comprobación de su utilidad. Finalmente, se estableció la Matriz 3 orientada hacia la capacidad de presentar resultados y, al mismo tiempo, la comprensión del tema.

Tabla 4 Matriz 3. Escape room

Matriz 3 Escape room					
Preguntas evaluativas					
	1	2	3	4	5
Criterio/Nivel	Insuficiente	Básico	Intermedio	En proceso	Avanzado
Define el problema y lo relaciona con la solución establecida					
Identifica y establece la secuencia de procedimiento para el proceso de la solución del problema					
Establece patrones de soluciones generales a partir de la solución planteada					
Planifica, evalúa y concluye, socializando una respuesta desde el resultado obtenido					

Fuente: Elaboración propia.

FASE 4: ANÁLISIS DE RESULTADOS

Finalmente, en esta fase se realizó el tratamiento de los datos recolectados, tomando como punto de partida el diagnóstico inicial. Los resultados de este permitieron identificar falencias conceptuales y procedimentales específicas, las cuales sirvieron como insumo para orientar la propuesta hacia el fortalecimiento de la competencia de solución de problemas. Con base en este hallazgo, se procedió a la estructuración de la secuencia didáctica, la cual integró la contextualización teórica y la ejecución de la práctica de laboratorio. Esta última contó con una guía técnica y una matriz de evaluación diseñadas según los parámetros de la Fase 2. Como cierre del proceso, se implementó un *escape room* educativo, cuya efectividad fue valorada

mediante una matriz de desempeño final, permitiendo así verificar la apropiación de las habilidades científicas desarrolladas.

Dimensiones de análisis de resultados

El análisis de la intervención pedagógica se estructuró en torno a tres dimensiones fundamentales, las cuales permitieron medir el impacto de la secuencia didáctica:

- **Comprensión conceptual:** En esta dimensión se evaluó el nivel de apropiación y dominio de los conceptos fundamentales implicados, tales como el estrés oxidativo, la estructura de los polímeros y las reacciones químicas presentes en la conservación de alimentos.
- **Desarrollo de la competencia de solución de problemas:** Esta dimensión analizó la capacidad del estudiante para transitar por las etapas del pensamiento científico. Se evaluaron habilidades específicas como:
 - La identificación y delimitación del problema.
 - La propuesta de alternativas de solución.
 - La caracterización técnica del biopolímero como agente protector.
 - El análisis comparativo e interpretación de datos obtenidos de las muestras experimentales.
 - La articulación de resultados con escenarios de problemáticas reales.
- **Motivación y transferencia contextual:** Se valoró la capacidad de los estudiantes para proyectar el conocimiento fuera del aula. Se evaluó el vínculo entre los conceptos químicos y los desafíos de la sostenibilidad, así como la habilidad para justificar la importancia social y ambiental de aplicar estas soluciones en la vida cotidiana, fundamentando sus argumentos en el bienestar colectivo y el cuidado del entorno.

6. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Este capítulo presenta los resultados y el análisis derivados de la implementación de la secuencia didáctica “Polímeros, Estrés Oxidativo y Pectina”. La intervención tuvo como propósito central el fortalecimiento de la competencia solución de problemas en estudiantes de grado décimo del Colegio De Cultura Popular (IED). Para ello, se fomentó la comprensión de la naturaleza de los biopolímeros, el reconocimiento del estrés oxidativo como un fenómeno químico-biológico transversal y la aplicación práctica de la pectina como recubrimiento natural para la preservación de matrices frutales.

La secuencia se estructuró en cuatro momentos pedagógicos, articulados mediante la experimentación, la lectura guiada y la metodología de solución de problemas:

1. Modelamiento molecular: Elaboración de *slime* como modelo representativo para comprender la estructura y comportamiento de los polímeros.
2. Referenciación técnica: Práctica de laboratorio enfocada en la extracción y aplicación de pectina como agente protector, realizada por los docentes en la Universidad Pedagógica Nacional (UPN).
3. Clase magistral sobre estrés oxidativo complementada con una práctica de análisis de propiedades organolépticas, orientada a la comprensión de los procesos de degradación, defensa celular y efectos de la oxidación en alimentos.
4. Actividad integradora tipo *Escape Room*, donde los aprendizajes se aplicaron de manera lúdica y colaborativa con enfoque en sostenibilidad y buenas prácticas ambientales (BPA).

En cumplimiento del primer objetivo específico, el instrumento inicial se diseñó con el fin de identificar las habilidades científicas consolidadas por las estudiantes durante su trayectoria académica. Para este diagnóstico, se seleccionaron habilidades alineadas con las competencias descritas por Hernández (2005), las cuales permiten evaluar la formulación de hipótesis, la observación sistemática, la interpretación de datos y la capacidad de solución de problemas en contextos tanto experimentales como cotidianos. La relación detallada entre estas habilidades y las competencias evaluadas se presenta en la Tabla 5.

Para ello en la escala de valoración se establecieron los siguientes criterios de evaluación.

1. Insuficiente: No desarrolla los procesos de acuerdo con las acciones establecidas.
2. Básico: desarrolla procesos de forma limitada, demostrando bajo rendimiento en las acciones desarrolladas.
3. Intermedio: Desarrolla procesos de forma regular, presentando algunas dificultades de acuerdo con las acciones observadas.
4. En desarrollo: Desarrolla procesos de forma regular presentando algunos aciertos de acuerdo con las acciones observadas.
5. Avanzado: Desarrolla procesos de forma óptima de acuerdo con las acciones observadas.

Tabla 5. Registro de análisis de habilidades de la matriz 1.

Matriz 1. Diagnóstico			Escala de valoración.				
Competencias Científicas	Habilidades	Acción	1	2	3	4	5
Capacidad de formular preguntas o plantear problemas acudiendo a modos de representación de las ciencias.	Formulación de preguntas e hipótesis	Realiza preguntas frente a los materiales y procedimientos.	20				2
		Genera hipótesis frente a los materiales y procedimientos solicitarle que lo haga y lo expresa con la clase.	22				0
		Genera hipótesis frente a los materiales y procedimientos cuando se le indica.	19				3
Capacidad de acudir a las representaciones, los métodos y las fuentes adecuadas para resolver un problema o dar razón de un fenómeno o acontecimiento.	Observación	Identifica propiedades naturales como maleabilidad ductilidad, color viscosidad, dureza del producto obtenido y los expresa con la terminología química.	5		2	2	13
		Comprende el proceso de cambio de las sustancias identificando cambios químicos, cambio en las propiedades.	14		1		7
	Interpretación y análisis de datos	Compara su producto con los obtenidos por los compañeros, identificando variaciones como maleabilidad.	18				4
		Identifica y/o propone posibles variables en el producto, como la adición de espuma para afeitar, colorantes escarcha.	4				2
Capacidad de resolver problemas empleando (según niveles) métodos, teorías y conceptos de las ciencias (incluiría la capacidad de resolver problemas propios de las ciencias).	Diseño y Ejecución de Investigaciones	Sigue las instrucciones del docente correctamente logrando obtener un producto de acuerdo con sus características comerciales.		1	2	9	10
	Solución de problemas	Propone nuevos usos para el producto de acuerdo con la calidad y las propiedades.	18		3		1
Capacidad de presentar y representar las ideas de distintos modos atendiendo al contexto y respetando las especificidades del interlocutor (atención a los presupuestos de la comunicación).	Comunicación Científica	Presenta ideas concretas con términos especializados tales como dureza, maleabilidad, ductilidad	19			3	

Fuente: elaboración propia

De acuerdo con la matriz los resultados obtenidos fueron los siguientes:

- **Habilidad formulación de preguntas e hipótesis:** al presentar los materiales llevados a los estudiantes para la elaboración del slime se pretendía observar el interés de los estudiantes por ellos sin embargo no se evidenció 2 estudiantes quienes se acercaron a preguntar por los materiales y lo que se iba a hacer así mismo, ninguno de los estudiantes indicó conocer, socializar o establecer lo que se iba a hacer con los materiales sin preguntárseles, Sin embargo, al preguntarles a los estudiantes ¿Para qué creen que son los materiales? De los 22 estudiantes 3 establecieron saber lo que se podía hacer con los materiales (slime) y la forma en que se hacía porque mencionaron haberlo realizado de esa manera en alguna ocasión, lo cual nos permitió establecer que entre el 9% y el 13% de los estudiantes presentan la Capacidad de formular preguntas o plantear problemas acudiendo a modos de representación de las ciencias.

- **Habilidad observación:** al preguntar a los estudiantes que propiedades identifican del producto (Slime) la mayoría de los estudiantes 59% mencionaron la dureza, la elasticidad, la maleabilidad, el color. El 2% hicieron referencia a menos propiedades y el 23% no realizaron ningún aporte.

- **Habilidad de análisis e interpretación de datos:** Se preguntó por qué creen que se formó esa masa compacta con las propiedades que observaron donde el 32% de los estudiantes establecieron que al mezclarlos había un cambio en la composición química, el 4% afirmó que solo se producía por la mezcla de los componentes y el 64% no dieron explicación alguna.

Posteriormente, se pidió a los estudiantes que compararan su slime con el de su compañero, para lo cual el 18% de los estudiantes realizaron una comparación profunda, indicando diferencias en color, viscosidad, dureza, tiempo de maleabilidad, al verlo secar solicitaban más colbón, asimismo, el 82% de los estudiantes solo compararon aspectos básicos como el color.

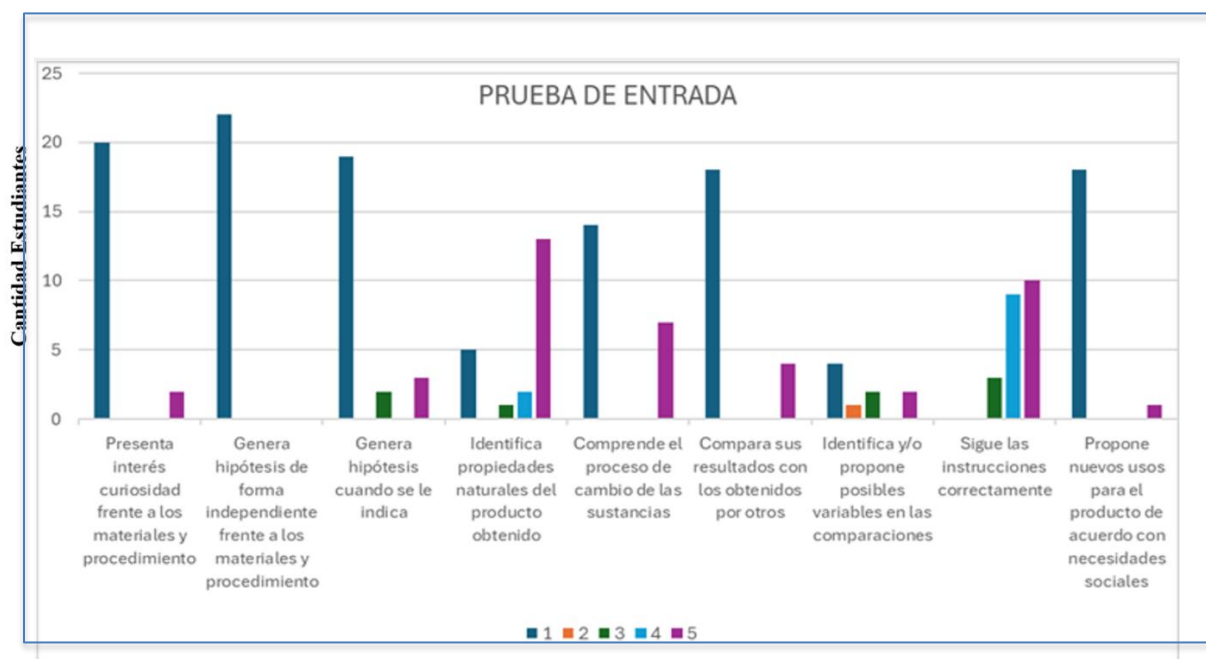
En este contexto, frente a la Capacidad de acudir a las representaciones, los métodos y las fuentes adecuadas para resolver un problema o dar razón de un fenómeno o acontecimiento, gran proporción de los estudiantes presentan dificultades

- Diseño y ejecución de investigaciones: en este ítem se observó el comportamiento de los estudiantes frente al seguimiento de instrucciones ante el proceso de elaboración de slime, donde el 45.5% de los estudiantes demostraron un desempeño superior, el 41% presentaron un desempeño alto, el 4.5% un desempeño intermedio al demostrar dificultades durante el proceso, como no saber calcular las proporciones de los materiales para el slime y el 9% de los estudiantes obtuvieron un slime duro y seco.
- Solución de problemas: frente a este ítem, los estudiantes debían proponer usos o mejoras al slime, frente a ello, el 9% de los estudiantes propusieron mejoras como escarcha, aplicación de espuma de afeitar, o lo propusieron como masilla de modelar figuras, el 82% no propusieron nada y el 13% siguieron proponiéndolo como juguete. Esto indica que un alto porcentaje de estudiantes tiene dificultades en la Capacidad de resolver problemas empleando (según niveles) métodos, teorías y conceptos de las ciencias.

