

**APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS PARA EL DESARROLLO DE LA HABILIDAD
ANALIZAR EN EL CONTEXTO DE LOS PRINCIPIOS BIOACTIVOS PARA UN POSIBLE
TRATAMIENTO DEL ALZHEIMER**

**VIVIANA DANIELA GOMEZ SANTOS
JESSICA TATIANA PARADA RODRIGUEZ**

**DIRECTOR
RODRIGO RODRIGUEZ CEPEDA**

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
LICENCIATURA EN QUÍMICA
LÍNEA DISCIPLINAR Y DIDÁCTICA
BOGOTÁ, D.C
2025**

AGRADECIMIENTOS

Llegar hasta aquí ha sido un camino largo, lleno de aprendizajes, momentos duros y también muchas alegrías. Y no podría haberlo recorrido sin las personas que me han apoyado desde el principio sin condiciones ni fin.

A mi madre Rosalba Santos, no hay palabras que alcancen para agradecerte todo lo que has hecho por mí. Gracias por tu amor incondicional, por tu fuerza, por nunca soltarme la mano. Por estar siempre, incluso cuando yo ya no podía más. Esta tesis también es tuya, porque sin tu apoyo, tu sacrificio y tu fe en mí, no habría llegado hasta aquí.

A mi hermano, Dillan Santos, gracias por ser mi compañero de vida, por animarme, por escucharme, por las risas, los consejos y la paciencia.

Y gracias a Harrison Fitzgerald quien con su amor y apoyo incondicional me ayudó a seguir adelante. Eres desde un inicio parte de mi familia, te agradezco por quererme sin condiciones, por apoyarme en cada etapa que necesitaba y por siempre cuidarme. Seguiremos creciendo juntos, porque después serás tú quien reciba el diploma.

Este logro es mío, sí, pero también es de ustedes. Gracias de corazón.

Finalmente, a mí por tenerme fe, por mi paciencia, mis palabras, mis silencios, mis formas de cuidarme y querer salir adelante. A mí misma logré aprender que incluso en la tormenta uno puede encontrar paz si tiene con quién sostenerse.

La frase más hermosa que me da mucho ánimo es: **"Vibra tan alto que parezcas música."** Porque eso soy: una melodía que me mantengo cuando todo es ruido.

Con cariño Viviana Daniela Gómez Santos

En este umbral, donde los sueños se encuentran con la realidad, mis palabras danzan en el aire, buscando honrar los hilos invisibles que me trajeron hasta aquí; un lugar al que, sin ellos, no habría podido llegar.

A mi papá, fuiste el lugar que se desdibujó demasiado pronto, pero tu ausencia es hoy un mapa que llevo tatuado en el pulso, una brújula que sigue señalando el norte. Este logro es la cicatriz más hermosa de tu partida, la alegría que nace de la nostalgia, sé que tu sonrisa es la victoria que hoy habito.

A mi madre, fuiste el cimiento que sostuvo mis sueños, donde la resiliencia aprendió a respirar, la puerta que nunca se cerró, el eco que respondió a mis gritos. Cada esfuerzo es un tributo a tu amor inmenso. Mi alegría es tuya.

Y a Javier, el hogar que no buscaba, el lugar inesperado que se hizo vida y que hoy lo llena todo. Llegaste cuando el camino era solo una línea y transformaste la soledad en un paisaje compartido. Tu apoyo no es una palabra, es la almohada donde mis miedos descansan. "A ti podría decirte que para mí cualquier lugar es mi casa si eres tú quien abre la puerta". Este logro es un jardín que cultivamos juntos, un testimonio de que el amor es también construir y celebrar de a dos.

Con cariño Jessica Tatiana Parada Rodriguez

Deseamos expresar nuestros agradecimientos al Profesor Rodrigo Rodriguez Cepeda, director de esta tesis, por su acompañamiento, guía y orientación a lo largo del proceso académico.

Asimismo, queremos manifestar un reconocimiento muy especial al Profesor Jonatan Lopez Castillo, cuya dedicación, generosidad y profundo conocimiento fueron fundamentales para el desarrollo y culminación de este trabajo. Su apoyo constante y valiosos aportes enriquecieron significativamente cada etapa pedagógica de este trabajo de grado y de nuestra carrera universitaria.

Con cariño para Rodrigo y Jonatan

Tabla de contenido

INTRODUCCIÓN.....	8
JUSTIFICACIÓN.....	10
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	12
OBJETIVOS.....	14
4.1 OBJETIVO GENERAL.....	14
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
ANTECEDENTES.....	15
5.1 Referentes al principio bioactivo.....	15
5.2 Referentes al aprendizaje basado en problemas.....	18
5.3 Referentes a la habilidad investigativa analizar.....	20
MARCO TEÓRICO.....	23
6.1 Aprendizaje basado en problemas.....	23
6.2 Habilidad investigativa analizar.....	24
6.2.1 ¿Qué es la habilidad investigativa analizar?.....	25
6.2.2 ¿Qué caracteriza esta habilidad investigativa?.....	25
6.2.3 ¿Cuáles son las principales funciones de la habilidad investigativa analizar?.....	25
6.3 Principio bioactivo.....	26
6.3.1 Principio bioactivo.....	26
6.3.2 Ocimum sanctum (Hierba santa).....	26
6.3.3 ¿Qué son los flavonoides?.....	27
6.3.4 Tipos de flavonoides en la hierba santa.....	28
6.4 Alzheimer.....	30
6.5 Neurodegeneración.....	31
6.5.1 Enfermedad neurodegenerativa.....	31
6.6 Antioxidantes.....	32
6.7 Radicales libres y estrés oxidativo.....	32
6.7.1 Antioxidantes de los flavonoides.....	33
6.8 ¿Qué es una unidad didáctica?.....	33
6.8.1 Características de una unidad didáctica.....	33
METODOLOGÍA.....	34
7.1 Formulación de hipótesis.....	34
7.1.1 Hipótesis nula (H ₀).....	34
7.1.2 Hipótesis alternativa (H ₁).....	34
7.2 Población.....	34

7.3 Fases de la investigación	35
7.3.1 Fase I. Caracterización.....	35
7.3.2 Fase II. Diseño y aplicación de la unidad didáctica	35
7.3.3 Fase III. Evaluación del desarrollo de la habilidad analizar.....	35
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	36
8.1 Fase I. Caracterización de la habilidad investigativa analizar	36
Análisis de la prueba de caracterización	39
8.2 Fase II. Diseño y aplicación de la unidad didáctica	41
8.2.1 Aplicación de la unidad didáctica.....	42
8.2.2 Sesiones 2 y 3 trabajo experimental.....	54
8.3 Fase III. Evaluación del desarrollo de la habilidad investigativa analizar	54
8.3.1 Sesión 4. Socialización y construcción de V-heurística.....	54
8.3.2 Análisis de las V heurísticas como evidencia del desarrollo de la habilidad analizar	56
8.3.3 Evaluación final: instrumento de salida sobre la habilidad investigativa analizar.....	58
8.4 Interpretación y análisis cualitativo	63
CONCLUSIONES	66
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	68
ANEXOS	71
Anexo A. Prueba de entrada.....	71
Anexo B. Prueba de salida.....	71
Anexo C. Respuestas prueba de entrada.....	72
Anexo D. Respuestas prueba de salida.....	73
Anexo E. Evidencia fotográfica sesión 2 y 3.....	74
Anexo F. Rúbrica de evaluación (sesión 4).....	75
Anexo G. Rúbrica de evaluación prueba de entrada y de salida.....	79
Anexo H. Resultados V heurísticas estudiantes Énfasis Didáctico II	82
Anexo I. Criterios de evaluación usados para clasificar los niveles.....	92
Anexo J. Obtención de la oleoresina.....	93
Anexo K. Rendimiento de extractos de Hierba Santa (<i>Ocimum Sanctum</i>).....	95
Anexo L. Pruebas cualitativas.....	96
Anexo M. Pruebas cuantitativas.....	103
Anexo N. Recubrimiento y aplicación en alimentos.....	112
Anexo O. Unidad Didáctica.....	117
Anexo P. Guía de aprendizaje.....	132

Contenido de tablas

TABLA 1. FLAVONOIDES DE LA OCIMUM SANCTUM	28
TABLA 2. ESTADÍSTICAS PARA UNA MUESTRA	63
TABLA 3. PRUEBA PARA UNA MUESTRA	63
TABLA 4. TAMAÑOS DE EFECTO DE UNA MUESTRA	63
TABLA 5. ENCUESTA DIAGNOSTICA PREGUNTA 1. PUEDO DISCERNIR INFORMACIÓN RELEVANTE DE INFORMACIÓN NO RELEVANTE	37
TABLA 6. ENCUESTA DIAGNOSTICA PREGUNTA 2. SE COMO IDENTIFICAR SESGOS O PREJUICIOS EN LA INFORMACION QUE REVISO	37
TABLA 7. ENCUESTA DIAGNOSTICA PREGUNTA 3. TENGO LA CAPACIDAD DE EVALUAR LA CALIDAD DE LAS EVIDENCIAS PRESENTADAS DE UN ESTUDIO O FUENTE	38
TABLA 8. ENCUESTA DIAGNOSTICA PREGUNTA 4. SOY CAPAZ DE SINTETIZAR INFORMACIÓN DE MULTIPLES FUENTES DE MANERA EFECTIVA	39
TABLA 9. ENCUESTA DIAGNOSTICA PREGUNTA 5. PUEDO FORMULAR CONCLUSIONES RESPALDADAS POR EVIDENCIA SÓLIDA	39
TABLA 10. COMPARATIVA DE NIVEL DE ANÁLISIS. SESIÓN 1 VS SESIÓN 4	58
TABLA 11. ENCUESTA FINAL PREGUNTA 1. SOY CAPAZ DE DISTINGUIR ENTRE LOS DIFERENTES MECANISMOS POR LOS CUALES LOS FLAVONOIDES PUEDEN RETARDAR LA PROGRESIÓN DE ENFERMEDADES NEURODEGENERATIVAS	59
TABLA 12. ENCUESTA FINAL PREGUNTA 2. SE IDENTIFICAR DEFICIONES PERTINENTES SOBRE LAS ENFERMEDADES NEURODEGENERATIVAS (ESTRÉS OXIDATIVO, ANTIOXIDANTE...)	60
TABLA 13. ENCUESTA FINAL PREGUNTA 3. PUEDES INTERPRETAR LOS RESULTADOS ESTADÍSTICOS DE UN ESTUDIO SOBRE FLAVONOIDES, COMO LOS INTERVALOS DE CONFIANZA	61
TABLA 14. ENCUESTA FINAL PREGUNTA 4. SOY CAPAZ DE RESUMIR LAS EVIDENCIAS CIENTIFICAS QUE RESPALDAN EL USO DE SUPLEMENTOS DE FLAVONOIDES PARA MEJORAR LA COGNICIÓN EN PERSONAS MAYORES	61
TABLA 15. ENCUESTA FINAL PREGUNTA 5. PUEDO FORMULAR HIPÓTESIS COMPROBABLES SOBRE LOS MECANISMOS MOLECULARES POR LOS CUALES LOS FLAVONOIDES PUEDEN REDUCIR EL ESTRÉS OXIDATIVO	62
TABLA 16. RESULTADOS MARCHA FITOQUÍMICA MÉTODO DE EXTRACCIÓN SOXHLET	96
TABLA 17. RESULTADOS MARCHA FITOQUÍMICA MÉTODO DE EXTRACCIÓN HIDROALCOHÓLICA	97

Contenido de figuras

FIGURA 1. ESTRUCTURA BÁSICA DE UN FLAVONOIDE.....	27
FIGURA 2. ENCUESTA DIAGNÓSTICA PREGUNTA 1. PUEDO DISCERNIR INFORMACIÓN RELEVANTE DE INFORMACIÓN NO RELEVANTE	37
FIGURA 3. EVIDENCIA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO.....	74
FIGURA 4. EQUIPO DE EXTRACCIÓN: SOXHLET.....	93
FIGURA 5. EQUIPO DE EXTRACCIÓN: HIDROALCOHÓLICO.....	94
FIGURA 6. ESPECTRO INFRARROJO MÉTODO EXTRACCIÓN SOXHLET.....	99
FIGURA 7. ESPECTRO INFRARROJO MÉTODO EXTRACCIÓN HIDROALCOHÓLICA.....	101
FIGURA 8. REFERENCIA DE CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA DEL ACEITE ESENCIAL DE ALBAHACA MORADA.....	104
FIGURA 9. CARACTERIZACIÓN QUÍMICA POR CROMATOGRAFÍA DE GASES HIDROALCOHÓLICO	105
FIGURA 10. ESPECTRO DE OLEORRESINA DE ALBAHACA MORADA CON PRESENCIA DE (Z)-CINAMATO DE METILO (PUEDE SER EL EUGENOL)	105
FIGURA 11. ESPECTRO DE OLEORRESINA DE ALBAHACA MORADA CON PRESENCIA DE (E)-CINAMATO DE METILO.....	105
FIGURA 12. ESPECTRO DE OLEORRESINA DE ALBAHACA MORADA CON PRESENCIA DE A-BISABOLOL	106
FIGURA 13. ESPECTRO DE OLEORRESINA DE ALBAHACA MORADA CON PRESENCIA DE GERMACRENO B	106
FIGURA 14. CARACTERIZACIÓN QUÍMICA POR CROMATOGRAFÍA DE GASES SOXHLET	106
FIGURA 15. RECUBRIMIENTO EN UVA ISABELINA DÍA 1.....	114
FIGURA 16. RECUBRIMIENTO EN UVA ISABELINA DÍA 14	116