Comunicación científica: durante el proceso se preguntó por las propiedades del producto a lo que el 13% de los estudiantes utilizaron un lenguaje técnico para comunicar lo que se les preguntaba, haciendo énfasis en términos como viscosidad, maleabilidad, polímero y el 88% utilizaba lenguaje común para responder a lo que se le preguntaba, lo cual indicó que la mayoría de los estudiantes tienen dificultades en Capacidad de presentar y representar las ideas de distintos modos atendiendo al contexto y respetando las especificidades del interlocutor (atención a los presupuestos de la comunicación).

A nivel general se evidenció que, de una muestra de 22 estudiantes, un rango de entre 18 y 22 educandos manifestó dificultades persistentes en cada indicador. Ante este panorama, se optó por priorizar una competencia integradora que permitiera abordar y fortalecer la mayor cantidad de habilidades simultáneamente. La Figura 6 presenta la consolidación de estos hallazgos, detallando el desempeño de los estudiantes durante la ejecución del experimento inicial.

Figura 6 Resultados consolidados de la matriz 1.



Fuente: elaboración propia

Dentro del análisis realizado, se encontró que la mayoría de los estudiantes presentaban falencias en la generación de hipótesis, observación, comparación de resultados y proponer nuevos usos para el producto de acuerdo con las necesidades sociales, socialización de ideas o percepciones.

Al interpretar los resultados de la prueba de entrada, la escala arrojó que los estudiantes presentan falencias en las competencias: Capacidad de formular preguntas o plantear problemas acudiendo a modos de representación de las ciencias, capacidad de acudir a las representaciones, capacidad de resolver problemas empleando (según niveles) métodos, teorías y conceptos de las ciencias (incluiría la capacidad de resolver problemas propios de las ciencias), los métodos y las fuentes adecuadas para resolver un problema o dar razón de un fenómeno o acontecimiento. Como se evidencia en la escala de valoración de la matriz 1, en la mayoría de las habilidades predomina una alta proporción de estudiantes en el nivel 1 que corresponde con el nivel inferior de la escala establecida, por lo que se define que los estudiantes presentan falencias en la mayoría de las competencias.

A partir de la competencia Capacidad de resolver problemas empleando métodos, teorías y conceptos de las ciencias, se puede abarcar diferentes habilidades de otras competencias y de ese modo subsanar las falencias presentadas por los estudiantes durante el diagnóstico.

En ese sentido, se inicia la orientación de la fase 2, fundamentada en las habilidades para solucionar problemas, ya que este proceso (Bados & García, 2014) requiere de la definición y solución de problemas, generación de soluciones alternas, toma de decisiones, aplicación de la solución y comprobación de su utilidad .

A partir del trabajo elaborado en segunda fase, se presentan los resultados de la Matriz 2. (Tabla 5) el trabajo evidenciado a partir de las actividades durante la jornada que se recopilaron responde a los siguientes indicadores:

1. Insuficiente: No ejecuta la actividad de forma coherente (estableciendo conceptos alejados del fenómeno) ni pertinente, (sin hacer uso de terminología del tema tratado), del problema y las posibles soluciones frente a la situación establecida.
2. Básico: Ejecuta algunos aspectos básicos (uso de terminología del lenguaje común) sin demostrar coherencia (estableciendo conceptos alejados del fenómeno) ni pertinencia (presentando contradicciones en el proceso de desarrollo de la actividad). frente a la situación establecida.
3. Intermedio: Demuestra conocimiento de algunos aspectos básicos con dificultad utilizando lenguaje común sin conectar el fenómeno demostrado por la actividad con el problema.
4. En proceso: demuestra conocimiento de algunos aspectos básicos utilizando lenguaje técnico en concordancia con algunos términos de lenguaje propio del fenómeno.
5. Avanzado: demuestra conocimiento de aspectos propios del fenómeno, utilizando lenguaje técnico, articulándolos con situaciones problemas estableciendo conceptos involucrados con el fenómeno.

De acuerdo con los indicadores, los resultados obtenidos por los 9 grupos de trabajo se presentan a continuación:

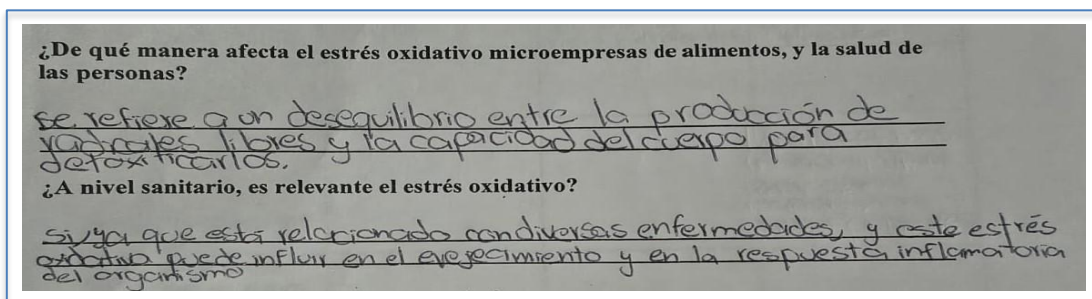
Tabla 6. Análisis del instrumento aplicado en biopolímeros.

Matriz 2 Biopolímeros					
Respuestas obtenidas de las realizadas a los grupos de trabajo (g)					
Criterio/Nivel	1	2	3	4	5
	Insuficiente	Básico	Intermedio	En proceso	Avanzado
Identificar el estrés oxidativo como situación problema y reflexiona, justificando su punto de vista	g2, g3,g9		g7	g1,g5,g6,g8	g4
Realiza una comprensión del problema, sus efectos e implicaciones en un contexto real a partir de la lectura	g3,g9	g5,g2	g1	g6,g7,g8	g4
Concluye frente a la información proporcionada en torno al problema presentado y lo expresa de forma verbal socializando su punto de vista.		g5,g9		g1,g2,g6,g8	g3,g4,g7
Observación de los grupos de trabajo (g)					
Compara visualmente las muestras 1,2,3 identificando coloración, pardeamiento, putrefacción.			g2,g4,g5,g8	g1,g3,g6	g7,g9
Compara olfativamente las muestras 1,2,3 identificando fermentación, olores dulces.	g3		g1,g8	g2,g4,g5,g7,g9	
Compara sensorialmente las muestras 1,2,3 identificando dureza, firmeza	g1,g2,g6,g8,g9			g3,g4,g5	g7
Contrasta Los Resultados Obtenidos Para la aplicación del recubrimiento en otros productos como frutas, postres, etc	g1,g8	g6,g9	g2	g3,g4,g5,g7	
Evalúa las características de cada muestra identificando y caracterizando la mejor y peor conservada	g6	g4	g1,g5,g8	g2,g3,g7	
Explica la presencia del problema de acuerdo con el resultado obtenido	g8	g4,g5	g3		g1,g2,g6,g7,g9
Aplica El Principio De Antioxidante Como Solución Para La Reducción Del Estrés Oxidativo	g4		g8	g2,g3g9	g1,g5,g6,g7

fuentes: Elaboración propia

En la matriz 2 se caracterizó la información proporcionada por los estudiantes, para ello se estableció en el taller realizado los 3 niveles de intelecto postulados por Jhon Barell (ver figura 3), las primeras preguntas fueron orientadas hacia el reunir información; de acuerdo con las evidencias, en este, los grupos 1,5,6,7,8 se establecieron en la escala 4 (en proceso) en las preguntas relacionadas con identificar el fenómeno estrés oxidativo, comprender el problema, reflexionar y justificar, y el grupo 4 se posicionó en el nivel 5 (avanzado) demostrando un dominio superior del tema, Esto se demuestra a partir del uso de lenguaje científico y la articulación de los conceptos con el problema establecido A continuación se presenta un aporte de los estudiantes en las preguntas establecidas (figura 6).

Figura 7. Evidencia de respuestas grupo 4.

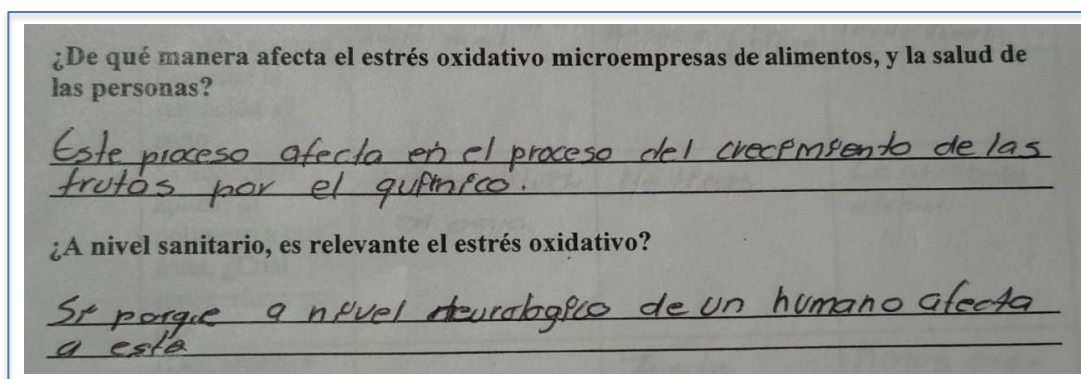


Fuente: Respuestas de los estudiantes.

Este último grupo se categoriza en este nivel de la escala, debido a que demostró conocimiento de la información e hizo uso de lenguaje técnico y lo articuló con el problema.

El resto de los grupos, al posicionarse en los numerales 1 a 3 de la escala, presentan diferentes dificultades frente a lo que corresponde a las habilidades analizadas de este nivel, los cuales corresponden al 27.2% de los estudiantes del curso, pese a que es prácticamente $\frac{1}{4}$ de estudiantes del grupo, puede considerarse un porcentaje bajo de estudiantes que siguen presentando dificultades en la identificación, comprensión y reflexión frente al problema. Valor que se considera un indicador favorable teniendo en cuenta que en el diagnóstico frente a la interpretación y análisis de información se obtuvo un 64% de estudiantes con dificultades en este ítem. A continuación, se presenta una evidencia de la respuesta de uno de los grupos ubicados en la parte inferior de la escala (figura 7).