INTRODUCCIÓN

De acuerdo con el neurólogo estadounidense Katzman, (1976), la enfermedad de Alzheimer es un problema de salud en todo el mundo. La Organización Mundial de la Salud (OMS) estima que afecta cerca de 60 millones de personas, siendo el 8.1% de género femenino y el 5.4% masculino de más de 65 años. Frente a este contexto, la presente investigación desarrolla una propuesta didáctica relacionada con el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), con el objetivo de desarrollar la habilidad investigativa analizar en estudiantes de química. Esta propuesta se enmarca en el estudio de los flavonoides, compuestos polifenólicos que, según Minocha et al., (2022) han demostrado mejorar las funciones cognitivas e inhibir o retrasar la agregación de beta amiloide, relacionada con la formación de ovillos neurofibrilares en la enfermedad de Alzheimer. De esta manera, se busca aprovechar el interés en esta problemática de salud para motivar a los estudiantes a desarrollar pensamiento crítico y habilidades de resolución de problemas.

La investigación se llevó a cabo en el semillero Chimeía (International Student Chapter UPN-ACS), parte del grupo de investigación Didáctica y sus ciencias. Se diseñó una unidad didáctica en el contexto de principios bioactivos para el tratamiento del Alzheimer. Mediante el uso de una metodología de ABP, la propuesta se vincula con el proceso de enseñanza y aprendizaje de esta enfermedad, con el fin de fortalecer el desarrollo de la habilidad investigativa analizar en los estudiantes del Énfasis Disciplinar II de la Licenciatura en Química de la Universidad Pedagógica Nacional de Colombia.

Según una investigación de Carpio Rodríguez et al., (2015) señalan la ausencia de un sólido desarrollo de las habilidades en los estudiantes tiene implicaciones significativas a nivel personal, restringiendo la capacidad de comprender conceptos complejos, evaluar críticamente la información y tomar decisiones informadas. En las ciencias, estas habilidades son esenciales para analizar datos y formular teorías, siendo un recurso indispensable que facilita enfrentar retos complejos y hallar soluciones innovadoras. En ese marco, de acuerdo con Díaz, (2006), el ABP ha surgido como un enfoque educativo innovador que impulsa el desarrollo de habilidades cognitivas, promoviendo un aprendizaje activo y significativo al facilitar a los estudiantes acercarse a problemas reales y complejos, con el fin de desarrollar la habilidad analizar frente a la información científica.

El presente trabajo de investigación se encuentra dividido en los siguientes capítulos: justificación, la cual establece el desarrollo de la presente investigación determinando la importancia de abordar este estudio para el desarrollo de habilidad analizar en el contexto de los principios bioactivos. En el planteamiento del problema se habla sobre la identificación de la problemática y se propone la pregunta problema relacionada con los flavonoides en el tratamiento del Alzheimer aplicando herramientas bioinformáticas y un recubrimiento en

alimentos. En los objetivos se estructura una unidad didáctica con un enfoque ABP fundamentada en el contexto de los principios bioactivos para el tratamiento del Alzheimer. En los antecedentes se estructura toda la información teórica base de la investigación sobre flavonoides, ABP, habilidad analizar y bioquímica. Para el marco teórico se considera una búsqueda para la comprensión de habilidad investigativa analizar, principio bioactivo, el origen del ABP, unidad didáctica y sus características.

La metodología adoptada es cuasi-experimental propuesto por Bickman & Rog, (2021) sin grupo control y se presenta un análisis de carácter mixto (cuantitativo y cualitativo) coherente con los objetivos y la pregunta de investigación. También se detalla las fases y actividades del estudio. Finalmente, para evaluar el impacto de la propuesta se realizaron pruebas de entrada y salida que permite conocer qué tan desarrollada o si se logró fortalecer esta habilidad investigativa. Además, se complementa con una mesa redonda donde por medio de artículos analizaron conceptos claves para esta investigación. Se llevaron a cabo prácticas de laboratorio y se culminó el ejercicio con una presentación donde los estudiantes defendieron sus hallazgos, demostrando así su habilidad investigativa analizar colocada desde una situación problema. Los resultados de esta propuesta se discutirán para evaluar el alcance en el desarrollo de esta habilidad y se presentan las conclusiones derivadas de esta investigación.

JUSTIFICACIÓN

El Alzheimer constituye una de las grandes causas de demencia entre la edad adulta mayor de la población, siendo responsable de una progresiva degeneración neuronal, pérdida de funciones cognitivas y aparición de placas seniles y ovillos neurofibrilares sobre las sinapsis y neuronas corticales (Donoso, 2003). A esta altura, la presente investigación responde a la demanda del hallazgo de alternativas o productos bioactivos con capacidad preventiva y terapéutica con visión sobre los flavonoides obtenidos de *Ocimum sanctum* (llamado comúnmente hierba santa), por cuanto existe variada evidencia científica sobre su capacidad antioxidante, antiinflamatoria y neuroprotectora (Sabogal-Guáqueta et al., 2015).

La investigación propuso el diseño e implementación de una estrategia didáctica basada en el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), con el objetivo de fortalecer la habilidad investigativa analizar en estudiantes del Énfasis Didáctico II de la Licenciatura en Química. La razón de elegir a este grupo responde a la necesidad de consolidar habilidades investigativas específicas a una etapa avanzada del proceso formativo, donde los futuros licenciados tendrán la capacidad de enfrentarse a problemas científicos de carácter complicado, integrar conocimiento disciplina discutido y traducirlo a proposicional contextualizada. Aprender a analizar a estos estudiantes resulta básico para fomentar un conocimiento profundo de los fenómenos químicos, incentivar el pensamiento crítico y capacitar a profesionales capaces de proyectar con sentido investigador experiencias de aprendizaje. La articulación entre el contenido disciplinar (química de los flavonoides), el contexto biológico (neurodegeneración del trastorno de Alzheimer) y el desarrollo de una habilidad investigativa constituye un eje integrador entre la ciencia y la educación. La orientación interdisciplinar abrió a los estudiantes la posibilidad de abordar el estudio de los principios bioactivos desde un ángulo celular y molecular, comprendiendo el papel que tienen los radicales libres en el estrés oxidativo y como un compuesto natural puede adaptar estos procesos patológicos.

A través del ABP, los estudiantes participaron activamente en la construcción de conocimiento al ser desafiados con un problema real de relevancia tanto social como científica. De esta manera, no solo permitió desarrollar la habilidad investigativa, sino también la toma de decisiones sustentada en argumentos sólidos, el planteamiento de hipótesis y la interpretación crítica de datos. A su vez, se estableció una fuerte conexión entre la enseñanza de la química y la promoción de la salud en el marco de la línea de

investigación "Alimentómica". El proyecto aportó a la formación de docentes e investigadores capaces de proponer propuestas educativas contextualizadas, uniendo saberes científicos con competencias profesionales. La investigación sobre los flavonoides como principio activo, su relación con cubiertas alimentarias y su hipotética aplicación para la prevención del Alzheimer, constituyó un entorno educativo apropiado para el aprendizaje de la química con orientación para la transformación social y educativa.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La forma habitual de enseñar ciencia se enfoca en transmitir información y hacer que los estudiantes memoricen las cosas, pero esto no ayuda realmente a mejorar para hacer su propia investigación o pensar críticamente. Según *Artículo: Principios de la enseñanza de Barak Rosenshine - Aptus, (2019)* comenta que esta forma de enseñar ayuda a los estudiantes a vincular lo que aprenden a la vida real, lo que les facilita abordar problemas reales, tomar decisiones razonables y pensar críticamente los contenidos. Esta falta de la habilidad analizar en la educación universitaria, en áreas que requieren un análisis en temas como la química donde se necesita profundizar en fenómenos científicos.

En la licenciatura en Química de la UPN, la asignatura de Énfasis Disciplinar II a pesar de que contienen diversos temas con una teoría bastante sólida, puede representar problemas difíciles para aplicar el conocimiento de manera óptima en la solución de problemas reales, complejos y tomar decisiones informativas. Esta situación realmente aparece cuando se está investigando los principios bioactivos que podrían ayudar en el tratamiento del Alzheimer, una situación que requiere comprensión no solo de componentes bioquímicos, sino que también de las aplicaciones en la salud humana.

El estudio de los principios bioactivos en el tratamiento del Alzheimer requieren un análisis de moléculas complejas, su estructura, función y mecanismo de acción en el organismo. Para abordar estos temas de manera adecuada, los estudiantes deben desarrollar habilidades investigativas, como la capacidad de análisis que les facilite descomponer problemas complejos, valorar la evidencia científica y tomar decisiones informadas. No obstante, la ausencia de una metodología activa que permita la conexión de los conceptos teóricos con situaciones prácticas puede dificultar el progreso de estas habilidades.

El Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) se presenta como una estrategia educativa efectiva que fomenta el pensamiento crítico, la resolución de problemas complejos y la evaluación de información científica. Al aplicar el ABP, los estudiantes se enfrentan con situaciones reales, como aquellas vinculadas al Alzheimer, al mismo tiempo desarrollan habilidades fundamentales para su futuro profesional, tales como la capacidad de investigación, el análisis y la síntesis de información, la valoración de diferentes perspectivas y la toma de decisiones fundamentadas.

Pese a los beneficios reconocidos del ABP, su aplicación en la educación universitaria en Colombia continúa siendo limitada. De acuerdo con Poot-Delgado & Carlos Antonio, (2013) gran parte de los docentes se topan con la dificultad de implementar este tipo de metodologías a causa de la escasez en los recursos, la información particular y la falta de capacitar a los docentes. Esta brecha restringe el proceso de competencias fundamentales en los estudiantes, disminuyendo la calidad del proceso de enseñanza-aprendizaje y limitando su habilidad de tratar problemas científicos de forma crítica y eficaz.

Los estudiantes del Énfasis Disciplinar II constituyen una población esencial para implementar este tipo de metodologías, debido a que están terminando una etapa crucial de su educación académica. En este punto de su trayectoria, se anticipa que sean capaces de incorporar y proponer en práctica los conocimientos adquiridos durante su carrera. Además, son estudiantes que pueden tener desarrolladas este tipo de habilidad investigativa. La aplicación del ABP en este escenario no solo fortalecerá su comprensión en los principios bioactivos, sino que también les proporcionará los recursos requeridos para desarrollar eficazmente su habilidad investigativa analizar.

Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente, se plantea la siguiente pregunta problema: **¿En qué medida la implementación de una unidad didáctica, diseñada bajo un enfoque de Aprendizaje Basado en problemas (ABP) y centrada en los principios bioactivos para el tratamiento del Alzheimer, incide en el desarrollo de la habilidad investigativa analizar en los estudiantes?**

OBJETIVOS.

4.1 OBJETIVO GENERAL.

- Diseñar e implementar una unidad didáctica fundamentada en el Aprendizaje Basado en Problemas, centrada en los principios bioactivos para el tratamiento del Alzheimer, con el fin de evaluar el desarrollo de la habilidad investigativa analizar

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Determinar el nivel inicial de la habilidad investigativa analizar en los estudiantes del Énfasis Disciplinar II.
- Diseñar e implementar una unidad didáctica fundamentada en los principios bioactivos para el tratamiento del Alzheimer, articulada en el Aprendizaje Basado en Problemas.
- Evaluar el alcance de la unidad didáctica implementada en el desarrollo de la habilidad investigativa analizar.

ANTECEDENTES.

Los artículos mencionados en este apartado son de gran relevancia para el desarrollo de la propuesta investigativa. Se realizó una búsqueda sistemática, aplicando criterios cuantitativos (rango temporal de 5 a 10 años) y cualitativos (relevancia temática centrada en principio bioactivo, Alzheimer, aprendizaje basado en problemas y habilidad investigativa). Se seleccionaron por su pertinencia y rigor metodológico. El análisis cualitativo de estos estudios permitió identificar patrones emergentes, tendencias y vacíos de conocimiento en la literatura existente. Específicamente, se examinaron las metodologías empleadas, los resultados obtenidos y las conclusiones propuestas por los autores, con el fin de contextualizar y fortalecer el marco teórico de la presente investigación. A partir de esta revisión, se realiza una breve descripción de los antecedentes encontrados, por último, un párrafo referente a los aportes que estos estudios realizan en nuestra investigación.

5.1 Referentes al principio bioactivo.

Calderaro et al., (2022) llevaron a cabo el estudio titulado “El potencial neuroprotector de los flavonoides en la enfermedad de Alzheimer”, una investigación experimental en la que se analizaron la ingesta de flavonoides en una cohorte de descendientes de Framingham, con un total de 5.209 participantes de entre 28 y 62 años. De acuerdo con el estudio, las células cerebrales de las personas con Alzheimer presentan niveles anormalmente elevados de estrés oxidativo, y las placas amiloides constituyen un foco de oxidación celular y molecular. Los flavonoides, derivados del fenol, poseen la capacidad de atravesar la barrera hematoencefálica y exhiben diversas actividades biológicas, entre ellas propiedades antioxidantes neuronales, antiinflamatorias y neuroprotectoras, además de contribuir a la mejora de la cognición. Estos efectos ayudan a contrarrestar la neurodegeneración al preservar la eficiencia neuronal y las conexiones sinápticas. El estudio también reveló que los individuos con mayor ingesta de flavonoides presentan un menor riesgo de desarrollar trastorno por déficit de atención e hiperactividad (TDAH) en comparación con los de ingesta más baja. Sin embargo, no todos los tipos de flavonoides poseen el potencial biológico, ya que su efectividad depende de la cantidad de grupos hidroxilo presentes en el anillo B.

La actividad quelante de los flavonoides se identificó como un mecanismo clave para su acción biológica, porque los metalocomplejos afectan varias propiedades bioquímicas. Por lo tanto, concluyen que los flavonoides actúan indirectamente con algunas proteínas de la vía de regulación de la expresión génica, regulan la capacidad antioxidante endógena de la célula

e inhiben otras en el equilibrio redox. Los flavonoides regulan las respuestas fisiológicas que contribuyen a los efectos neuroprotectores en el Alzheimer. Una ventaja de los flavonoides es la posibilidad de administrar estas moléculas en complementos alimenticios.

Desde nuestra investigación se pueden evaluar los hallazgos de este estudio para explorar como los flavonoides, principalmente los derivados de la Hierba Santa pueden ofrecer beneficios similares en la prevención y tratamiento de esta enfermedad neurodegenerativa. Debido a que los flavonoides poseen propiedades antioxidantes, neuroprotectoras y antiinflamatorias se podría usar de manera accesible para un recubrimiento en alimentos lo que permitirá vincular los compuestos bioactivos en la ingesta cotidiana. Lo mencionado anteriormente sería una estrategia con el fin de promover la salud cognitiva y prevenir la neurodegeneración en las poblaciones en riesgo. No solo tendría potencial científico, también sería una aplicación real que mejoraría la calidad de vida de las personas que tienen o están en riesgo de padecer este tipo de enfermedades neurodegenerativas.

Saltos Bravo & Vélez Álava, (n.d.) realizan la investigación “Caracterización físico-química, microbiológica y funcional de los extractos de la especie Albahaca Morada (*ocimum sanctum*)” con una metodología experimental mediante ensayos fitoquímicos, antimicrobianos y técnicas de medición de contenido fenólico como Folin Ciocalteu. Según los autores obtienen diferentes extractos de la planta Albahaca Morada identificando los metabolitos secundarios como los alcaloides, flavonoides, , fenoles, taninos, antocianinas y azúcares reductores. Por ello, la actividad antimicrobiana dio un resultado positivo para ser inhibidor de microorganismos (*E. Coli* y *Salmonella*), obtenida por medio de la extracción de hidrodestilación (Clevenger), además la actividad antioxidante del extracto Clevenger presentó una alta tasa en comparación con los demás extractos.

Desde nuestra investigación este estudio muestra las propiedades antioxidantes y la presencia de flavonoides en el material vegetal *Ocimum Sanctum* los cuales son claves en efectos neuroprotectores, visto también en la investigación de Calderaro et al., (2022). Permite conocer las diferentes capacidades de prevención y de tratamiento a enfermedades neurodegenerativas. A nivel de las propiedades y del nivel antioxidante que posee son aspectos relevantes que pueden contribuir a la viabilidad de desarrollar alimentos ricos en este tipo de compuestos con el objetivo de prevenir, tratar y mejorar la salud cognitiva.

Moraes et al., (2022) desarrollan una investigación titulada “Potencial antioxidante dos flavonoides e aplicações terapêuticas” en la cual revisan la clase de metabolitos secundarios conocidos como flavonoides, que se encuentran en diversa especies del reino vegetal (manzanas, cebollas y brócoli). Debido a sus prometedoras actividades biológicas, entre las

que destacan su potencial antioxidante. A lo largo del estudio se analizaron 31 investigaciones que respaldan la idea de que los flavonoides pueden desempeñar un papel crucial en la prevención y el tratamiento de enfermedades crónicas y degenerativas, incluyendo las enfermedades cardiovasculares y enfermedades neurodegenerativas como el Alzheimer. Se enfatiza cómo los flavonoides reduce el estrés oxidativo y aumenta su capacidad antioxidante dado a la presencia de grupos hidroxilo que tiene su estructura, permitiendo neutralizar radicales libres los cuales pueden contribuir al daño celular y el desarrollo de diversas enfermedades. No solo se observa una relación directa entre la ingesta de alimentos ricos en flavonoides y la disminución del riesgo de ciertas enfermedades, sino que también se propone que estos compuestos pueden ser utilizados en el desarrollo de nuevos fármacos. En este sentido, el artículo subraya la necesidad de continuar investigando las aplicaciones de los flavonoides, lo cual es fundamental para la formulación de tratamientos innovadores que puedan abordar problemas de salud actuales, como el Alzheimer.

Desde nuestra investigación se vincula en el uso de principios bioactivos donde se destaca la estructura química y capacidad de modular diversas funciones en el organismo de los flavonoides. Con propiedades antioxidantes y neuroprotectoras las cuales son relevantes en nuestra investigación, debido a que ayuda a comprender como este compuesto bioactivo puede ser un factor clave en el desarrollo de nuevas alternativas terapéuticas. También habla que los flavonoides aparte de ser usados en la dieta también se pueden formular fármacos innovadores, abriendo posibilidades en el diseño de diferentes estrategias preventivas y terapéuticas basadas en estos compuestos.

Rendeiro et al., (2012) el artículo "Flavonoides como moduladores de la memoria y el aprendizaje: interacciones moleculares que resultan en efectos conductuales" pese que resalta los beneficios potenciales de este principio bioactivo en el progreso del aprendizaje y la memoria, la disponibilidad bioquímica de los flavonoides en el cerebro es limitada. No obstante, se corrobora que los alimentos ricos en estos compuestos bioactivos, como por ejemplo los arándanos, tiene un impacto significativo en la mejora de la memoria espacial, principalmente en animales en envejecimiento, demostrando que el consumo podría revertir los déficits cognitivos relacionados con la edad. Los autores señalan que los flavonoides no solo actúan por medio de la reducción del estrés oxidativo, más bien parecen modular la expresión genética y la función de los neurotransmisores relacionados con la memoria, siendo nuevas posibilidades terapéuticas para enfermedades neurodegenerativas como el Alzheimer.

Desde nuestra investigación es relevante como el artículo señala que los flavonoides como principio bioactivo se puede aplicar en el tratamiento de enfermedades neurodegenerativas. Los resultados de este artículo revelan que los flavonoides no solo

ofrecen propiedades antioxidantes, sino que también pueden modular mecanismos moleculares importantes en el aprendizaje y la memoria. En ese sentido, la ingesta diaria de estos compuestos bioactivos podrían ser una estrategia favorable para contrarrestar los efectos de enfermedades neurodegenerativas, también siendo acompañadas al incluirlas en la dieta como en suplementos alimenticios.

5.2 Referentes al aprendizaje basado en problemas.

Lasso Avendaño & Frausto, (2021) Realizan el artículo “Pensamiento crítico a partir del aprendizaje basado en problemas (PENCABP), una guía didáctica”, siendo una investigación mixta cuantitativa con la implementación del enfoque de Aprendizaje Basado en problemas para el desarrollo del pensamiento crítico en estudiantes de primer semestre de la Universidad minuto de Dios de Girardot. De acuerdo con las autoras, para la realización de guías de trabajo crea una conexión con la solución de problemas reales, por ello, proporcionan cierta cantidad de información sobre el contenido a tratar antes y después de iniciado el proceso, luego las guías de trabajo se realizan en el primer y segundo semestre académico, la recolección de datos se realizó por medio de la observación y análisis de documentos por medio de cuestionarios pre-test y post-test. Dando como conclusión que el PENCABP a partir del ABP se convirtió en una herramienta eficaz para el desarrollo del pensamiento crítico para los estudiantes, puesto que en ocho meses el grupo muestra encontró en PENCABP una herramienta con procesos de lectura comprensiva y crítica. El ABP como estrategia metodológica induce el fortalecimiento de actitudes mentales para crear hipótesis, inferencias, activación de conocimientos previos, análisis y argumentación.

Desde nuestra investigación el artículo destaca la capacidad del modelo ABP en el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico en los estudiantes. De este modo este enfoque puede ser una herramienta clave en el proceso de aprendizaje que les permite a los estudiantes indagar, analizar y argumentar en los efectos neuroprotectores de los flavonoides, influyendo en un enfoque reflexivo y crítico sobre las aplicaciones prácticas de los compuestos bioactivos en la salud cerebral y en la prevención de enfermedades neurodegenerativas.

Guzmán Valle et al., (2015) Realizan el trabajo “Aprendizaje basado en problemas para la educación ambiental de estudiantes de Ingeniería Ambiental y Recursos Naturales de la provincia de Abancay.” El trabajo de investigación desarrolló un enfoque experimental, específicamente un diseño cuasi-experimental, con el propósito de evaluar cómo el aprendizaje basado en problemas influye en la educación ambiental de estudiantes de Ingeniería Ambiental y Recursos Naturales en la provincia de Abancay. Para ello, se contó

con la participación de 49 estudiantes de la Universidad Alas Peruanas y 49 de la Universidad Tecnológica de los Andes. Se realizaron diversas pruebas para medir sus conocimientos, habilidades y actitudes ambientales. Mediante análisis estadísticos, incluyendo pruebas t, se comprobó que el aprendizaje basado en problemas tiene un impacto positivo en la educación ambiental de los estudiantes participantes, confirmando así la hipótesis de la investigación.

Desde nuestra investigación ambos emplean el ABP para el desarrollo de habilidades específicas en los estudiantes. En tanto que el trabajo de Rozas está orientado en mejorar la educación ambiental, el nuestro está dado a emplear el ABP para desarrollar una habilidad investigativa analizar en el contexto de los principios bioactivos, precisamente los flavonoides en el tratamiento de una enfermedad neurodegenerativa. Al igual que el autor del artículo el ABP en mi investigación promueve el aprendizaje activo, significativo y colaborativo, el cual permite que los estudiantes comprendan algunos efectos de los flavonoides sobre la neurocognición y puedan analizar, lo cual les permite aplicar este tipo de conocimientos de manera reflexiva y crítica.

Jaimes, (2017) realiza un artículo titulado “Propuesta metodológica para la enseñanza de la química en la Educación Media apoyada en el aprendizaje basado en problemas (APB)” en el cual diseña y sitúa una propuesta metodológica de ABP para la enseñanza de la química en la educación media, con el propósito de superar la carencia en la comprensión y motivación de los estudiantes hacia la asignatura. Por medio de un estudio cualitativo de tipo acción-investigación, empleando cuestionarios y encuestas a los estudiantes y directivos con el fin de caracterizar aptitudes, actitudes, metodologías y evaluación que pueden ser un factor en el aprendizaje de la química. Partiendo de esta caracterización elabora un modelo de siete etapas (diagnóstico inicial, lectura y análisis del contexto-problema, presentación al estudiante de una situación real, selección de actividades por equipos, elaboración de materiales de apoyo, aplicación y análisis de los resultados y retroalimentación conjunta) después de la intervención los resultados revelan que esta metodología aumenta la motivación, favorece el trabajo colaborativo, el aprendizaje significativo y el desarrollo de competencias, en este caso la formulación de hipótesis, indagación de la información y la argumentación científica.