Figura 8. Evidencia de respuesta grupo 2.



Fuente: Respuestas de los estudiantes.

Para el segundo nivel, se establecieron preguntas donde el estudiante debió realizar el análisis organoléptico, para ello se les proporcionó a los estudiantes tres muestras de fresa identificadas como **1, 2 y 3**, sin revelar sus características específicas, con el fin de evitar sesgos perceptivos y realizar una caracterización de las muestras, Para ello, Cada grupo debía realizar el análisis de las muestras en cuanto a percepción visual, olfativa, táctil. Seleccionando la fruta que considerara “mejor conservada”, entendiendo este criterio como la que presentara color más natural y menos oxidado, olor menos fermentado, textura más firme y homogénea, y un pH más próximo al valor esperado para fruta fresca, de acuerdo con las características de la figura 7. Esta última variable fue medida directamente por los estudiantes mediante el uso de papel indicador de pH, integrando así la dimensión instrumental con los criterios sensoriales de observación (Tabla 5).

- Muestra 1: fruta sin ningún recubrimiento. Control negativo.
- Muestra 2: fruta con recubrimiento líquido, formulado por el equipo docente/estudiantil de recubrimiento biodegradable a partir de pectina.
- Muestra 3: fruta con recubrimiento a base de pectina sólida, obtenida mediante un proceso de extracción más largo y costoso, con mayor demanda de insumos y tiempo.

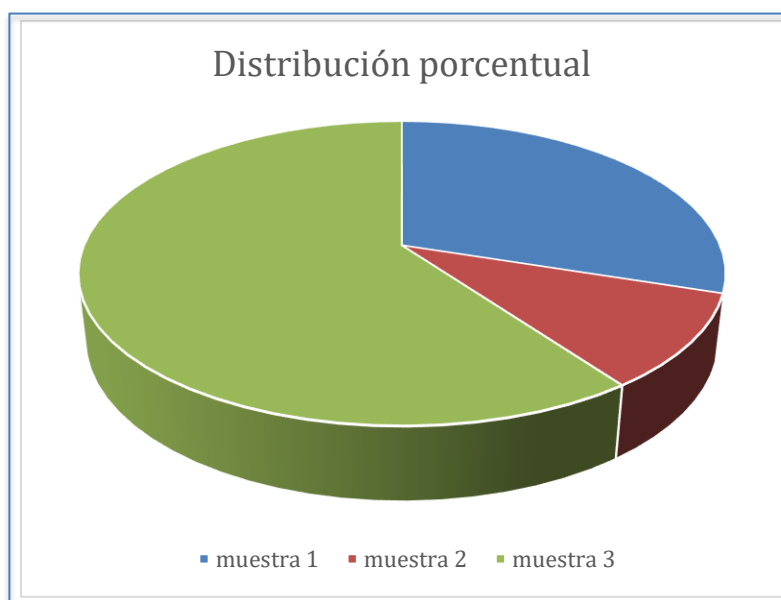
Tabla 7. Secuencia de desarrollo del nivel 2.

Nivel de procesamiento (Barell)	Actividad / Situación problema	Criterios de análisis	Evidencias obtenidas	Resultados relevantes	Interpretación pedagógica
Nivel 2: Procesar información	Análisis organoléptico comparativo de muestras de fresa (1, 2 y 3), sin información previa sobre los tratamientos, para evitar sesgos perceptivos.	<ul style="list-style-type: none"> • Comparación visual de las muestras • Comparación olfativa • Comparación sensorial (tacto) • Contraste de resultados para la aplicación del recubrimiento en otros productos 	<ul style="list-style-type: none"> • Registros escritos de los grupos • Matriz de evaluación (Matriz 2) 	<ul style="list-style-type: none"> • Muestra 3 obtuvo el 60% de preferencia, destacándose por conservación del color, firmeza y aroma natural. • Muestra 1 (control negativo) alcanzó el 30%, reconociendo su efectividad, pero señalando mayor complejidad en su producción. • Muestra 2 obtuvo solo el 10%, evidenciando una degradación acelerada sin recubrimiento. (Figura 9). 	Los estudiantes lograron integrar observación sensorial, procesando información relevante para identificar la efectividad de los recubrimientos biodegradables frente al estrés oxidativo.
		Comparación visual	<ul style="list-style-type: none"> • 4 grupos en nivel intermedio • 3 grupos en proceso • 2 grupos en avanzado 	Uso adecuado de descriptores visuales (color, pardeamiento, brillo), diferenciando correctamente las muestras con y sin recubrimiento.	Evidencia desarrollo de la habilidad de observación sistemática como base para la solución de problemas científicos.
		Comparación olfativa	<ul style="list-style-type: none"> • 5 grupos en nivel en proceso • 2 grupos en nivel intermedio 	Identificación de olores fermentados, dulces y suaves; algunas descripciones parciales al analizar solo una muestra.	Se fortalece la capacidad de análisis sensorial, aunque persisten dificultades en la comparación completa entre alternativas.
		Comparación sensorial (tacto)	<ul style="list-style-type: none"> • 3 grupos en nivel en proceso • 1 grupo en avanzado • Grupos restantes sin evidencia 	Uso de términos como blanda, firme, aguada o gelatinosa; omisión del análisis por parte de varios grupos.	Se identifican debilidades en la aplicación sistemática del análisis sensorial, lo que limita la toma de decisiones fundamentadas.
		Aplicación del recubrimiento en otros productos	<ul style="list-style-type: none"> • 4 grupos en nivel en desarrollo • Resto entre intermedio e insuficiente 	Interpretaciones erróneas del ítem o propuestas no viables (aplicación en frutas ya descompuestas).	Dificultad para transferir el conocimiento a nuevos contextos, lo que evidencia un nivel incipiente de generalización del aprendizaje.

Fuente: elaboración propia *Figura 8. Porcentaje de selección de las muestras A, B y C durante la evaluación sensorial*

De acuerdo con las descripciones de los estudiantes, La muestra con mayor aprobación fue la Muestra 3 con un 60 % de las elecciones (figura 9), y corresponde al recubrimiento biodegradable formulado a partir de pectina como estrategia “óptima” propuesta para el desarrollo de la Secuencia Didáctica. El hecho de que la mayoría de los grupos identificara esta fruta como la más fresca sugiere que el recubrimiento Muestra 3, sí generó un efecto protector visible. En términos prácticos, los estudiantes reportaron que esta muestra presentaba mejor conservación del color superficial (menor pardeamiento), menor olor ácido o “fermentado” y una textura percibida como más firme. por lo que la muestra 3 fue asociada empíricamente con estado de preservación.

Figura 9. Porcentaje de muestras seleccionadas por los estudiantes figura 9.



Fuente: elaboración propia

En segundo lugar, apareció Muestra 1 con un 30 % de selección por parte de los estudiantes, la cual no presentaba ningún tipo de recubrimiento por ser la muestra control, finalmente la opción menos valorada fue Muestra 2, ya que un 10 % de los estudiantes la seleccionaron con aspectos positivos, esta muestra contenía la fruta que presentaba el recubrimiento preparado en base líquida.

Que solamente un grupo haya escogido la muestra 3 como la “mejor conservada” confirma la hipótesis inicial del experimento: sin recubrimiento, la fruta pierde brillo, cambia el olor más rápido y la textura se degrada evidentemente. Además, en ausencia de película

protectora, hay mayor exposición al ambiente y, por tanto, mayor deshidratación superficial o inicio de descomposición visible. El bajo porcentaje de preferencia por la muestra 1 funciona como validación comparativa para el resto de las muestras: sirve para decir “sí hay diferencia cuando aplicamos recubrimiento”.

Por otra parte, al seleccionar la muestra 1 sobre la 2 nos establece una falla en la elaboración del recubrimiento líquido, puesto que, de acuerdo con las características de la muestra, esta se evidenciaba en un proceso de oxidación avanzado. De acuerdo con los resultados obtenidos, el criterio que compara visualmente las muestras arrojó resultados favorables, ya que los grupos 2,4,5,8 se establecieron en la escala intermedia, grupos 1,3,6 se ubicaron en proceso y grupos 6 y 7 (figura 10) en avanzado; es decir, en esta parte de la investigación, los estudiantes realizaron una buena observación visual de la fruta, usando en sus descripciones términos que acertaron en la diferenciación de las fresas identificando la muestra de testeo, y las muestras que tenían aplicados los recubrimientos.

Figura 10. descripción de frescura de las muestras, grupo 7

Item	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
¿Cuál fruta se ve más fresca?	esta es la muestra más intermedia	esta es la muestra más	la más fresca por su ph ya
¿Qué cosas viste para decir eso?	entre las otras dos muestras ya que está arrojado en su ph (biopolímero)	dañada por su alta ph el cual se evidencia en su color rojo intenso en la cinta (NO)	que con esta se ve un color rojizo por su ph bajo. (biopolímero)

Fuente: respuestas de los estudiantes

En la siguiente descripción (compara olfativamente las muestras) aumentó el asertividad de los estudiantes en la descripción “en proceso” de la escala, donde 5 grupos (45.5% de los estudiantes) realizaron una descripción olfativa acertada, describiendo olores fermentados, dulces o suaves, y 2 grupos (18% de los estudiantes) presentaron un nivel intermedio, realizando aportes muy superficiales e incompletos, ya que realizaron descripción de solo una de las muestras.

Figura 11. Descripción olfativa del grupo 7.

Describe el olor de cada muestra	Esta empezando a oler mal	El olor huele a fruta dañada	No tiene un olor neutro
----------------------------------	---------------------------	------------------------------	-------------------------

Fuente: respuestas de los estudiantes

Para la comparación sensorial (al tacto), las muestras obtuvieron un resultado desfavorable, ya que apenas 3 grupos (27% de los estudiantes) alcanzaron la escala en proceso y 1 (10% de los estudiantes) superó el avanzado; el resto de los grupos omitieron el análisis sensorial de las muestras debido a que mencionaron no haber tocado las muestras, por lo que no se obtuvieron resultados de esta prueba. Sin embargo, los grupos que realizaron la prueba de tocar las muestras utilizaron descripciones como blanda, firme, aguada, gelatinosa.

Para finalizar este segundo nivel, se preguntó a los estudiantes sobre la pertinencia de aplicar el recubrimiento en otros productos, para lo cual se determinó un resultado desfavorable, ya que 4 grupos (36.3% de los estudiantes) alcanzaron la escala “en desarrollo” y el resto de los grupos se distribuyó entre intermedio e insuficiente. Esto se debió a que los estudiantes no realizaron un aporte frente al ítem, interpretaron de forma errónea la pregunta o pensaron en aplicar la película de recubrimiento a alguna de las muestras que ya estaba en descomposición.

Continuando con el tercer nivel (tabla 8) correspondiente a aplicar los conocimientos a un problema, se establecieron en la matriz los criterios: evalúa las características de cada muestra, explica la presencia del problema de acuerdo con el resultado obtenido, aplica el principio de antioxidante como solución para la reducción del estrés oxidativo.

Tabla 8 Secuencia de desarrollo del nivel 2.

Nivel de procesamiento (Barell)	Actividad / Situación problema	Criterios de análisis	Evidencias obtenidas	Resultados relevantes	Interpretación pedagógica
Nivel 3: Aplicar conocimientos a un problema	Evaluación integral de las muestras y explicación del fenómeno de estrés oxidativo a partir de los resultados obtenidos.	<ul style="list-style-type: none"> • Evalúa las características de cada muestra • Explica la presencia del problema • Aplica el principio antioxidante como solución 	<ul style="list-style-type: none"> • Producciones escritas de los grupos • Justificaciones conceptuales 	<ul style="list-style-type: none"> • 90% de los estudiantes se ubicaron entre nivel intermedio y en desarrollo al evaluar características como color, humedad y estado de descomposición. • Algunos grupos identificaron la mejor muestra sin justificar científicamente. 	Los estudiantes lograron aplicar la información obtenida previamente, aunque no todos alcanzaron una argumentación sólida basada en criterios científicos.
		Aplicación del recubrimiento en otros productos	<ul style="list-style-type: none"> • 70% de los grupos en nivel en desarrollo e intermedio 	Justificaciones relacionadas con conservación, reducción del estrés oxidativo y uso de materiales naturales.	Se evidencia avance en la transferencia del conocimiento, aunque persisten dificultades en la profundidad argumentativa.
		Aplicación del principio antioxidante	<ul style="list-style-type: none"> • 80% entre nivel intermedio y avanzado 	Reconocimiento del papel de los biopolímeros como barreras protectoras, prolongación de la vida útil y reducción del estrés oxidativo.	Evidencia consolidación de la habilidad de proponer soluciones científicas a problemas contextualizados.

fuentes: elaboración propia

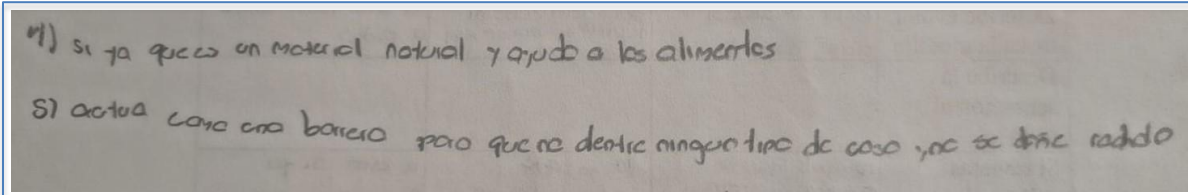
En el criterio, evalúa las características de cada muestra; el 90% de los estudiantes alcanzaron la escala intermedia y en desarrollo, respectivamente, donde utilizaron la información definida en el nivel dos para comparar y concluir sobre las muestras observadas, para ello utilizaron color, estado de descomposición, humedad visible. Los demás grupos únicamente identificaron la muestra que tenía el recubrimiento sólido, o identificaron la muestra en mejor estado, sin realizar una justificación certera.

Por otra parte, en el criterio, contrasta los resultados obtenidos para la aplicación del recubrimiento en otros productos; se obtuvieron resultados favorables, ya que 5 grupos se ubicaron en la escala en desarrollo y 2 en intermedio, lo cual corresponde al 54.5% de los estudiantes, justificando sus respuestas en aspectos como “el recubrimiento ayuda a conservar las

frutas, retrasar el estrés oxidativo, es un material natural". En los demás grupos, algunos se posicionaron en el "no lo usaría", sin realizar una justificación que validara sus respuestas.

Finalmente, para el criterio, aplica el principio de antioxidante como solución para la reducción del estrés oxidativo; se obtuvieron respuestas favorables, teniendo en cuenta que el 80% de los estudiantes se ubicaron desde la escala intermedia hasta el avanzado, donde el grupo 8 se ubicó en intermedio ya que sus respuestas demostraron un conocimiento a partir de lenguaje cotidiano (figura), los grupos 2,3,9 se localizaron en la escala "en desarrollo" y los grupos 1,5,6,7 en avanzado, donde los estudiantes mencionaron aspectos importantes como la reducción del estrés oxidativo, el uso de los biopolímeros como barreras y la prolongación de la vida útil y conservación de los alimentos.

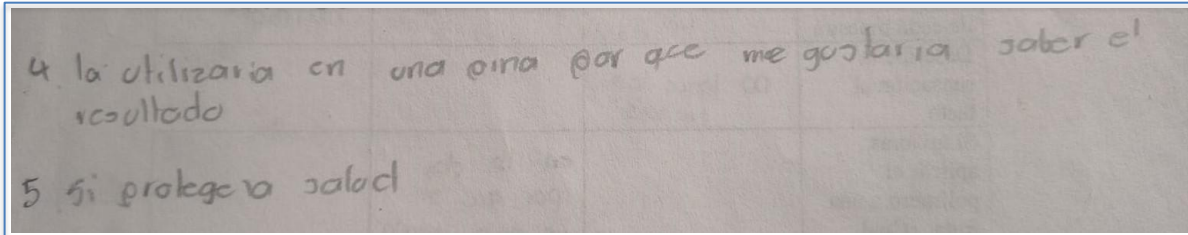
Figura 12 Respuesta grupo 8.



4) si ya que es un material natural y ayuda a los alimentos
5) actúa como una barrera para que no dentro ningún tipo de caso, no se dañe nada

Fuente: respuestas de los estudiantes. Instrumento 3

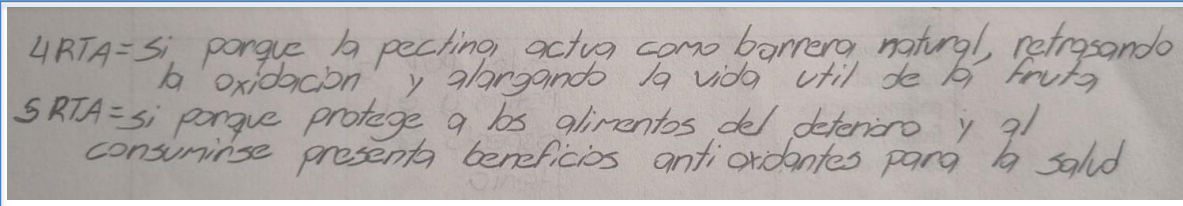
Figura 13. Respuestas grupo 9.



4 la utilizaría en una pina por que me gustaria saber el resultado
5 si protege la salud

Fuente: respuestas de los estudiantes. Instrumento 3

Figura 14. Respuestas grupo 1.



4 RTA= si porque la pectina actúa como barrera natural, retrasando la oxidación y alargando la vida útil de la fruta
5 RTA= si porque protege a los alimentos del deterioro y al consumirse presenta beneficios antioxidantes para la salud

Fuente: respuestas de los estudiantes. Instrumento 3

Por último, la actividad integradora tipo Escape Room constituyó el cierre del proceso formativo, permitiendo evaluar de manera la competencia solución de problemas, a través de habilidades comunicativas, colaborativas.

Esta estrategia de aprendizaje activo promovió la solución de retos experimentales y conceptuales relacionados con la extracción de pectina, la formulación de recubrimientos biodegradables y su aplicación en la preservación de alimentos, articulando los saberes teóricos con la práctica de laboratorio. En coherencia con lo planteado por García-Peñalvo y Blanco (2021), la integración del modelo de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) en dinámicas tipo Escape Room potencia el razonamiento científico, la creatividad y la autonomía del estudiante, al situarlo ante problemas contextualizados y colaborativos.

A partir de las evidencias escritas y gráficas recolectadas (Tabla 9), se realizó un análisis de contenido latente y manifiesto, el cual permitió categorizar los desempeños de los nueve grupos participantes. En lugar de una medición cuantitativa de éxito o fracaso, el análisis se centró en la emergencia de categorías descriptivas relacionadas con la apropiación del concepto de estrés oxidativo y la funcionalidad de la pectina.

Este proceso interpretativo reveló que los grupos transitaron por distintos estadios de comprensión: mientras algunos demostraron una integración sólida de los conceptos científicos aplicados a la conservación de alimentos, otros evidenciaron una persistencia de modelos mentales iniciales. El análisis permitió identificar que la precisión en el lenguaje científico y la argumentación socioambiental fueron los principales ejes donde se manifestaron las transformaciones conceptuales. De este modo, los resultados no se presentan como verdades absolutas de aprendizaje, sino como hallazgos derivados de la interpretación de las interacciones y productos generados durante la resolución de los retos (Sánchez-Gómez et al., 2021)."

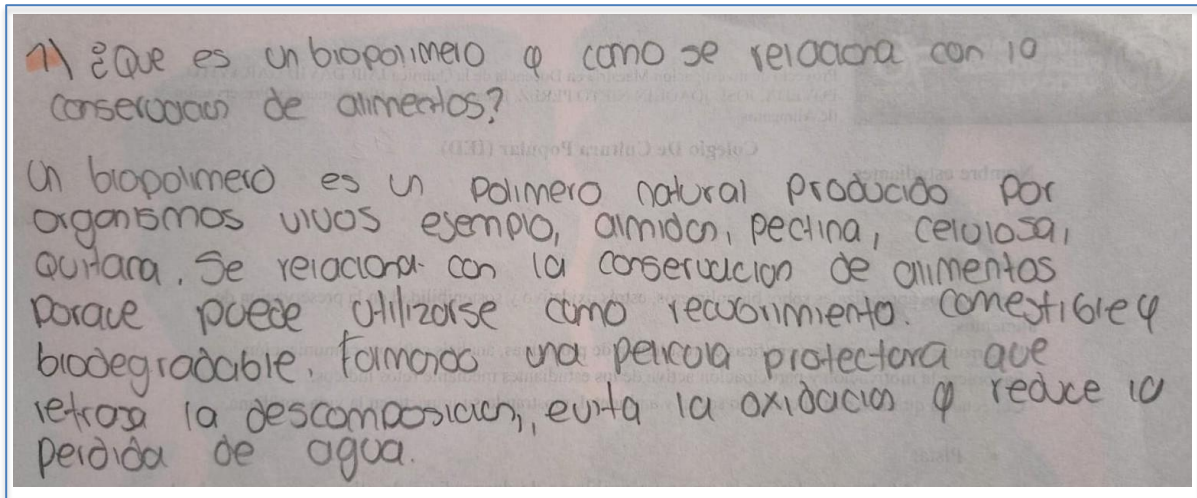
Tabla 9. Análisis de resultados Escape Room.

Matriz 3 Escape room					
Preguntas evaluativas					
	1	2	3	4	5
Criterio/Nivel	Insuficiente	Básico	Intermedio	En proceso	Avanzado
Define el problema y lo relaciona con la solución establecida				g8g9	g1,g2,g3,g4,g5,g7
Identifica y establece la secuencia de procedimiento para el proceso de la solución del problema					g1,g2,g3,g4,g5,g6,g7,g8,g9
Establece patrones de soluciones generales a partir de la solución planteada				g1,g2,g3,g4,g6,g7g8,g9	g5
Planifica, evalúa y concluye, socializando una respuesta desde el resultado obtenido			g8,g9	g1,g2,g4g6	g3,g5g7

Fuente: elaboración propia

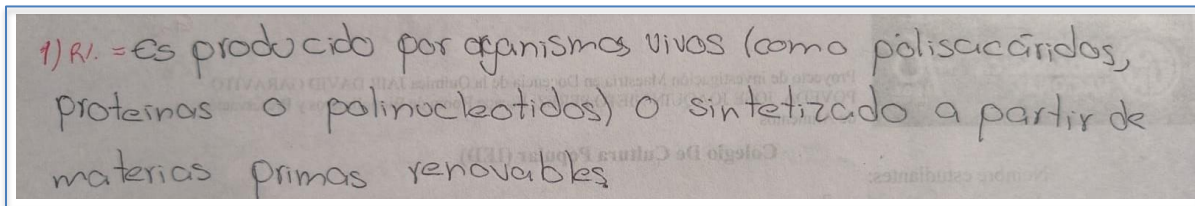
Teniendo en cuenta los resultados en el escape room, se pudo evidenciar que en el criterio define el problema y lo relaciona con la solución establecida, los grupos 1,2,3,4,5,7 se posicionaron en el nivel avanzado proporcionando respuestas donde definieron el concepto biopolímero y lo relacionaron con el estrés oxidativo como problema social frente a la preservación de alimentos.