Desde nuestra investigación al igual que Jaimes (2017), empleamos el ABP para promover en los estudiantes habilidades investigativas y la solución a problemáticas reales. El presente trabajo adapta esa estructura metodológica con el fin que los estudiantes puedan analizar los diferentes mecanismos de acción por los cuales los flavonoides son neuroprotectores y siendo un posible tratamiento de una enfermedad neurodegenerativa. Retomando las siete etapas descritas anteriormente, los estudiantes podrán enfrentarse a casos reales, organizar un trabajo colaborativo con el fin de buscar y evaluar la evidencia

científica, elaborar materiales para sustentar sus hallazgos de manera tal que puedan desarrollar la habilidad investigativa analizar siendo primordial en la integración de la práctica y la teoría.

Carmen Suarez, (2017) desarrolla en su trabajo de maestría titulado “Aprendizaje basado en problemas en el ciclo de profundización en química para la enseñanza del concepto densidad” una propuesta basada en el ABP en la enseñanza del concepto de densidad en estudiantes de décimo grado los cuales cursan un ciclo de profundización en química. El trabajo se llevó a cabo en el Colegio Distrital María Auxiliadora de Barranquilla, grupo donde las edades oscilaban entre los 14 y 16 años. Frente a la dificultad de la baja motivación y escaso desempeño académico en las pruebas Saber (años 2014-2016), la autora emplea el ABP como una metodología para superar las dificultades conceptuales y favorecer un aprendizaje significativo.

El trabajo vincula una sistematización de su formación en la Maestría en Educación con énfasis en Ciencias Naturales, que concluye con el diseño e implementación de una secuencia didáctica con el objetivo de abordar el concepto de densidad. La secuencia contiene fases diagnósticas, conceptualización teórica, experimentación práctica con medición de masa y volumen, simuladores de derrames, también una evaluación formativa y una reflexión colectiva, el cual avala la participación activa de los estudiantes y la construcción de su propio conocimiento. Lo cual arroja en los resultados un incremento en el porcentaje de estudiantes en desempeño superior que pasó de 0% a 7.7% y en el nivel alto aumento de un 57.7% a 73.1%, teniendo una reducción en los niveles básicos e insuficiente. Este incremento se llevó de la mano con discusiones críticas en la relación de los conceptos masa y volumen acompañadas de formulación de hipótesis y la argumentación en los diferentes talleres grupales.

Desde nuestra investigación el ABP estructura un proceso de aprendizaje por medio de problemas reales donde se desarrolla la habilidad investigativa analizar, la interpretación de datos y la construcción de argumentos. En el contexto de nuestra investigación la metodología ABP se adapta de tal manera que los estudiantes indaguen sobre los principios bioactivos, especialmente los flavonoides, para que puedan formular diferentes respuestas al posible tratamiento de la situación problema planteada.

5.3 Referentes a la habilidad investigativa analizar.

Camargo & Muñoz, (2020) el cual realiza el artículo “Fortalecimiento de la habilidad investigativa “Análisis de problemas” en los estudiantes de noveno grado a través de ambiente virtual de aprendizaje Chamilo en el área de ciencias naturales.” Este estudio

investigativo desarrolla un método cuantitativo y se basa en un modelo de investigación de acción educativa. Su propósito principal es potenciar la capacidad de los estudiantes para analizar problemas, utilizando la plataforma virtual Chamilo como herramienta de apoyo en el área de ciencias naturales.

La investigación se llevó a cabo con un grupo diverso de 20 estudiantes de un colegio mixto, cuyas edades oscilan entre los 13 y los 18 años. Esta selección permitió examinar el impacto de la intervención en un entorno educativo real. Los resultados obtenidos sugieren que los entornos virtuales de aprendizaje pueden ser una estrategia muy eficaz para mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje en ciencias naturales. Al fomentar un ambiente interactivo y colaborativo en una plataforma virtual, se promueve el desarrollo de habilidades de análisis en los estudiantes, lo que les permite evaluar fuentes y resolver problemas de manera más eficiente. Esta investigación tuvo un efecto positivo en la dinámica de los estudiantes participantes, ya que les permitió reconocer esta herramienta como un recurso valioso para respaldar el desarrollo de los contenidos propios del área.

Desde nuestra investigación se cambia el enfoque centrado en el desarrollo de la habilidad analizar al estudio de los flavonoides como principio bioactivo. En lugar de implementar un AVA se hace a través de una unidad didáctica basada en el ABP, donde los estudiantes por medio de una situación real deben solucionar en cada etapa y colocar en práctica las estrategias de análisis de Camargo las cuales son a identificación de variables bioquímicas claves, evaluar la validez de metodologías experimentales y la construcción de argumentos sólidos sobre el potencial de este tipo de compuestos en la enfermedad neurodegenerativa.

Loaiza Zuluaga et al., (2018) Realiza el trabajo “El desarrollo del pensamiento crítico en ciencias naturales con estudiantes de básica secundaria en una Institución Educativa de Pereira - Risaralda.” Esta investigación se enfocó en fortalecer las capacidades de pensamiento crítico de los estudiantes, tales como el análisis de información, la deducción de consecuencias, la propuesta de soluciones a problemas y la construcción de argumentos sólidos. En este contexto, la investigación se dedicó a evaluar cómo una estrategia de enseñanza basada en el método científico influía en el desarrollo de las habilidades cognitivas de jóvenes investigadores. El objetivo principal fue entender cómo las experiencias de aprendizaje en un semillero de investigación contribuyen a la formación de un pensamiento crítico.

Por medio de un análisis cuantitativo de tipo descriptivo, se identificaron los factores que facilitan el desarrollo de estas habilidades. Esto permitió determinar qué aspectos de la estrategia de enseñanza tuvieron mayor impacto en el aprendizaje de los estudiantes, así como los principales retos que enfrentaron durante el proceso.

Desde nuestra investigación se adopta el desarrollo de la habilidad analizar componentes que es esencial en el pensamiento científico. Por medio de una unidad didáctica basada en el ABP, los estudiantes se enfrentan a una situación real sobre cómo los flavonoides se pueden vincular con una enfermedad neurodegenerativa. Retomando el ciclo de exploración de Loaiza (observación del fenómeno, experimentación y discusión argumentada), realizan un trabajo colaborativo para darle respuesta a la situación problema evaluando y proponiendo soluciones fundamentadas, De esta manera replicamos el enfoque de Loaiza, pero orientado a desarrollar la habilidad analizar en el contexto de los principios bioactivos para el tratamiento del Alzheimer.

Alexander et al., (2019) realizan una investigación titulada “La enseñanza por indagación en el desarrollo de habilidades científicas” con un estudio cualitativo de investigación-acción en la Institución Técnica Nuestra Señora del Rosario en Sativanorte en Boyacá donde presentan la enseñanza por indagación para desarrollar habilidades investigativas en estudiantes de secundaria. A continuación de la caracterización las estrategias de los docentes por medio de cuestionarios y diarios de campo, diseñan y ofrecen cinco talleres estructurados en fases de localización, exploración, reflexión y evaluación. Empleando instrumentos como la matriz DOFA, midiendo el desarrollo de esas habilidades donde formulan preguntas para investigar, plantear hipótesis, inferir y predecir en las cuales se logran avances en cuatro de ellas. En cierto modo, se obtiene que a los estudiantes aún se les dificulta diseñar experimentos, poniendo en evidencia la necesidad de reforzar esa competencia dentro de la práctica científica.

Desde nuestra investigación se ajusta el enfoque de una indagación científica directamente al ABP donde se propone una situación real en el desarrollo de la habilidad analizar en el contexto de los principios bioactivos para el tratamiento del Alzheimer. Los estudiantes formulan solución a la problemática planteada desde el caso real, experimentan, defienden y discuten sus hallazgos desde el análisis de la información.

MARCO TEÓRICO.

6.1 Aprendizaje basado en problemas.

El padre de la metodología aprendizaje basado en problemas fue Howard Barrows donde menciona los beneficios de la adquisición de conocimiento que es retenido, el aprendizaje es autónomo y aprende a analizar y resolver problemas. La definición del ABP de Barrows en 1986 es “un método de aprendizaje basado en el principio de usar problemas como punto de partida para la adquisición e integración de los nuevos conocimientos”. El objetivo del ABP es generar al estudiante como el protagonista del aprendizaje, los cuales tienen responsabilidad por ser una parte activa en el proceso. (Servicio de Innovación Educativa, 2008)

Según las autoras el aprendizaje basado en problemas es una estrategia de enseñanza-aprendizaje donde se adquiere conocimientos y desarrollo de habilidades, con la facilitación de un tutor que diseña objetivos especializados para que los estudiantes alcancen un aprendizaje. El profesor actúa como un tutor que ayuda a los alumnos a reflexionar, identificar las necesidades de la información y motivarlos a continuar con el trabajo. El docente realiza la explicación de una materia para que el alumno tenga el suficiente conocimiento, luego propone un problema real o ficticio, para que los estudiantes apliquen el conocimiento para solucionarlo, por ende, se guía al estudiante para que logre reflexionar, buscar información viable y motivar. El principal objetivo del docente es asegurarse que los alumnos progresen de manera adecuada, lográndolo por medio de preguntas que fomenten.

Se plantean los objetivos de la materia para generar una problemática real, esta debe ser relevante para el aprendizaje de los alumnos, ser lo suficientemente complejo para que sea un reto y el tema debe ser suficientemente amplio para que formulen preguntas y aborden la problemática. Se debe orientar las actividades con reglas, establecer tiempos determinados y tiempos de tutorías, además se deben dar herramientas a los estudiantes para generar un aprendizaje más guiado.

De acuerdo con el instructivo del servicio de Innovación Educativa el ABP sigue una serie de pasos estructurados que permiten a los estudiantes desarrollar su capacidad de análisis y resolución de problemas. Inicialmente, los alumnos deben reconocer la situación problema que se les propone, formular hipótesis y explorar posibles causas y soluciones. Posteriormente, es necesario que el equipo de trabajo utilice los conocimientos previos y los detalles conocidos del problema para su solución.

En la siguiente fase, los estudiantes identifican aquellos aspectos que desconocen y que son fundamentales para abordar el problema, donde formulan preguntas que orienten a la investigación para definir con claridad el problema central de su estudio. Luego, cada integrante del equipo se involucra en un proceso de trabajo individual, donde investiga y analiza la información necesaria para comprender mejor la situación.

Finalmente, los estudiantes regresan al equipo para compartir sus hallazgos, consolidar el conocimiento adquirido y desarrollar una solución conjunta, la cual será presentada como resultado final. Este proceso se compone de las siguientes etapas:

1. Analizar el escenario del problema.
2. Realizar lluvia de ideas.
3. Identificar los conocimientos previos.
4. Determinar los aspectos desconocidos.
5. Definir las acciones necesarias para resolver el problema.
6. Precisar el problema central.
7. Recopilar y analizar información relevante.
8. Presentar los resultados obtenidos.

6.2 Habilidad investigativa analizar.

El desarrollo de las habilidades investigativas es un proceso gradual que se ve influenciado por diversos factores, como el contexto educativo, las características individuales del estudiante y las estrategias pedagógicas utilizadas. Vygotsky, (1931), en su teoría del desarrollo próximo, plantea que el aprendizaje se facilita cuando se sitúa en la zona de desarrollo próximo del estudiante, es decir, en un nivel ligeramente superior a sus capacidades actuales. La habilidad investigativa analizar es una competencia cognitiva que permite a cualquier individuo descomponer la información compleja, identificar relaciones entre sus componentes y evaluar críticamente la evidencia para llegar a conclusiones sólidas.

Según Guevara Reyes & Campirán Salazar, (2000) el análisis va más allá de deshacer de un todo; implica establecer conexiones profundas entre las partes y el todo, lo que facilita la construcción de un conocimiento riguroso y coherente. El cual requiere de una serie de habilidades interrelacionadas como la resolución de problemas, toma de decisiones, comparación, síntesis, inferencia y deducción lo que le permite adquirir un pensamiento ordenado, lógico y crítico.

Este tipo de habilidades son fundamentales para el pensamiento crítico y la resolución de problemas observando más allá de la lógica formal, involucrando también la capacidad de interpretar información de manera creativa y contextualizada. La autoobservación es una herramienta clave para desarrollar y mejorar las habilidades analíticas. Al ser conscientes de nuestros propios procesos de pensamiento, podemos identificar nuestros puntos fuertes y

áreas de mejora. La metacognición, es decir, la capacidad de reflexionar sobre nuestro propio pensamiento, es esencial para desarrollar una mente analítica. Las habilidades analíticas están estrechamente relacionadas con otras habilidades cognitivas, como el pensamiento crítico y la creatividad. El pensamiento crítico nos permite evaluar información de manera objetiva y tomar decisiones informadas. La creatividad, a su vez, nos permite generar nuevas ideas y perspectivas.

6.2.1 ¿Qué es la habilidad investigativa analizar?

Según Sánchez & Aguilar, (2009) en su libro “Competencias para el desarrollo de las habilidades de pensamiento” es la capacidad que permite descomponer un todo (ya sea una persona, objeto, evento o situación) en sus partes constituyentes y examinar las relaciones entre ellas. Estas habilidades se basan en habilidades de pensamiento más básicas y buscan aportar orden, coherencia y precisión a nuestra comprensión de las cosas. Esta habilidad investigativa implica:

- Comprender cómo se relacionan las partes de un argumento (premisas y conclusiones).
- Distinguir entre la información de fondo y la conclusión que se extrae de ella.
- Descomponer un problema o idea en sus elementos esenciales.
- Reunir diferentes elementos para formar un nuevo entendimiento.
- Diferenciar entre información relevante e irrelevante.
- Alcanzar un conocimiento más ordenado, claro y lógico.

6.2.2 ¿Qué caracteriza esta habilidad investigativa?

La comprensión analítica se distingue por:

- Aplicar la lógica formal.
- Buscar la verdad y la corrección.
- Asegurar la coherencia.
- Adoptar una actitud de cuestionamiento.
- Usar un lenguaje lógico y preciso.
- Emplear procesos de inferencia lógica en la argumentación. Competencias para el desarrollo de las habilidades de pensamiento.

6.2.3 ¿Cuáles son las principales funciones de la habilidad investigativa analizar?

Resolver problemas: formulando hipótesis, replanteando problemas y aprendiendo nuevas estrategias.

Tomar decisiones: recopilando información, analizando situaciones, buscando alternativas y eligiendo la mejor opción.

El desarrollo de las habilidades analíticas es crucial no solo para el individuo, sino también para la sociedad en su conjunto. Nos permiten descomponer problemas, evaluar información críticamente y tomar decisiones informadas, son fundamentales en un mundo cada vez más complejo y dinámico.

En el ámbito educativo, las implicaciones son significativas. Es esencial que los currículos integren la enseñanza de este tipo de habilidades investigativas en todas las áreas del conocimiento, fomentando un aprendizaje que vaya más allá de la memorización. Para lograrlo, se requiere la implementación de metodologías activas que involucren a los estudiantes en la resolución de problemas y el análisis crítico de la información. La evaluación, a su vez, debe transformarse para valorar la capacidad de los estudiantes para aplicar la habilidad investigativa en situaciones reales, reconociendo que el pensamiento analítico es una herramienta indispensable para el aprendizaje continuo y el desarrollo de ciudadanos capaces de enfrentar los desafíos del futuro. Esta habilidad es un conjunto de capacidades cognitivas que nos permiten comprender el mundo de manera más profunda y efectiva. Su desarrollo, tanto a nivel individual como educativo, es esencial para promover el pensamiento crítico, la toma de decisiones informadas y la resolución de problemas complejos. (Guevara Reyes & Campirán Salazar, 2000).

6.3 Principio bioactivo.

6.3.1 Principio bioactivo

Según el (Diccionario de neologismos del español actual, n.d.) define el principio bioactivo como una sustancia química que se encuentra en pequeñas cantidades en las plantas o alimentos. Los compuestos bioactivos tienen actividad biológica dentro del organismo lo cual ayuda al cumplimiento de funciones en el cuerpo para promover la buena salud.

6.3.2 *Ocimum sanctum* (Hierba santa)

La *Ocimum sanctum* también conocida como tulsí, Albahaca Sagrada o Hierba Santa, es una planta perteneciente a la familia de las Lamiaceae. Es originaria de la India, Malasia y el sureste asiático.

En la investigación de Saltos Bravo & Vélez Álava, (n.d.) comentan que la hierba santa es considerada una planta medicinal y aromática que contiene siete flavonoides que se han identificado y se han estudiado por sus propiedades:

Propiedades medicinales:

- Antioxidante, antiinflamatoria, antibacterianas, anticancerígenas y antivirales.
- Reduce el estrés y la ansiedad.
- Utilizada para tratar de afecciones respiratorias, digestivas y cutáneas.

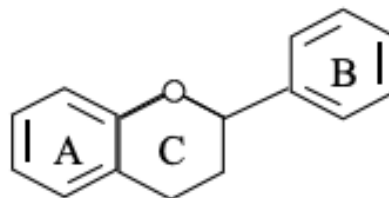
Características de la hierba santa:

- Planta herbácea anual o perenne.
- Hojas ovaladas, de color verde oscuro y aroma intenso.
- Flores pequeñas, de color púrpura o blanco.
- Crece hasta 1 metro de altura.
- Se cultiva en suelos drenados y climas cálidos.

6.3.3 ¿Qué son los flavonoides?

En la investigación de la *Escuela Internacional de Doctorado. Programa de Doctorado Nutrición y Seguridad Alimentaria, (n.d.)* los flavonoides son compuestos polifenólicos de origen natural, se caracterizan por una estructura benzo-γ-pirona. Por las múltiples combinaciones de los diferentes hidroxilos, metoxilos y sustituyentes del grupo O-glucósido en la estructura benzo-γ-pirona, se han identificado más de 8.000 compuestos con estructura flavonoide. Los flavonoides constan de dos anillos de benceno, llamados A y B, unidos a través de un tercer anillo piranásico C que contiene oxígeno. Los flavonoides con un grupo hidroxilo en la posición C-3 se clasifican como flavonoles, antocianinas, leucoantocianidinas y catequinas, aquellos que carecen de este grupo se clasifican como flavonoides y flavonas.

Figura 1. Estructura básica de un flavonoide.


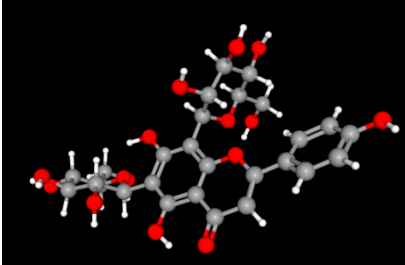
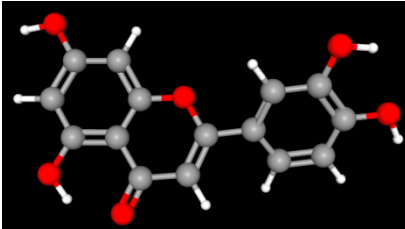


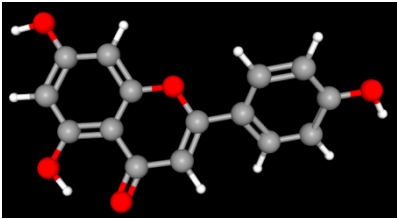
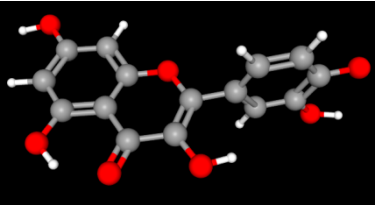
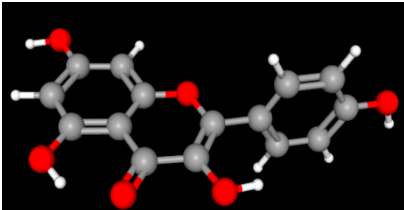
Según Gilberto & Trueba, (n.d.) existen subclases de flavonoides las cuales se diferencian por la forma estructural en el anillo B, el grado de hidroxilación y glicosilación del tercer anillo. En otro aspecto comenta que tienen una acción neuroprotectora ya que logran inhibir el desarrollo de especies reactivas de oxígeno y de beta amiloide, lo cual mejora la comunicación entre las células cerebrales, promoviendo la formación de nuevas conexiones neuronales y aumentando la plasticidad cerebral.

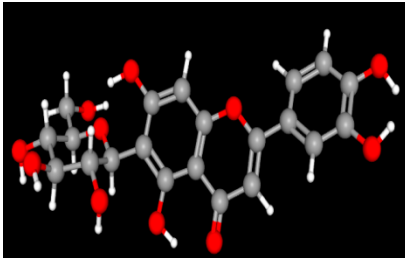
6.3.4 Tipos de flavonoides en la hierba santa

La composición de la *Ocimum Sanctum* contiene 7 flavonoides los cuales dependen del cultivo, el clima y el método de extracción por otro lado, las propiedades beneficiosas de los diferentes flavonoides se relacionan por la forma estructural, aunque cada una tiene funciones diferentes:

Tabla 1. Flavonoides de la *Ocimum Sanctum*

N	Nombre	Estructura
1	<p>Orientina: Es una flavona, que tiene anillos fenólicos con un grupo hidroxilo en la posición 5, 7, 3',4', y un azúcar unido a través de un enlace glucosídico en la posición 8.</p> <p>Puede neutralizar los radicales libres y reducir el estrés oxidativo. Reducir la inflamación.</p> <p>Fórmula química: $C_{21}H_{20}O_{11}$</p>	<p>Pubchem Orientin</p> 
2	<p>Vicentina: Es una flavona, que contiene anillos fenólicos con grupo hidroxilo en la posición 5, 7, 4' y dos azúcares en la posición 6, 8.</p> <p>Puede neutralizar los radicales libres y reducir el estrés oxidativo. Reducir la inflamación. Inhibe el crecimiento de bacterias y hongos. Reducir la agregación de proteínas, mejorando la función cerebral.</p> <p>Fórmula química: $C_{27}H_{30}O_{15}P$</p>	<p>Pubchem vicenin 2</p> 
3	<p>Luteolina: Es un flavonol, que contiene anillos fenólicos con un grupo hidroxilo en la posición 5, 7, 3', 4' siendo un compuesto bioactivo.</p> <p>Puede neutralizar los radicales libres y reducir el estrés oxidativo. Reducir la inflamación. Inhibe el crecimiento de bacterias y</p>	<p>Pubchem luteolin</p> 

	<p>hongos. Inhibir el crecimiento de células cancerosas.</p> <p>Fórmula química: $C_{15}H_{10}O_6$</p>	
4	<p>Apigenina: Es un flavonol, que contiene anillos fenólicos con un grupo hidroxilo en la posición 5, 7 4'.</p> <p>Puede neutralizar los radicales libres y reducir el estrés oxidativo. Reducir la inflamación. Proteger las neuronas del daño oxidativo y la apoptosis. Inhibir el crecimiento de bacterias y hongos. Inhibir el crecimiento de células cancerosas. Inhibir la formación de nuevos vasos sanguíneos.</p> <p>Fórmula química: $C_{15}H_{10}O_5$</p>	<p>Pubchem apigenin</p> 
5	<p>Quercetina: Es un flavonol, que contiene anillos fenólicos con un grupo hidroxilo en la posición 3, 5, 7, 4', 5' y un grupo metil en la posición 7 siendo un compuesto bioactivo.</p> <p>Puede neutralizar los radicales libres y reducir el estrés oxidativo. Reducir la inflamación. Proteger las neuronas del daño oxidativo y la apoptosis. Inhibir el crecimiento de bacterias y hongos. Inhibir el crecimiento de células cancerosas. Inhibir la formación de nuevos vasos sanguíneos. Mejorar la función cardiovascular. (Freinek, 2024)</p> <p>Fórmula química: $C_{15}H_{10}O_7$</p>	<p>Pubchem quercetin</p> 
6	<p>Kaempferol: Es un flavonol que contiene anillos fenólicos con un grupo hidroxilo en la posición 3, 5, 7, 4' siendo un compuesto bioactivo.</p> <p>Puede neutralizar los radicales libres y reducir el estrés oxidativo. Reducir la</p>	<p>Pubchem kaempferol</p> 

	<p>inflamación. Proteger las neuronas del daño oxidativo y la apoptosis. Inhibir el crecimiento de bacterias y hongos. Inhibir el crecimiento de células cancerosas. Inhibir la formación de nuevos vasos sanguíneos. Mejorar la función cardiovascular.</p> <p>Fórmula química: $C_{15}H_{10}O_6$</p>	
7	<p>Isoorientina: Pertenece a la subclase de flavona C-glucósido, contiene anillos fenólicos con un grupo hidroxilo en la posición 5, 7, 4', 5' y un azúcar unido a través de un enlace glucosídico en la posición 6, siendo un compuesto bioactivo.</p> <p>Puede neutralizar los radicales libres y reducir el estrés oxidativo. Reducir la inflamación. Proteger las neuronas del daño oxidativo y la apoptosis. Inhibir el crecimiento de bacterias y hongos. Fórmula química: $C_{21}H_{20}O_{11}$</p>	<p>Pubchem isoorientin</p> 

Tomado y adaptado de Base de datos Protein Data Bank (RCSB PDB: Homepage); O. Cartaya & Inés Reynaldo, (2001) ; (Escamilla Jiménez et al., 2009).