Figura 15. Respuesta 1 escape room. grupo 2.



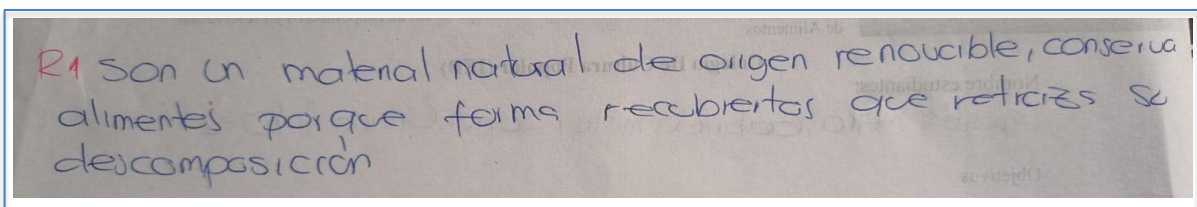
Fuente: respuestas recurso 3. escape room

Figura 16. Respuesta 1 escape room. Grupo 3.



Fuente: respuestas recurso 3. escape room

Figura 17. Respuesta 1 escape room. Grupo 4.

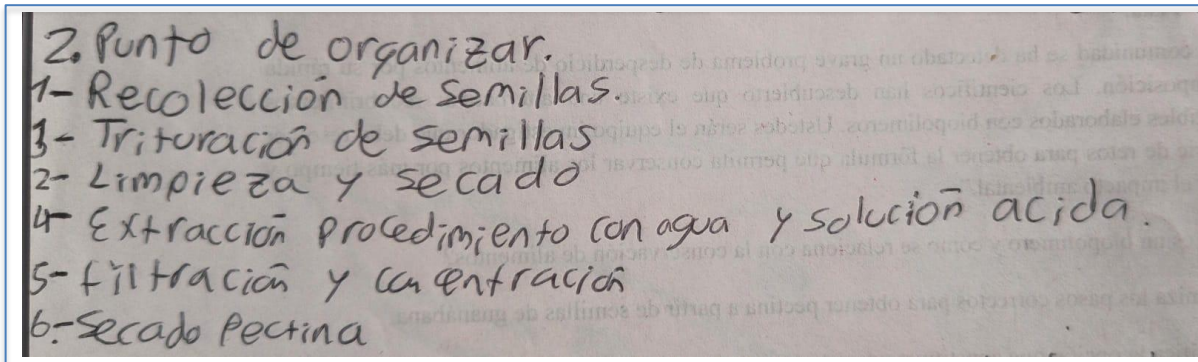


Fuente: respuestas recurso 3. escape room.

Para el criterio “Identifica y establece la secuencia de procedimiento para el proceso de la solución del problema” se preguntó a los estudiantes el procedimiento de obtención del recubrimiento, en el cual los 9 grupos (100% de los estudiantes), describieron de forma correcta

el procedimiento, permitiendo evidenciar la comprensión del procedimiento y el seguimiento de instrucciones (figura 18).

Figura 18. Respuesta 2. Escape room. Grupo 7.

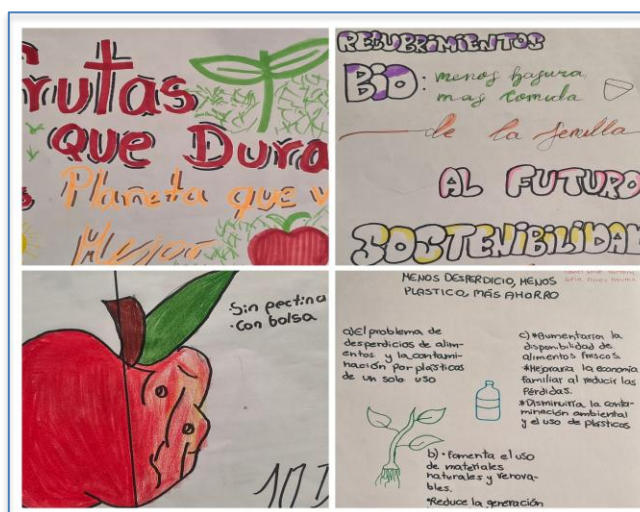


Fuente: respuestas recurso 3. escape room.

Así mismo, para el criterio “Establece patrones de soluciones generales a partir de la solución planteada” se solicitó a los estudiantes “Identifica la opción que constituye una estrategia más amigable con el ambiente y que ayude a preservar mejor los alimentos” para lo cual se proporcionó tres opciones, a partir de las cuales los grupos 1,2,3,4,6,7,8,9 (91% de los estudiantes) seleccionaron la opción “Usar residuos de semillas para obtener recubrimientos biodegradables”. estableciendo como patrón la importancia de los residuos como materia prima en procesos industriales y el uso de semillas en la elaboración de biopolímeros.

Finalmente, para el criterio “Planifica, evalúa y concluye, socializando una respuesta desde el resultado obtenido” se solicitó a los estudiantes diseñar una propuesta creativa (figura 18) donde se haga uso de los recubrimientos en un contexto real. En este punto, los grupos 8,9 (23% de los estudiantes) presentaron un nivel de desempeño intermedio, grupos 1,2,4,6 (45 % de los estudiantes) en proceso y grupos 3,5,7 (32% de los estudiantes) Avanzado.

Figura 19. Collage de piezas gráficas.



Fuente: adaptación de piezas gráficas realizadas por los estudiantes.

En ese sentido, al contrastar información desde el diagnóstico, se encuentra que, frente a las habilidades de observación, interpretación y análisis de información, propositividad socialización de la información. La mayoría de los estudiantes pasaron de encontrarse en nivel de desempeño insuficiente a niveles del intermedio, al superior, predominando el nivel en desarrollo y en proceso del en el Escape room, los criterios evaluados se mantuvieron en los niveles en proceso y avanzado la mayoría de los grupos, lo cual indica que durante el proceso, los estudiantes mejoraron, demostrando capacidad de observar, interpretar, concluir y divulgar aspectos claves del estrés oxidativo y el uso de recubrimientos naturales para reducir sus efectos en alimentos.

Como se presenta en la figura 8, durante el proceso, los 9 grupos de trabajo, en la mayoría de los criterios, oscilaron entre el nivel en proceso y avanzado, solo con dos grupos en nivel intermedio en uno de los criterios.

En ese sentido, se obtuvo que, en cuanto al manejo de conceptos básicos relacionados con el estrés oxidativo, biopolímeros, antioxidantes, recubrimientos, el 70% de los estudiantes presentaron un buen dominio de términos, relacionándolos con el problema y la solución del mismo, y tan solo el 30% de los estudiantes se posicionaron en el nivel “en proceso”, lo cual derivó, según sus respuestas, por un uso de términos de lenguaje común para justificar el problema y su solución.

En el segundo ítem, se evidenció que el 90% de los estudiantes se familiarizan de manera correcta con el proceso de síntesis del biopolímero descrito en la fase anterior, lo cual indica un mejoramiento en el proceso de seguimiento de instrucciones, importantes dentro de la comprobación para el direccionamiento correcto a posibles soluciones durante la solución de problemas.

El tercer criterio, denotó que el 90% de los estudiantes se ubicaron en el nivel en proceso, seleccionando e identificando patrones de similitud entre otros sustratos útiles en la elaboración de recubrimientos, el aprovechamiento de recursos que pueden hacerse reutilizables, sobre todo para la elaboración de recubrimientos, y un 10% de los estudiantes establecidos en superior, diferenciándose del resto por tener en cuenta efectos en la conservación de alimentos e importancia para el desarrollo social sostenible.

El cuarto ítem, está relacionado con la síntesis de información, planeación, elaboración de material y socialización de la información, donde para el nivel superior se contó con el 35% de los estudiantes, quienes elaboraron y socializaron la pieza gráfica un alto nivel de desempeño, teniendo en cuenta presentación, solidez de la información y seguridad en la socialización, en el nivel “en desarrollo” el 45% de los estudiantes presentaron algunas dificultades frente a los aspectos evaluados y finalmente 20% de los estudiantes mostraron un rendimiento intermedio frente a la actividad propuesta, porcentaje obtenido por cuestión de organización en tiempos e ideas a la hora de realizar el trabajo.

Finalmente. para definir el proceso evolutivo de las habilidades de la competencia se hizo necesario elaborar la tabla (10), donde se interpretó por estudiantes pese a que hicieran parte de un grupo, para poder contrastar los recursos de análisis establecidos. A continuación, se presenta la información tabulada.

Tabla 10. seguimiento de las habilidades durante el proceso.

Competencia	Habilidad	Diagnóstico	Práctica	Escape room
Solución de problemas	Observación	13 estudiantes	14 estudiantes	N/A
	Interpretación y análisis de datos	4 estudiantes	9 estudiantes	12 estudiantes
	Diseño y ejecución de investigaciones	10 estudiantes	Entre 16 y 20 estudiantes	20 estudiantes
	proponer soluciones a problemas	Entre 1 y 3 estudiantes	11 estudiantes	20 estudiantes
	Divulgación de información científica	3 estudiantes	13 estudiantes	16 estudiantes

Fuente: elaboración propia

A partir de la triangulación de la información recolectada mediante las matrices de observación y los productos del Escape Room, se identificó una tendencia hacia los niveles de desempeño Superior (4) y Destacado (5) en las dimensiones de solución de problemas y trabajo colaborativo. Este comportamiento de los datos indica que la mayoría de los estudiantes trascendió la memorización de conceptos químicos, logrando una transferencia de conocimiento hacia la aplicación biotecnológica.

A. Dimensión: Solución de Problemas

Los resultados demuestran que los estudiantes identificaron con precisión la oxidación como una situación problemática multicausal. El análisis de variables se centró en la funcionalidad del recubrimiento, donde los educandos plantearon soluciones viables mediante el uso de la pectina de guanábana. Según el análisis interpretativo, los estudiantes comprendieron que el biopolímero actúa como una matriz activa para la retención de antioxidantes, lo que refleja un pensamiento crítico alineado con los niveles de complejidad propuestos por **Gómez (2017)**.

B. Dimensión: Trabajo Colaborativo

El desempeño en esta área se situó en un nivel alto, caracterizado por una distribución de roles efectiva durante los retos experimentales. La dinámica del Escape Room funcionó como un dispositivo pedagógico que fomentó la cooperación técnica en la formulación de los recubrimientos, validando lo planteado por García-Peñalvo y Blanco (2021) sobre el aprendizaje activo.

C. Dimensión: Comunicación Científica

Esta dimensión presentó la mayor variabilidad. Si bien se evidenció una comprensión profunda del fenómeno del estrés oxidativo, el análisis de los discursos detectó una brecha entre el modelo mental y la formalización del lenguaje técnico. Se observó que los estudiantes logran integrar la creatividad con el rigor conceptual, pero presentan dificultades en el uso de la nomenclatura química y la estructura del discurso científico formal. Este hallazgo sugiere que, aunque existe apropiación del contenido, se requiere fortalecer la alfabetización científica en términos de expresión técnica, un aspecto que Jiménez-Liso (2024) identifica como un desafío común en la educación media."