6.4 Alzheimer

La enfermedad de Alzheimer (EA) es un trastorno neurodegenerativo caracterizado por la acumulación de β -amiloide (β 40 y β -42). Se produce la hiperfosforilación de las proteínas Tau, lo que genera la formación de ovillos neurofibrilares. Estos procesos patológicos conllevan a una neurodegeneración y pérdida progresiva de funciones cognitivas. Pueden existir varios factores que se asocian al desarrollo de la progresión de la enfermedad Alzheimer (EA), como lo son:

- Genético: Variantes en los genes, pueden sintetizar la proteína precursora amiloidea (PPA), presenilina 1 (PS1) y presenilina 2 (PS2).
- Hiperhomocisteinemia: Asociado a deterioro cognitivo.
- Estrés oxidativo: Acumulación de péptidos β -amiloide y formación de placas seniles.
- Inflamación: Esto induce un daño cerebral y genera un depósito de β -amiloide y ovillos neurofibrilares (Lorenzo-Mora et al., 2023).

Según National Institute on Aging, (2021) realizan una hoja informativa sobre la enfermedad de Alzheimer la cual, describen como una pérdida del funcionamiento cognitivo y de habilidades conductuales que interfieren con la vida y las actividades diarias de las personas. La demencia varía en gravedad desde la primera etapa leve, la cual comienza con la afectación del funcionamiento de la persona, hasta la etapa más grave, donde las personas dependen completamente de los demás para recibir ayuda con las actividades básicas de la vida diaria. Algunas demencias incluyen la demencia de cuerpos de Lewy, trastornos frontotemporales y la demencia vascular. Algunas personas pueden tener demencia mixta, la cual es una combinación de dos o más tipos de demencia, por ejemplo, pueden tener tanto la enfermedad de Alzheimer como la demencia vascular.

La enfermedad Alzheimer lleva el nombre del Dr. Alois Alzheimer, el cual en 1906 notó cambios en el tejido cerebral de una mujer que había muerto de una enfermedad mental inusual. Los síntomas incluían pérdida de memoria, problemas de lenguaje y comportamiento impredecible. Después de que la mujer falleciera, se examinó su cerebro y se encontró aglomeraciones anormales (placas amiloides) y marañas de fibras enredadas (Ovillos neurofibrilares u ovillos de tau). En la actualidad, se considera que las placas y ovillos en el cerebro son las principales características de la enfermedad de Alzheimer. Otra característica es la pérdida de conexiones entre las neuronas del cerebro.

6.5 Neurodegeneración

La neurodegeneración es una patología neurológica crónica la cual es un deterioro progresivo de la estructura y disminución del número de células neuronales, precipitando la pérdida de su función, lo cual genera que el cerebro tenga déficits funcionales y cognitivos. El vínculo entre la contracción cerebral y la disminución de las capacidades cognitivas es lo que manifiesta la demencia (Verkhatsky & Butt, 2023).

6.5.1 Enfermedad neurodegenerativa

Es una categoría de enfermedades que provocan la progresiva degeneración o muerte de neuronas en el sistema nervioso. Las enfermedades neurodegenerativas son un trastorno caracterizado por la pérdida progresiva de la estructura y función neuronal. Estas enfermedades se diferencian porque afectan una parte diferente del área del sistema nervioso. Se caracteriza por generar una progresión crónica, no tienen cura, genera un daño neuronal, entre otras. (Clínica Universidad Navarra, n.d.).

6.6 Antioxidantes

Los antioxidantes son moléculas que pueden donar un electrón a los radicales libres sin volverse inestables ellos mismos, esto ayuda a prevenir el daño celular. El cuerpo tiene mecanismos de defensa antioxidante que incluyen enzimas, las cuales mantienen el equilibrio de oxidación - reducción y prevenir el estrés oxidativo, lo cual ayuda a actuar con un sistema de defensa en la prevención del daño oxidativo.

“Dentro de los antioxidantes de origen natural más estudiados, se encuentran: derivados de ácidos fenólicos, flavonoides, terpenos, tocoferoles, fosfolípidos y ácidos orgánicos polifuncionales” (Abeyrathne et al., 1980).

Según Gutteridge & Halliwell, (1994) Durante varios años la humanidad ha estudiado la influencia que tienen los radicales libres como promotores de varias enfermedades , por otro lado, la acción de deterioro que tienen los alimentos grasos.

6.7 Radicales libres y estrés oxidativo

Moléculas inestables que contienen un electrón desapareado en su última capa electrónica, lo cual los vuelve radioactivos, puesto que buscan una estabilidad al unirse con otras moléculas. Algunos radicales libres han perdido un electrón, ganado un electrón o un electrón desapareado

En la investigación de (Constanza et al., (2012) cuando sucede la reducción parcial del oxígeno esta logra ser derivada de moléculas inestables las cuales son denominadas radicales libres, estas suelen ser son dañinas a nivel celular, ya que produce un exceso o disminución de los radicales libres, lo que genera una pérdida del equilibrio entre sustancias prooxidantes y sustancias antioxidantes y ocurre procesos patológicos y estrés oxidativo.

El término estrés oxidativo de Helmut Sies, (2015) comenta que la primera definición se realizó por Sies en 1985 como “una anomalía entre el balance prooxidante con el antioxidante, en favor de las sustancias oxidantes, promoviendo un daño potencial”. Por ende, según Poljsak et al., (2013) el estrés oxidativo es la producción de un exceso en la cantidad de especies reactivas de oxígeno (ROS) y especies reactivas de nitrógeno (RNS); (ROS/RNS) en el organismo, esto es producto de un desbalance entre la generación y la destrucción de ROS/RNS. Por ende, el estrés oxidativo es la repercusión donde existe un aumento en la producción de radicales libres, pero también de una reducción en el sistema de defensa antioxidante.

6.7.1 Antioxidantes de los flavonoides

“La actividad antioxidante de los flavonoides es por la combinación de las propiedades quelante de hierro y secuestradoras de radicales libres (RL). La inhibición de oxidasas, como la lipoxigenasa (LO), la ciclooxigenasa (CO), la mieloperoxidasa (MPO), la NADPH oxidasa y la xantina oxidasa (XO) evitando la generación de especies reactivas del oxígeno (ERO). Se ha dado a conocer que inhiben enzimas involucradas en procesos oxidativos como la fosfolipasa A₂ (FLA₂). Por ello, los flavonoides interfieren en las reacciones de propagación de RL.” (Pérez Abril Maravillas, 2017).

6.8 ¿Qué es una unidad didáctica?

Es un documento de planificación donde se da un proceso de enseñanza y aprendizaje que debe incluir los contenidos concretos que se van a tratar en las clases, donde se debe dar una descripción para tener un contexto, se deben generar objetivos, aclarar tiempos de entregas, formas adecuadas de llevar a cabo las actividades, etc.

Según Couso, (2008) una unidad didáctica es concebida como un documento de planificación donde se estipulan los conceptos de enseñanza y aprendizaje correspondientes a un tema o un currículum.

6.8.1 Características de una unidad didáctica

Según Quintanilla Gatica et al., (2015) en la Investigación Unidades Didácticas en Ciencias Naturales, se contempla la unidad didáctica donde se debe tener en cuenta las siguientes fases:

1. Exploración: Se debe identificar y caracterizar las ideas, posteriormente se debe generar una propuesta para los estudiantes, para favorecer el aprendizaje.
2. Introducción de nuevos conceptos: Antes de la actividad 1 se debe dar previos conceptos y analogías a los estudiantes para generar un conocimiento previo.
3. Estructuración: Por medio de las actividades se deben identificar los errores que cometen los estudiantes, realizando una propuesta para favorecer la construcción del aprendizaje.
4. Aplicación: Los estudiantes deberán dar explicación de lo que aprendieron y reflexionaron.

METODOLOGÍA.

El diseño metodológico es mixto y sigue un enfoque cuasi-experimental sin grupo control. La investigación evalúa el impacto del ABP en el desarrollo de la habilidad analizar en estudiantes universitarios, mediante una unidad didáctica centrada en principios bioactivos y su posible uso en el tratamiento del Alzheimer.

Teniendo en cuenta a Arturo et al., (2011) el cual menciona que una investigación mixta es aquella que es representada como un conjunto de procesos que relacionan la recolección, el análisis y la discusión de datos, lo cual permite combinar métodos cualitativos que son aquellos que buscan comprender la naturaleza del fenómeno, por otro lado, los métodos cuantitativos que buscan comprender el fenómeno, esto se realiza mediante la correlación existente entre las variables cuantificadas, para obtener una visión integral del proceso de aprendizaje.

7.1 Formulación de hipótesis.

Con el fin de determinar si la unidad didáctica con el enfoque de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) produce un impacto significativo en el desarrollo de la habilidad investigativa analizar, se plantean las siguientes hipótesis:

7.1.1 Hipótesis nula (H_0)

El contexto de principios bioactivos recopilados en una unidad didáctica no influye positivamente en el desarrollo de la habilidad analizar, al implementar una metodología de ABP.

7.1.2 Hipótesis alternativa (H_1)

El contexto de principios bioactivos recopilados en una unidad didáctica si influye positivamente en el desarrollo de la habilidad analizar, al implementar una metodología de ABP.

Para contrastar estas hipótesis se aplicó una prueba t para una muestra, utilizando el software SPSS, con un nivel de significancia estadística $\alpha=0.05$. El análisis se realiza tanto en la prueba de entrada como en la prueba de salida.

7.2 Población.

La población objeto de estudio en esta investigación tiene como característica ser finita puesto que se enfocará especialmente en estudiantes universitarios de la Universidad Pedagógica Nacional, correspondiente a la facultad de Ciencia y Tecnología del departamento de Licenciatura en química que cursan el espacio de Énfasis Didáctico II.

7.3 Fases de la investigación.

La metodología a desarrollar se divide en tres fases, las cuales se describen a continuación:

7.3.1 Fase I. Caracterización.

Para esta fase se tuvo como propósito determinar el nivel inicial de la habilidad investigativa analizar en los estudiantes del Énfasis Disciplinar II. Se realizó una prueba de entrada conformada por un cuestionario con preguntas cerradas (Anexo A), el cual permitió identificar que tan desarrollada tenían la habilidad investigativa. Durante esta etapa también se presentó una serie de artículos relacionados con los principios bioactivos y su potencial para el tratamiento de enfermedades neurodegenerativas.

7.3.2 Fase II. Diseño y aplicación de la unidad didáctica.

Teniendo en cuenta los resultados de la prueba de entrada, se diseñó y aplicó una unidad didáctica fundamentada en el ABP en el contexto de los principios bioactivos para el tratamiento del Alzheimer. La investigación se estructuró para evaluar el alcance de la unidad didáctica en el desarrollo de la habilidad investigativa analizar por medio de actividades teóricas y prácticas, que incluyeron la lectura y discusión de artículos científicos, trabajo práctico de laboratorio y la elaboración de una propuesta de tratamiento para dar respuesta a la problemática planteada.

7.3.3 Fase III. Evaluación del desarrollo de la habilidad analizar.

Por último, se aplicó una prueba de salida con el objetivo de evaluar el alcance de la unidad didáctica en el desarrollo de la habilidad investigativa. Se realizó el tratamiento de datos obtenidos de las pruebas de entrada y salida mediante el programa SPSS con el fin de establecer diferencias y correlaciones significativas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

8.1 Fase I. Caracterización de la habilidad investigativa analizar.

Con el propósito de caracterizar el nivel de desarrollo de la habilidad investigativa analizar, se aplicó un instrumento tipo Likert diseñado por (Solis, 2023), adaptado al contexto de esta investigación. El instrumento se encuentra en el (ver Anexo A) titulado *Cuestionario de escala valorativa sobre habilidades de investigación*. Este instrumento permitió explorar, desde la autopercepción de los estudiantes, el dominio de componentes clave de dicha habilidad, en relación con el tratamiento del Alzheimer, teniendo una perspectiva en la bioquímica y la ciencia.

El cuestionario estuvo conformado por tres dimensiones esenciales del análisis científico:

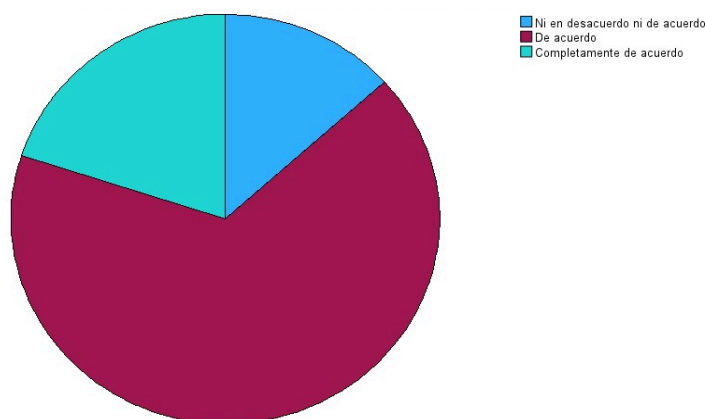
1. Identificación y comprensión conceptual.
2. Interpretación y evaluación de evidencia.
3. Formulación de hipótesis e inferencias.

Los resultados obtenidos se presentan a continuación, los análisis se muestran agrupados por dimensión desde un enfoque cualitativo y cuantitativo.

8.1.1 Pregunta 1. La pregunta número uno va dirigida a la capacidad de selección de la información. Evalúa si los estudiantes son capaces de identificar qué información es útil e importante, y cuál puede ser descartada.

En la figura 2 se observan los resultados obtenidos. Destacando una clara tendencia hacia la opción "De acuerdo". Teniendo un porcentaje del 66.7%, mientras que un 20.0% se mostró "Completamente de acuerdo". Esto representa un total del 86.7% de los encuestados que perciben tener un alto nivel de auto-confianza en esta habilidad específica de pensamiento crítico. Sin embargo, es importante considerar que esta es una auto-evaluación y puede no reflejar necesariamente la capacidad real de los participantes. Un 13.3% de los participantes se mantuvo neutral, sin que se registraran respuestas en las categorías de desacuerdo.

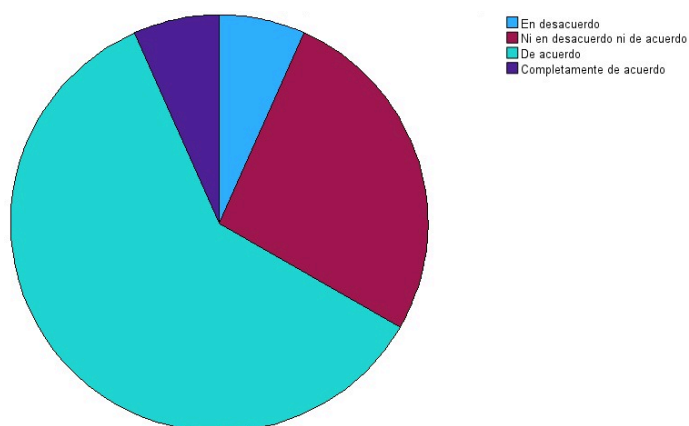
Figura 2. Encuesta diagnóstica pregunta 1. Puedo discernir información relevante de información no relevante



8.1.2 Pregunta 2. Para esta pregunta el enfoque está en la identificación de sesgos o prejuicios. Evaluando si el estudiante es consciente de que la información puede ser influenciada por perspectiva subjetivas y si tiene las herramientas para reconocer la información que revisa.

En la figura 3 se observó que la mayoría (66.6%) indicó estar “De acuerdo”. Sin embargo, una proporción significativa (26.7%) se mantuvo neutral, respondiendo “Ni en desacuerdo ni de acuerdo”. Esta neutralidad podría reflejar una falta de una evaluación cautelosa de sus propias habilidades o una percepción de la complejidad de la tarea. Un porcentaje minoritario (6.7%) expresó “En desacuerdo”, sugiere que hay estudiantes que reconocen tener dificultades en esta área. Este hallazgo subraya la importancia de fortalecer las habilidades de identificación de sesgos a través de la educación y la práctica. Por último, se pudo observar que el otro 6.7% se mostró “Completamente de acuerdo”

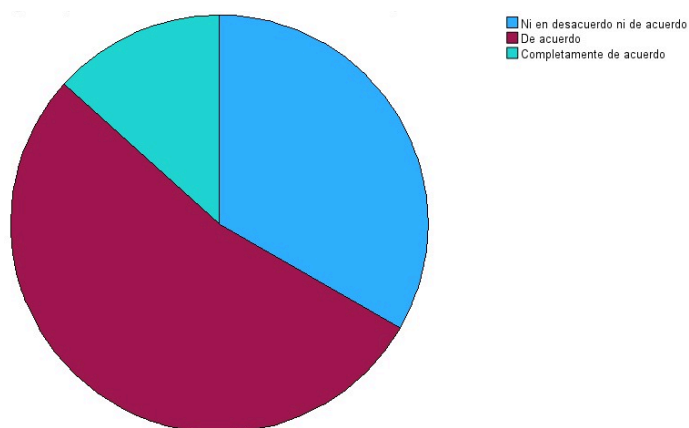
Figura 3. Encuesta diagnóstica pregunta 2. Se cómo identificar sesgos o prejuicios en la información que reviso



8.1.3 Pregunta 3. Aquí, se centra en la evaluación de la calidad de la evidencia. Evalúa si el estudiante se siente capaz de determinar si la veracidad de los supuestos teóricos presentados en un estudio o una fuente de información es sólida y confiable.

En la figura 4 se observa que la mayoría, específicamente el 53.4%, expresó estar “De acuerdo”. No obstante, un porcentaje notable del 33.3% se mostró neutral, eligiendo la opción “Ni en desacuerdo ni de acuerdo” lo que podría indicar diferentes factores como lo pueden ser la incertidumbre sobre sus propias habilidades de evaluación, entre otros. El 13.3% restante indicó estar “Completamente de acuerdo”. Es importante notar que no se registraron respuestas en la categoría de 'desacuerdo'."

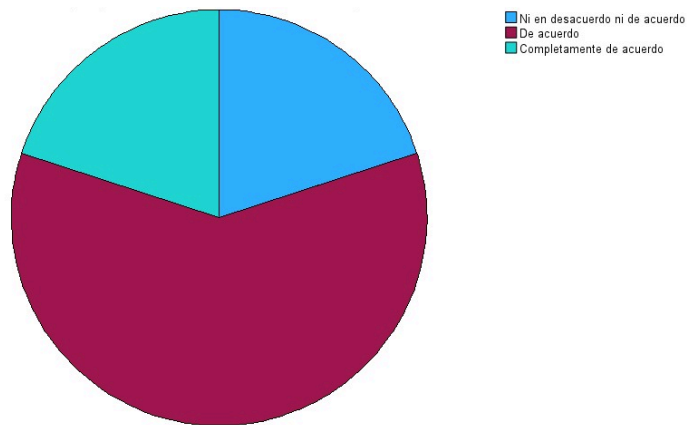
Figura 4. Encuesta diagnóstica pregunta 3. Tengo la capacidad de evaluar la calidad de las evidencias presentadas de un estudio o fuente



8.1.4 Pregunta 4. El enfoque de esta pregunta está en la síntesis de la información. Evaluando si el estudiante puede integrar información de distintas fuentes con el fin de obtener una comprensión coherente y completa de un tema.

En la figura 5 se observa que la mayoría (60.0%) indicó estar “De acuerdo”. Tanto las respuestas neutrales (“Ni en desacuerdo ni de acuerdo”) como las de “Completamente de acuerdo” representaron un 20.0% cada una. Esto sugiere que la mayoría de los estudiantes se perciben a sí mismos como capaces de sintetizar información de múltiples fuentes. Sin embargo, la distribución equitativa entre las respuestas neutrales y las de “Completamente de acuerdo” indica una variedad de percepciones sobre esta habilidad.

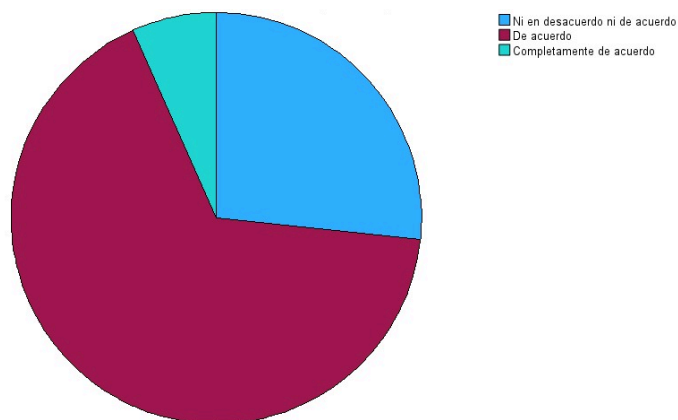
Figura 5. Encuesta diagnóstica pregunta 4. Soy capaz de sintetizar información de múltiples fuentes de manera efectiva



8.1.5 Pregunta 5. Esta pregunta se basa en la formulación de conclusiones basadas en evidencias. Evalúa si el estudiante puede llegar a conclusiones lógicas y fundamentadas, en lugar de basarse en opiniones.

En la figura 6 se observa que la mayoría (66.7%) indicó estar "De acuerdo". Un porcentaje significativo (26.7%) se mantuvo neutral, eligiendo la opción "Ni en desacuerdo ni de acuerdo". El 6.7% restante expresó estar "Completamente de acuerdo". Los cuales indican que la mayoría de los encuestados confía en su capacidad para formular conclusiones basadas en evidencia sólida. Sin embargo, la presencia de un 26.7% de respuestas neutrales sugiere que existe cierta incertidumbre o ambigüedad en la percepción de esta habilidad.

Figura 6. Encuesta diagnóstica pregunta 5. Puedo formular conclusiones respaldadas por evidencia sólida



Análisis de la prueba de caracterización

1. Identificación y comprensión conceptual

Las preguntas 1 y 4 permiten caracterizar esta dimensión. En la pregunta 1 el 86.7% manifestó un alto nivel de auto-confianza (66.7% de acuerdo y 20% completamente de acuerdo). Esto sugiere que los estudiantes se perciben como competentes para reconocer conceptos clave vinculados a la unidad didáctica. Sin embargo con un 13.3% en posición neutral evidencia que no todos los estudiantes tienen certeza sobre su habilidad para obtener información útil.

La pregunta 4, orientada a la síntesis de información de varias fuentes científicas, se obtuvo un 60% de acuerdo y un 20% completamente de acuerdo. No obstante otro 20% se mantuvo neutral, lo que indica una posible ruptura entre la percepción de su competencia y la aplicación efectiva de esta habilidad en contextos de análisis más complejos.

2. Interpretación y evaluación de evidencia científica

Esta se refleja en las preguntas 2 y 3. En la pregunta 2 un 60% de los estudiantes manifestó estar de acuerdo y un 6.7% completamente de acuerdo, sumando un 66,7% en percepción positiva. Sin embargo, un 26,7% fue neutral y un 6,7% en desacuerdo, lo que indica que una proporción significativa de estudiantes no se sienten seguros o presentan ciertas limitaciones frente a esta tarea, probablemente por falta de práctica o reconocimiento de técnicas de evaluación crítica.

En la pregunta 3, un 53.5% se mostró de acuerdo y un 13.3% completamente de acuerdo, dando un total de 66.6% de percepción positiva. Sin embargo, el 13.3% estuvo neutral, lo que da a entender que aún no existe una consolidación de criterios claros para determinar la solidez y confiabilidad de la evidencia científica.

3. Formulación de hipótesis e inferencias

La pregunta 5, con un 66.7% de acuerdo y un 6.7% completamente de acuerdo, dando un total de 73.4% de respuestas positivas. Un 26.7% se mantuvo neutral, lo cual refleja una inseguridad o falta de herramientas para formular hipótesis e inferencias sólidas.

En la investigación de Vazquez y Garcia, los autores señalan que esta brecha no está relacionada únicamente con la falta de información, sino con la ausencia de experiencias de aprendizaje que exijan aplicar los conceptos a problemas reales y construir explicaciones argumentadas. Por ende, desde la habilidad analizar, se describe como la capacidad que implica descomponer ideas complejas, establecer relaciones lógicas y evaluar su validez. Se observa la poca seguridad de los estudiantes para realizar una

formulación de hipótesis, donde se evidencia que esta habilidad no se encuentra desarrollada.

La aplicación del instrumento diagnóstico permitió identificar que los estudiantes tienen una base conceptual aceptable y cierta confianza en diversas tareas cognitivas básicas, especialmente en la identificación y síntesis de información relevante, sin embargo pueden presentar limitaciones significativas en las habilidades claves que son fundamentales en el pensamiento analítico como lo son la interpretación de datos, formulación de inferencias y evaluación crítica de información. Estos resultados son principales para justificar la implementación de una unidad didáctica basada en ABP, la cual está centrada en el tratamiento del Alzheimer desde una perspectiva científica, que ayuda al desarrollo cognitivo de los estudiantes y ayuda en el progreso de la habilidad analizar.