7. CONCLUSIONES

A partir de la primera actividad, (Elaboración de slime) se planteó la matriz de entrada que permitió identificar el nivel de desarrollo de algunas habilidades, entre ellas formulación de preguntas e hipótesis, relacionadas con la formulación de problemas, diseño y ejecución de investigaciones, relacionado con la generación de soluciones alternativas, interpretación y análisis de datos, involucrados con toma de decisión y solución los cuales son primordiales en la competencia solución de problemas.

A partir del panorama planteado por diagnóstico inicial, y las condiciones dentro del proceso formativo se estableció la ruta de trabajo que desde el Aprendizaje basado en problemas permitió el establecimiento de la secuencia didáctica que llevó al fortalecimiento de las habilidades de la capacidad para solucionar problemas, donde la lectura guiada, la presentación de la extracción de la pectina, la caracterización de las películas en la fresa, y el *escape room* jugaron un papel crucial para el fin de la investigación. Siguiendo con los estudiantes de identificar problemas, analizar las variables implicadas, tomar decisiones y justificarlas, comparar y resolver situaciones, y argumentar las soluciones establecidas.

La implementación del *Escape Room* como estrategia de evaluación integradora permitió evidenciar la articulación dinámica entre saberes conceptuales, habilidades procedimentales y actitudes vinculadas al trabajo colaborativo. Aunque su carácter grupal dificulta precisar el rendimiento individual de manera precisa, permite observar procesos cognitivos y metacognitivos que emergen en la interacción: construcción conjunta de argumentos, negociación de significados, toma de decisiones consensuadas y aplicación del conocimiento en contextos reales. En este sentido funcionó como un escenario auténtico de desempeño, coherente con una perspectiva socioformativa de la competencia solución colaborativa de problemas.

Así mismo, el *escape room* como estrategia de evaluación integradora permitió evidenciar la articulación dinámica entre saberes conceptuales, habilidades procedimentales y actitudes vinculadas al trabajo colaborativo. donde los estudiantes tuvieron que definir el

problema, generar soluciones, decidir qué hacer con el problema y presentar estrategias de solución al problema.

Finalmente, a partir de la secuencia didáctica establecida desde el modelo aprendizaje basado en problemas con el tema estrés oxidativo como situación problema y la película de recubrimiento como alternativa de solución, permitieron establecer la ruta que llevó a fortalecer las habilidades: definición y formulación del problema, generación de soluciones alternativas, toma de decisión y aplicación de la solución y comprobación de su utilidad, propias de la competencia solución de problemas, evidenciado en la elaboración de las actividades planteadas, habilidad organizativa y discursiva de los grupos.

8. RECOMENDACIONES

Frente a propuestas que impliquen el ABP contextualizado a situaciones problema como el estrés oxidativo, donde se pretenda mejorar las habilidades de competencias como la capacidad de solucionar problemas, se recomienda tener en cuenta los tiempos de cada proceso, ya que, si no se cuenta con el tiempo que se requiere, se pierden aspectos clave como la práctica de síntesis del biopolímero, la cual tiene alta relevancia en el proceso de fortalecimiento de dichas habilidades.

Por otra parte, se recomienda tener en cuenta los aspectos normativos nacionales frente a las prácticas de laboratorio relacionadas con la elaboración o intervención de productos alimentarios, proporcionando el límite necesario, para lograr prácticas eficientes y asertivas

Finalmente, es importante tener en cuenta que esta investigación se enfocó en la enseñanza del tema estrés oxidativo a partir de la Metodología ABP y enfocándose en la caracterización organoléptica de los recubrimientos biodegradables en la fruta, por lo tanto, frente a la obtención de la pectina de la semilla de guanábana se recomienda hacer un análisis químico que valide la presencia del antioxidante y otros como, puesto que durante la obtención de la materia prima no se validó su presencia ni su porcentaje obtenido, sino que se asumió su presencia de acuerdo a la revisión bibliográfica realizada.

BIBLIOGRAFÍA

- AGUILAR-FORERO, N., RODRÍGUEZ, C. P., & VELÁSQUEZ, A. M. (2020). EDUCACIÓN PARA LA CIUDADANÍA MUNDIAL, ACCIÓN COLECTIVA Y APRENDIZAJE-SERVICIO: UNA REVISIÓN DE LITERATURA. *REVISTA COLOMBIANA DE EDUCACIÓN*, 335-358.
- ARRIETA-PALOMINO, L., ET AL. (2024). RUTA CUALITATIVA PARA LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA ORGÁNICA EN LABORATORIO.
- BADOS, A., & GARCÍA GRAU, E. (2014). *SOLUCIÓN DE PROBLEMAS*. UNIVERSITAT DE BARCELONA, FACULTAD DE PSICOLOGÍA, DEPARTAMENTO DE PERSONALIDAD, EVALUACIÓN Y TRATAMIENTOS PSICOLÓGICOS. RECUPERADO DE [HTTPS://ES.SCRIBD.COM/DOCUMENT/693409380/BADOS-RESOLUCIONPROBLEMAS](https://es.scribd.com/document/693409380/BADOS-RESOLUCIONPROBLEMAS)
- BALDERAS-CORTÉS, J. J.-L.-S.-M. (2020). OBTENCIÓN DE QUITOSANO A PARTIR DE EXOESQUELETOS DE CAMARÓN PARA LA ELABORACIÓN DE PELÍCULAS PROTECTORAS. *REVISTA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD*, 15-28.
- BARDOS, A., & GARCÍA, J. (2014). *HABILIDADES DE SOLUCIÓN DE PROBLEMAS*. EDITORIAL SÍNTESIS.
- BARELL, J. (1999). *EL APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS: UN ENFOQUE INVESTIGATIVO* (M. PÉREZ RIVAS, TRAD.). EDICIONES MANANTIAL. RECUPERADO DE [HTTPS://SERVICIOSAESEV.WORDPRESS.COM/WP-CONTENT/UPLOADS/2016/02/293316379-EL-APRENDIZAJE-BASADO-EN-PROBLEMAS-JOHN-BARELL.PDF](https://serviciosaesev.wordpress.com/wp-content/uploads/2016/02/293316379-EL-APRENDIZAJE-BASADO-EN-PROBLEMAS-JOHN-BARELL.PDF)
- BERMÚDEZ MENDIETA, J. (2021). EL APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS PARA MEJORAR EL PENSAMIENTO CRÍTICO: REVISIÓN SISTEMÁTICA. *REVISTA DE INVESTIGACIÓN INNOVA*, 6(2), 77-89.
- BARROWS, H. S. (1986). A TAXONOMY OF PROBLEM-BASED LEARNING METHODS. *MEDICAL EDUCATION*, 481-486.
- CAAMAÑO, A., & OÑORBE, A. (2021). *LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA EN CONTEXTO: RETOS Y OPORTUNIDADES*. BARCELONA: GRAÓ.
- CAIZA, C. (2023). *INGREDIENTES ACTIVOS EN RECUBRIMIENTOS BIODEGRADABLES: PROPIEDADES ANTIOXIDANTES Y ANTIMICROBIANAS*. TUNGURAHUA - ECUADOR: UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO (O LA CORRESPONDIENTE).
- CAIZA, C. (2024). DESARROLLO DE RECUBRIMIENTOS ACTIVOS A BASE DE BIOPOLÍMEROS PARA LA MITIGACIÓN DEL ESTRÉS OXIDATIVO EN MATRICES CÁRNICAS. *REVISTA IBEROAMERICANA DE TECNOLOGÍA POSCOSECHA (O FOOD HYDROCOLLOIDS SI ES LA VERSIÓN INTERNACIONAL)*, 45-59. VOL. 25, N.º 1.
- CAIZA, C. (2024). EFICACIA DE RECUBRIMIENTOS COMESTIBLES EN LA CONSERVACIÓN DE PRODUCTOS CÁRNICOS Y BANANO. [FUENTE NO DISPONIBLE].

- CANTERI-SCHEMIN, M. H., FERTONANI, H. C. R., WASZCZYNSKYJ, N., & WOSIACKI, G. (2005). EXTRACTION OF PECTIN FROM APPLE POMACE. *BRAZILIAN ARCHIVES OF BIOLOGY AND TECHNOLOGY*, 48(2), 259–266. [HTTPS://DOI.ORG/10.1590/S1516-89132005000200011](https://doi.org/10.1590/S1516-89132005000200011)
- CASTELLANOS, AMÉRICA. CASTELLANOS, NORMA. MORGÁ, LUIS. (2013). EDUCACIÓN POR COMPETENCIAS: HACIA LA EXCELENCIA EN LA FORMACIÓN SUPERIOR. RED TERCER MILENIO S.C. MÉXICO.
- CUENCA MANRIQUE, C. (2017). "DESARROLLO DE RECUBRIMIENTOS DE BIOPOLÍMEROS PARA LA IMPLEMENTACIÓN EN EL FRUTO UCHUVA (PHYSALIS PERUVIANA L)". UNIVERSIDAD DE LOS ANDES, BOGOTÁ, COLOMBIA.
- DANE. (2023). *INFORME DE PÉRDIDA Y DESPERDICIO DE ALIMENTOS EN COLOMBIA: ENFOQUE BOGOTÁ*. BOGOTÁ: GOBIERNO DE COLOMBIA.
- GARCÍA, L., & ALZATE, J. (2023). *BIOPOLÍMEROS: INNOVACIÓN Y SOSTENIBILIDAD EN EL EMPAQUE DE ALIMENTOS*. MEDELLÍN: UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA.
- JIMÉNEZ-LISO, M. R. (2024). QUÍMICA COTIDIANA (ETHOSQUÍMICA) PARA LA ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICA: UNA SECUENCIA DIDÁCTICA SOBRE BIOPOLÍMEROS. *ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS*, 45-62.
- DEL ANGEL PURATA, F. M. (2019). *PELÍCULAS PARA RECUBRIMIENTO DE ALIMENTOS BASE PECTINA, ALGINATO Y QUITOSANO*. INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CIUDAD MADERO. RECUPERADO DE [HTTP://51.143.95.221/BITSTREAM/TECNM/5092/1/PELÍCULAS%20PARA%20RECUBRIMIENTO%20DE%20ALIMENTOS%20BASE%20PECTINA%20CALGINATO%20Y%20QUITOSANO.PDF](http://51.143.95.221/bitstream/TecNM/5092/1/PELÍCULAS%20PARA%20RECUBRIMIENTO%20DE%20ALIMENTOS%20BASE%20PECTINA%20CALGINATO%20Y%20QUITOSANO.PDF)
- ESPITIA, P. J. P., DU, W. X., AVENA-BUSTILLOS, R. J., SOARES, N. F. F., & MCHUGH, T. H. (2014). EDIBLE FILMS FROM PECTIN: PHYSICAL-MECHANICAL AND ANTIMICROBIAL PROPERTIES. *FOOD HYDROCOLLOIDS*, 35, 287–296. [HTTPS://DOI.ORG/10.1016/J.FOODHYD.2013.05.012](https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2013.05.012)
- JARPA-PARRA, M. (2023). GELES DE PROTEÍNAS VEGETALES Y POLISACÁRIDOS COMO SISTEMA DE TRANSPORTE EN ALIMENTOS: UNA REVISIÓN NARRATIVA BREVE. *REVISTA CIENTÍFICA CUADERNOS DE INVESTIGACIÓN*, 1, E20, 1-16. RECUPERADO DE [HTTPS://CUADERNOSDEINVESTIGACION.UNACH.CL/INDEX.PHP/RCCI/ARTICLE/VIEW/E20/43](https://cuadernosdeinvestigacion.unach.cl/index.php/RCCI/article/view/E20/43)
- JONASSEN, D. (2011). *LEARNING TO SOLVE PROBLEMS*. ROUTLEDGE.
- LEAL, MARLON. (2023). EL SISTEMA EDUCATIVO EN COLOMBIA Y SU BAJA CALIDAD EDUCATIVA. UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA UNAD. COLOMBIA. RECUPERADO EL 10-11-2024 DE [CHROME-EXTENSION://EFAIDNBMNNIBPCAJPCGLCLEFINDMKAJ/HTTPS://REPOSITORY.UNAD.EDU.CO/BITSTREAM/HANDLE/10596/56659/MSLEALT.PDF?SEQUENCE=1&ISALLOWED=Y](chrome-extension://EFAIDNBMNNIBPCAJPCGLCLEFINDMKAJ/HTTPS://REPOSITORY.UNAD.EDU.CO/BITSTREAM/HANDLE/10596/56659/MSLEALT.PDF?SEQUENCE=1&ISALLOWED=Y)

- (MEN), M. D. (1 DE JULIO DE 2004). *MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL (MEN)*. OBTENIDO DE ESTÁNDARES BÁSICOS DE COMPETENCIAS EN CIENCIAS NATURALES:
[HTTPS://WWW.MINEDUCACION.GOV.CO/1759/ARTICULOS-81033_ARCHIVO_PDF.PDF](https://www.mineducacion.gov.co/1759/articulos-81033_archivo_pdf.pdf)
- MIN, B., LIM, J., KO, S., LEE, K. G., LEE, S. H., & LEE, S. (2010). ENVIRONMENTALLY FRIENDLY PREPARATION OF PECTINS FROM AGRICULTURAL BYPRODUCTS AND THEIR STRUCTURAL CHARACTERIZATION. *BIOSOURCE TECHNOLOGY*, 101(1), 1–7.
[HTTPS://DOI.ORG/10.1016/J.BIORTECH.2009.07.056](https://doi.org/10.1016/j.biortech.2009.07.056)
- MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. (2003). ARTICULACIÓN DE LA EDUCACIÓN CON EL MUNDO PRODUCTIVO. BOGOTÁ, D.C. RECUPERADO EL 10-11-2024 DE CHROME-EXTENSION://EFAIDNBMNNIBPCAJPCGLCLEFINDMKAJ/[HTTPS://WWW.MINEDUCACION.GOV.CO/1621/ARTICULOS-85777_ARCHIVO_PDF.PDF](https://www.mineducacion.gov.co/1621/articulos-85777_archivo_pdf.pdf)
- MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. (2004). FORMAR EN CIENCIAS: ¡EL DESAFÍO! REVOLUCIÓN EDUCATIVA. COLOMBIAAPRENDE. RECUPERADO EL 10-11-2004 DE CHROME-EXTENSION://EFAIDNBMNNIBPCAJPCGLCLEFINDMKAJ/[HTTPS://WWW.MINEDUCACION.GOV.CO/1780/ARTICULOS-81033_ARCHIVO_PDF.PDF](https://www.mineducacion.gov.co/1780/articulos-81033_archivo_pdf.pdf)
- NICHOLSON, S. (2015). PEEKING BEHIND THE LOCKED DOOR: A SURVEY OF ESCAPE ROOM FACILITIES. WHITE PAPER AVAILABLE AT [HTTP://SCOTTNICHOLSON.COM/PUBS/ERFACWHITE.PDF](http://scottnicholson.com/pubs/erfacwhite.pdf)
- OCDE. (2023). *PISA 2022 RESULTS: FACTSHEETS ON SCIENCE PERFORMANCE IN LATIN AMERICA*. PARÍS: ORGANIZACIÓN PARA LA COOPERACIÓN Y EL DESARROLLO ECONÓMICOS.
- PARGA-LOZANO, DL, & PIÑEROS-CARRANZA, GY (2018). "ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA DESDE CONTENIDOS CONTEXTUALIZADOS". *REVISTA MEXICANA DE FÍSICA E*, 29(1), 55-64.
- PIAGET, JEAN. (2014). *ENCICLOPEDIA DE TEORÍA Y FILOSOFÍA DE LA EDUCACIÓN*. SAGE
- RODRÍGUEZ, F., & ORREGO, C. (2016). BIOPOLÍMEROS Y SU IMPACTO EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA. [FUENTE NO DISPONIBLE].
- SALDARRIAGA-ZAMBRANO, P. J., BRAVO-CEDENO, G. DEL R., & LOOR RIVADENEIRA, M. R. (2016). LA TEORÍA CONSTRUCTIVISTA DE JEAN PIAGET Y SU SIGNIFICACIÓN PARA LA PEDAGOGÍA CONTEMPORÁNEA. *DOMINIO DE LAS CIENCIAS*, 2(NÚMERO ESPECIAL), 127-137.
- SAVERY, J. R. (2019). *OVERVIEW OF PROBLEM-BASED LEARNING: DEFINITIONS AND DISTINCTIONS*. NUEVA YORK: ROUTLEDGE.
- TALANQUER, V. (2017). *PROGRESO DEL PENSAMIENTO QUÍMICO: DE LAS SUSTANCIAS A LOS PROCESOS*. TUCSON: UNIVERSITY OF ARIZONA PRESS (O EDUCACIÓN QUÍMICA).
- THAKUR, B. R., SINGH, R. K., HANDA, A. K., & RAO, M. A. (1997). CHEMISTRY AND USES OF PECTIN — A REVIEW. *CRITICAL REVIEWS IN FOOD SCIENCE AND NUTRITION*, 37(1), 47–73.
[HTTPS://DOI.ORG/10.1080/10408399709527767](https://doi.org/10.1080/10408399709527767)

VALDERRAMA PÉREZ, LN (2020). "ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DE ANTIOXIDANTES, RADICALES LIBRES Y ESTRÉS OXIDATIVO". UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL, FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA.

VIT, P., SANTIAGO, B., & PÉREZ-PÉREZ, E. M. (2014). *COMPOSICIÓN QUÍMICA Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DE PULPA, HOJA Y SEMILLA DE GUANÁBANA ANNONA MURICATA L. INTERCIENCIA*, 39(5), 350-353.

RECUPERADO DE [HTTPS://WWW.REDALYC.ORG/PDF/339/33930879008.PDF](https://www.redalyc.org/pdf/339/33930879008.pdf)

9. ANEXOS

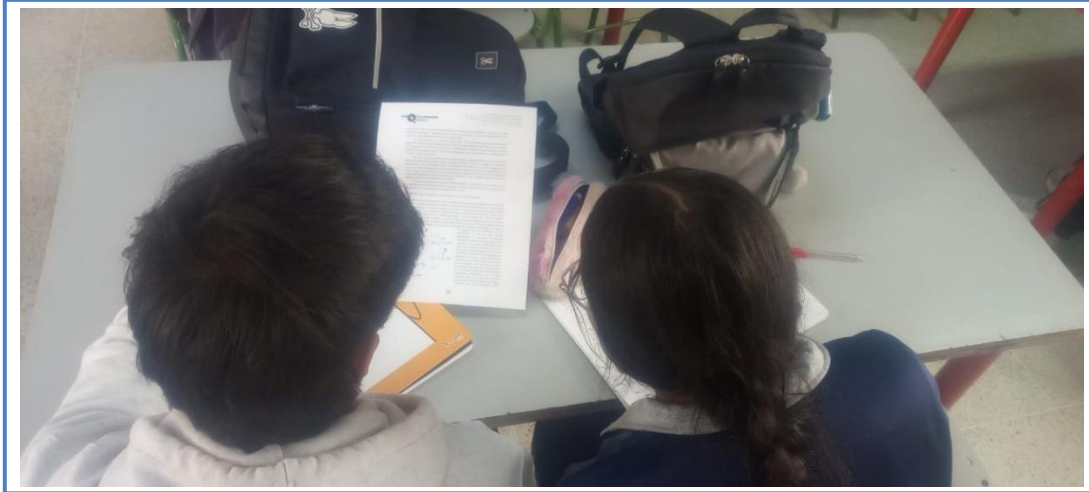


Figura 6. evidencia trabajo



figura 7. Visualización video

Laboratorio: Síntesis de Biopolímeros a partir de Semillas de Guanàbana

Objetivo del Laboratorio:

- Extraer biopolímeros (pectina) de las semillas de guanàbana.
- Sintetizar y caracterizar biopolímeros a partir de estos extractos naturales,
- Evaluar la aplicabilidad de estos biopolímeros como recubrimientos biodegradables para la conservación de alimentos.

Parte 1: Extracción del Biopolímero

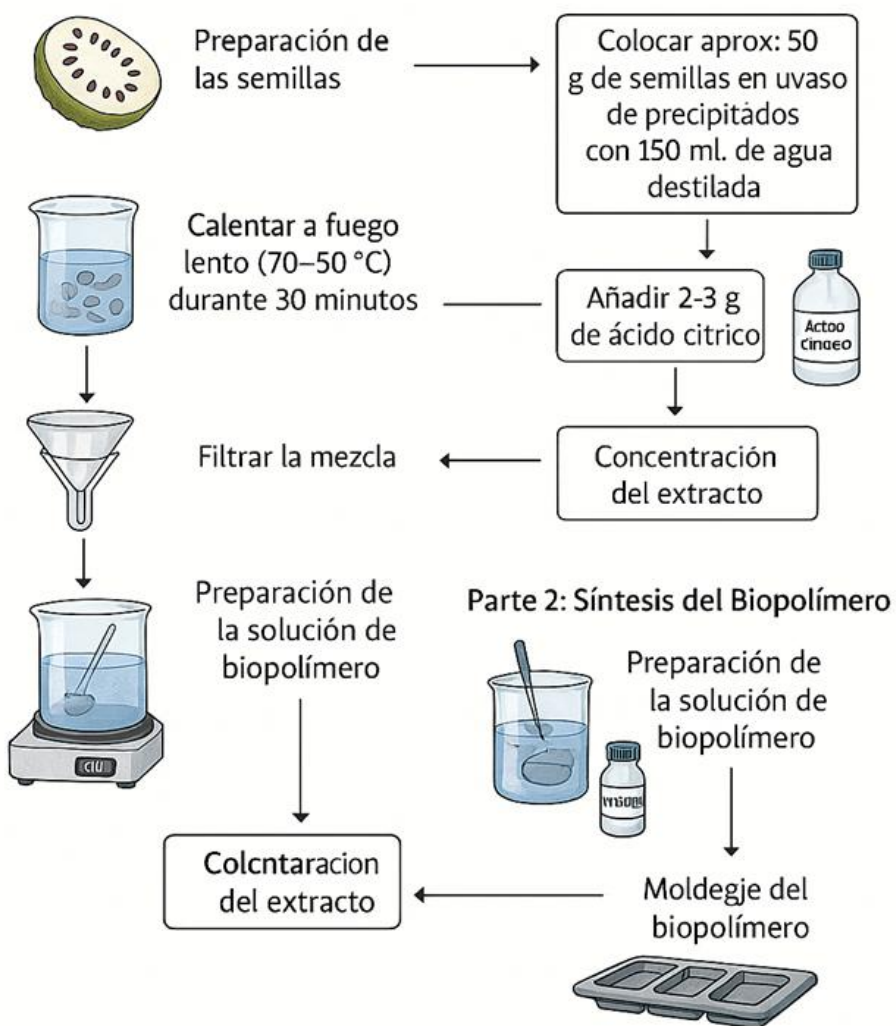


figura 8. Diagrama de flujo del procedimiento del laboratorio.

Biopolímeros

Nombre: Miguel Felipe y Sabrina Farfeta (10-2)

Contexto de la actividad:

¿De qué manera afecta el estrés oxidativo microempresas de alimentos, y la salud de las personas?

Se refiere a que el estrés oxidativo deteriora los productos alimenticios en microempresas y se relaciona con enfermedades crónicas en la salud de las personas.

¿A nivel sanitario, es relevante el estrés oxidativo?

es relevante a nivel sanitario por su complicación en enfermedades y su impacto en la salud pública

Los estudiantes observarán tres muestras de frutas:

- Muestra A
- Muestra B
- Muestra C

Deberán responder a las siguientes preguntas de análisis y resolución de problemas.

Instrucciones:

Responde con claridad cada una de las siguientes preguntas, justificando cuando se indique.

Instrucciones:

Lee con atención cada pregunta y respóndela de acuerdo a lo que viste en las frutas. Usa tus propias palabras y da razones cuando se pida.

Item	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
¿Cuál fruta se ve más fresca? ¿Qué cosas viste para decir eso?	esta es una fruta más fresca que la 2 por que su color es verde	La 2 es la más fresca que la 1 por su color	La 3 es la más fresca por su color y forma
¿Alguna muestra presenta			

1

2

3



manchas o arrugas?	Se notaba un poco arrugada	Se notaba una mancha negra	La 3 tenía la mancha abroncada
Describe el color de cada muestra	Estaba más roja de color de otro	Se notaba más rojo	Estaba muy colorada
Describe el olor de cada muestra	En color de	El color al	Normal
Describe la sensación al tacto	El color		
Si tuvieras aplicar el polímero a una fruta, ¿Cuál escogerías y por qué?		En la fruta se nota más rojo	
¿Qué muestra presenta alguna variación en el pH?	La 1 se muestra PH	La 2 era el PH más bajo	La 3 no muestra PH
¿Como se diferencia la presencia del recubrimiento en las muestras?	Estaba más roja de color de otro	Se notaba más rojo	Estaba muy colorada

Concluyendo:

1. ¿Qué cambios visibles observas en la fruta de la Muestra A en comparación con las muestras B y C?
2. ¿Qué muestra crees que se encuentra en mejor estado de conservación? Justifica tu respuesta.
3. ¿Cuál de las muestras, presenta signos más evidentes de descomposición? Explica por qué podría suceder esto.
4. Si tuvieras que elegir la película de pectina para conservar frutas en casa, ¿lo considerarías viable?
5. ¿Podría la pectina reducir los problemas del estrés oxidativo tanto para alimentos como para la salud?

Colegio De Cultura Popular (IED)

Nombre estudiantes:

**Elaboración y Análisis de las Propiedades Viscoelásticas de un polímero Casero a Base de Colbón,
Champú y Talcos**

2. Objetivo:

- Comprender cómo la interacción entre los componentes a nivel molecular contribuye a las propiedades macroscópicas del polímero.

3. Hipótesis

4. Materiales:

- Colbón
- Champú
- Talcos
- Recipiente pequeño para mezclar
- Cuchara o palito para remover

5. Procedimiento:

1. Mezcla Inicial:

- Colocar una cantidad medida de colbón en el recipiente.
- Agregar una cantidad menor de champú al colbón.
- Remover lentamente con la cuchara o el palito hasta obtener una mezcla homogénea. Observar la consistencia inicial.

2. Adición de Talcos:

- Comenzar a agregar pequeñas cantidades de talco a la mezcla, removiendo vigorosamente después de cada adición.
- Continuar añadiendo talco y mezclando hasta que la mezcla comience a espesarse y se desprenda de las paredes del recipiente, formando una masa pegajosa pero manipulable.
- Es importante añadir el talco gradualmente y mezclar bien para evitar que el polímero quede demasiado duro o seco.

3. Amasado:

- Una vez que la mezcla se haya espesado lo suficiente, retirar del recipiente y comenzar a amasar con las manos. Inicialmente estará pegajoso, pero al amasar, la consistencia debería mejorar.
- Continuar amasando hasta obtener la textura deseada de polímero: que sea elástico, maleable y no se pegue demasiado a las manos.

- 4. **Observación de Propiedades:** Realice una observación detallada de lo que puede ver, oler, tocar.

6. Análisis de Resultados y Discusión:

Establezca un análisis frente a sus observaciones, su punto de vista frente a la calidad del producto, percepción frente a la transformación de las sustancias, utilidad del producto y mejoras que le realizaría.

Compare su producto con el de 3 compañeros más.

. Conclusiones:

Establezca sus conclusiones frente al objetivo, hipótesis procedimiento, resultado y utilidad.

Establezcan sus conclusiones a partir del análisis grupal



Colegio De Cultura Popular (IED)

Nombre estudiantes:

Objetivos

- Reforzar los aprendizajes sobre biopolímeros, estrés oxidativo y sostenibilidad en la preservación de alimentos.
- Desarrollar competencias científicas en resolución de problemas, análisis crítico y comunicación.
- Favorecer la motivación y participación activa de los estudiantes mediante retos lúdicos.
- Conectar la química con el contexto social y ambiental, mostrando su impacto en la vida cotidiana.

- Pista:

“En la comunidad se ha detectado un grave problema de desperdicio de alimentos por su rápida descomposición. Los científicos han descubierto que existe una alternativa: recubrimientos comestibles elaborados con biopolímeros. Ustedes serán el equipo investigador que debe resolver una serie de retos para obtener la fórmula que permita conservar los alimentos por más tiempo y reducir el impacto ambiental.”

1. ¿Qué es un biopolímero y cómo se relaciona con la conservación de alimentos?

2. Organiza los pasos correctos para obtener pectina a partir de semillas de guanábana.

3. Identifica la opción que constituye una estrategia más amigable con el ambiente, y que ayude a preservar mejor los alimentos:

- a) Empacar frutas en bolsas plásticas reutilizable.
- b) Usar residuos de semillas para obtener recubrimientos biodegradables.
- c) Desechar los residuos dejando de lado el aprovechamiento óptimo.

4. Si una fruta recubierta con película de almidón dura el doble que una sin recubrimiento, ¿qué beneficios tendría para la comunidad en términos de costo, reducción de desperdicio y salud ambiental?

5. Cada equipo, con las respuestas recolectadas en los puntos 1,2,3 y 4. Debe diseñar una propuesta creativa donde se haga uso de los recubrimientos en un contexto real. la propuesta debe responder:

- a. ¿Qué problema buscan resolver con los recubrimientos biodegradables?
- b. ¿Cómo se conecta con la sostenibilidad y las Buenas Prácticas Ambientales (BPA)?
- c. ¿Qué impacto tendría en la comunidad y la vida cotidiana?

Para elaborarla puede elegir entre:

- Cartel explicativo a modo de publicidad
- Infografía
- Caricatura
- Graffiti.

Escape room

Categoría	Excelente (4)	Notable (3)	Básico (2)	Insuficiente (1)
Competencias científicas	Resuelve todos los retos aplicando correctamente conceptos de química y biopolímeros, con explicaciones claras y fundamentadas.	Resuelve la mayoría de los retos con explicaciones aceptables, aunque con leves imprecisiones.	Resuelve parcialmente los retos, con explicaciones poco claras o incompletas.	No logra resolver los retos o presenta explicaciones incorrectas.
Solución de problemas	Identifica claramente el problema, plantea soluciones creativas y viables, mostrando pensamiento crítico.	Identifica el problema y plantea soluciones correctas, aunque poco innovadoras.	Reconoce parcialmente el problema, con soluciones limitadas o poco claras.	No identifica el problema o no plantea soluciones coherentes.
Trabajo colaborativo	Participa activamente, coopera y respeta las ideas de los compañeros, favoreciendo el logro colectivo.	Colabora en el grupo aunque con participación desigual.	Participa de manera limitada, sin aportar significativamente al trabajo en equipo.	No colabora y dificulta el trabajo grupal.
Comunicación científica	Presenta resultados de forma clara, estructurada y creativa (cartel, video o dramatización), usando lenguaje científico adecuado.	Presenta resultados de forma clara, aunque con limitaciones en el uso del lenguaje científico.	La presentación es poco clara, con escasa organización o lenguaje inadecuado.	No logra comunicar los resultados o su presentación es confusa.

Sostenibilidad y aplicación social	Integra completamente la sostenibilidad y las BPA en su propuesta, relacionándola con beneficios para la comunidad.	Hace referencia a la sostenibilidad y su aplicación, aunque de manera parcial.	Menciona de forma superficial la sostenibilidad, sin relación clara con la comunidad.	No relaciona su propuesta con la sostenibilidad ni con beneficios sociales.
---	---	--	---	---

Rúbrica de Evaluación - Escape Room de Biopolímeros

Grupo	Competencias científicas	Solución de problemas	Trabajo colaborativo	Comunicación científica	Sostenibilidad y aplicación social	Nivel global
1	Satisfactorio – Reconoce la función del recubrimiento en la conservación.	Notable – Identifica diferencias visuales entre muestras.	Notable – Participación conjunta en observaciones.	Básico – Escritura poco legible pero coherente.	Notable – Comprende la función del biopolímero.	Notable
2	Notable – Distingue efectos del estrés oxidativo en alimentos.	Excelente – Explica relación entre pH, color y descomposición.	Excelente – Registro organizado de observaciones.	Notable – Describe con precisión lo observado.	Excelente – Relaciona ciencia, ambiente y salud.	Excelente
3	Excelente – Aplica conceptos de oxidación y recubrimiento.	Excelente – Interpreta variables de conservación.	Excelente – Trabajo reflexivo y coherente.	Excelente – Argumentación clara y lógica.	Excelente – Propone uso doméstico de la pectina.	Excelente
4	Notable – Analiza cambios de color y textura.	Notable – Identifica causas del deterioro.	Notable – Participación homogénea.	Notable – Comunicación visual clara.	Notable – Reconoce valor ecológico de los biopolímeros.	Notable

5	Excelente – Interpreta el estrés oxidativo como problema ambiental.	Excelente – Propone soluciones sostenibles.	Excelente – Evidencia cooperación.	Notable – Expresión precisa, aunque breve.	Excelente – Reflexión ambiental y sanitaria.	Excelente
6	Notable – Reconoce diferencias entre recubrimientos.	Notable – Interpreta datos visuales.	Excelente – Colaboración en análisis de muestras.	Notable – Uso adecuado de lenguaje científico.	Excelente – Enlace entre ciencia y bienestar.	Notable
7	Excelente – Explica científicamente el efecto conservante.	Excelente – Argumenta con base en evidencia.	Excelente – Planificación clara del grupo.	Excelente – Redacción técnica adecuada.	Excelente – Integra sostenibilidad y salud pública.	Excelente
8	Notable – Relaciona oxidación con envejecimiento y salud.	Notable – Describe diferencias entre frutas.	Notable – Consenso en respuestas grupales.	Notable – Lenguaje sencillo pero correcto.	Excelente – Conecta biopolímeros y nutrición.	Notable
9	Excelente – Observaciones precisas y fundamentadas.	Excelente – Interpreta reacciones químicas observadas.	Excelente – Distribución clara de roles.	Excelente – Argumentación fluida y estructurada.	Excelente – Alta conciencia ambiental y social.	Excelente

ANÁLISIS DE LAS EVIDENCIAS ESCRITAS (Actividad experimental sobre biopolímeros y estrés oxidativo) muestras abc