El desarrollo de la habilidad analizar no se limitó sólo en transmitir la información, sino que fue construida activamente mediante la confrontación con problemas reales, el trabajo en equipo y la experimentación científica. Los hallazgos de esta investigación confirman que el pensamiento crítico sí puede y debe ser enseñado de forma intencional mediante estrategias que desafíen cognitivamente a los estudiantes y lo sitúen como protagonistas de su aprendizaje.

8.2 Fase II. Diseño y aplicación de la unidad didáctica

- Diseño de la unidad didáctica.

La fase de diseño construyó gran parte de la planificación pedagógica estratégica, orientada a promover la comprensión profunda y crítica en los estudiantes sobre temas complejos de alta relevancia actual, orientándola en una transformación de los hallazgos sobre la caracterización inicial para obtener oportunidades de mejora mediante una intervención didáctica pertinente. La encuesta inicial reveló una brecha entre la comprensión conceptual básica y la capacidad de análisis crítico por parte de los estudiantes especialmente en lo relativo a interpretativo de una evidencia, formulación de hipótesis y argumentación científica. Por lo tanto, se construyó una unidad didáctica fundamentada en el modelo de aprendizaje basado en problemas (ABP), con el objetivo de estimular el desarrollo de la habilidad analizar mediante el abordaje interdisciplinar de alzheimer y los flavonoides como eje principal.

El diseño contempló una secuencia de actividades distribuidas en cuatro sesiones, cada una con objetivos específicos, momentos diferenciados y productos esperados. Durante el desarrollo de las sesiones, se generaron condiciones para ejercitar la habilidad

“analizar” en un contexto auténtico y transdisciplinar. A continuación, se describen sus componentes fundamentales:

8.2.1 Aplicación de la unidad didáctica.

Sesión 1.

La primera sesión de la unidad didáctica se centró en el análisis de los artículos científicos seleccionados y en el desarrollo de una mesa redonda como estrategia de interacción académica. Su propósito fue introducir a los estudiantes en conceptos fundamentales asociados a la neurodegeneración, del estrés oxidativo, la disfunción neuronal y el papel emergente de los flavonoides como agentes neuroprotectores. Estas actividades iniciales se desarrollaron no solo para ofrecer un marco conceptual actualizado, sino también para potenciar la habilidad como la escritura crítica, el trabajo colaborativo y la expresión oral argumentativa, competencias esenciales para la formación investigativa en química.

Actividad 1: Lectura y análisis de artículos científicos.

En la revisión bibliográfica guiada, los estudiantes analizaron textos académicos especializados sobre mecanismos moleculares implicados en la enfermedad de alzheimer y sobre la evidencia científica que se encuentra de las propiedades antioxidantes y antiinflamatorias de los flavonoides. La lectura fue desarrollada mediante la formulación de preguntas, el subrayado crítico, la elaboración de resúmenes analíticos y la discusión guiada.

El objetivo de esta fase es que los estudiantes a partir del contenido leído, sean capaces de establecer una relación significativa entre cinco conceptos clave: *antioxidante*, *antiinflamatorio*, *estrés oxidativo*, *flavonoide* y *alzheimer*. De esta manera se desarrolla la actividad para lograr un movimiento de un nivel de comprensión memorístico hacia uno de elaboración más compleja y reflexiva del conocimiento.

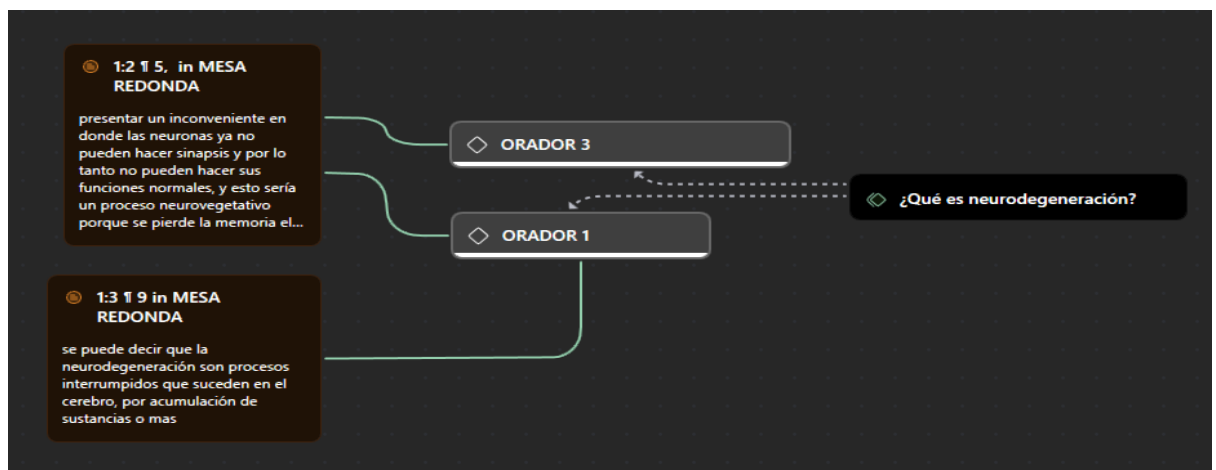
En la mesa redonda se realizó la lectura, los estudiantes compartieron sus hallazgos, enfrentaron perspectivas y enriquecieron sus argumentos a partir del diálogo colectivo. Esta dinámica busca validar la comprensión individual y generar un espacio de construcción de conocimiento.

Para orientar el diálogo, se dieron nueve preguntas guía principales y siete preguntas de profundización, las cuales permitieron conectar los contenidos teóricos con situaciones reales, reflexionar sobre el papel de la investigación científica y analizar críticamente cómo los flavonoides pueden incidir, directa o indirectamente, en el posible tratamiento del Alzheimer a través de sus propiedades antioxidantes y antiinflamatorias.

Durante la mesa redonda, se recopiló información y se analizaron las intervenciones de los oradores mediante la construcción de redes conceptuales codificadas. Estas redes fueron construidas con el programa Atlas.ti con base en el contenido temático expresado y el nivel de profundidad analítica alcanzada por cada participante. Los niveles de análisis se clasificaron de acuerdo con una adaptación de Solís al contexto científico de esta investigación (ver Anexo I).

8.2.1.1 Pregunta 1. ¿Qué es neurodegeneración?

Figura 7. Red conceptual pregunta 1 - Mesa redonda.

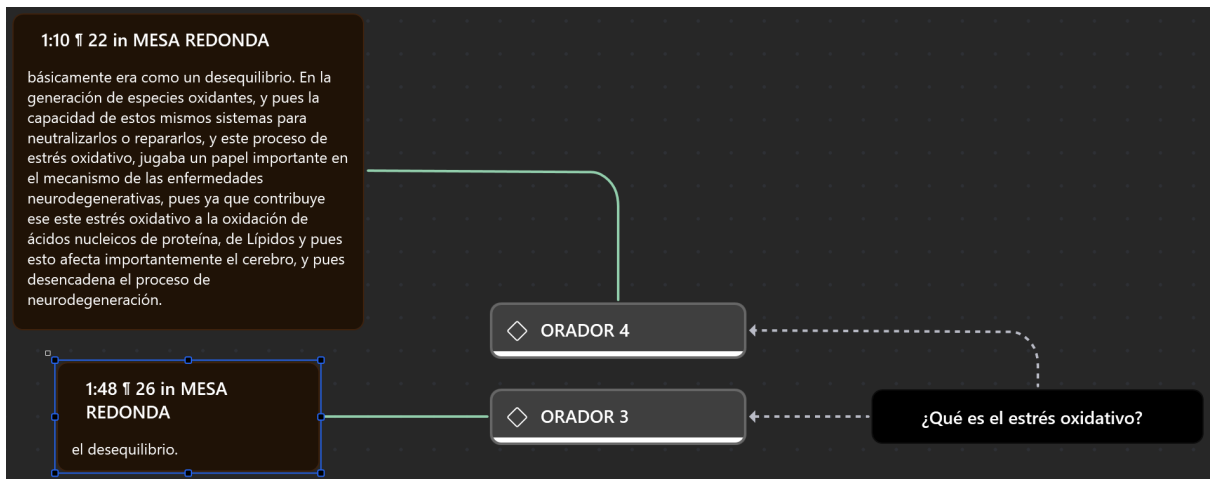


Las intervenciones de los oradores 1 y 3 contribuyen a la relación con las definiciones básicas, síntomas asociados y elementos de comprensión general. El orador 1 aporta una definición clásica del término, resaltando el “deterioro progresivo de las neuronas” y su vínculo con enfermedades como el Alzheimer. Aunque el concepto es correcto, el análisis del discurso revela una aproximación descriptiva, sin expansión crítica ni conexión explícita con los artículos fuente. El orador 3 introduce el concepto de neurodegeneración relacionándolo con “pérdida de funciones cognitivas”, lo cual añade una dimensión funcional al concepto. Esta intervención tiene una descripción más amplia, puesto que vincula síntomas observables con procesos celulares degenerativos. No obstante, sigue faltando una discusión analítica del mecanismo molecular subyacente.

Desde el pensamiento analítico, esta imagen refleja un nivel cognitivo intermedio. Los estudiantes tienen definiciones adecuadas y muestran comprensión, pero aún no se observa una reflexión profunda sobre las causas bioquímicas.

8.2.1.2 Pregunta 2. ¿Qué es estrés oxidativo?

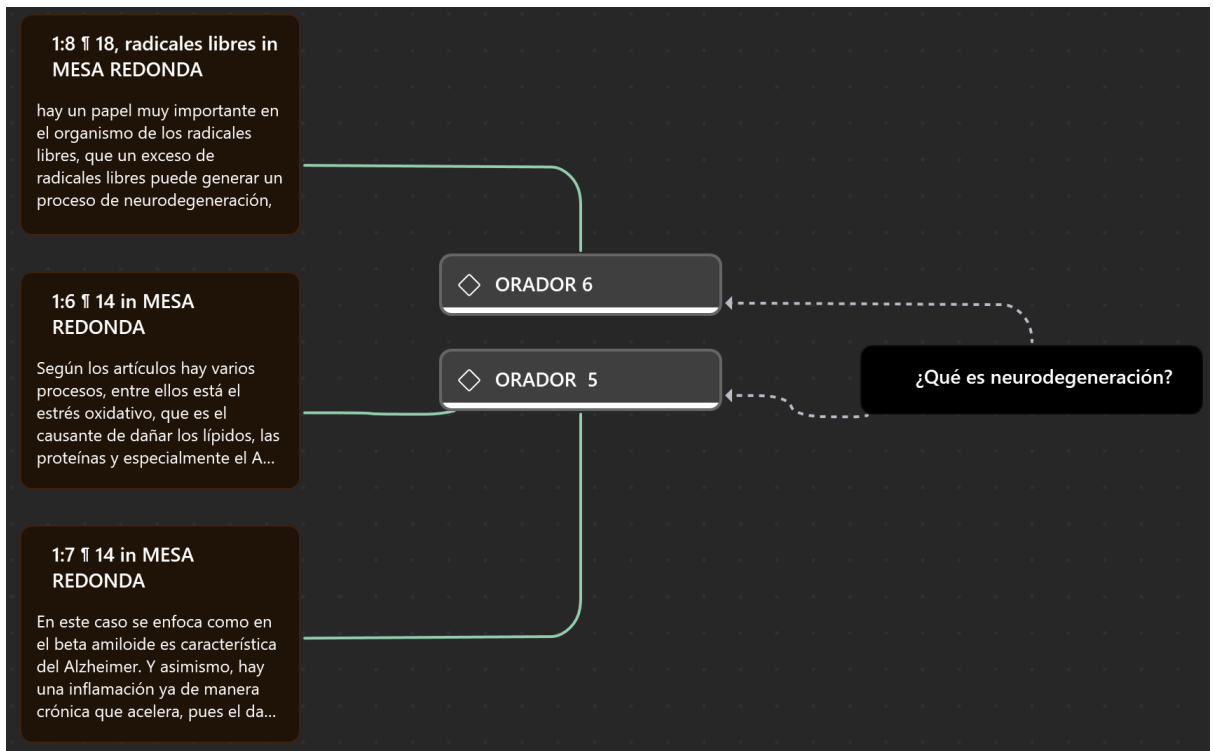
Figura 8. Red conceptual pregunta 2 - Mesa redonda.



El contenido muestra una discusión positiva, donde el orador 4, define el término comenzando a vincular los procesos de daño neuronal con los mecanismos fisiopatológicos. La definición dada por el orador 4 tiene correctamente el concepto de desequilibrio entre las especies reactivas de oxígeno y sistemas antioxidantes. Reconoce las consecuencias de este desequilibrio, lo cual constituye un nivel superior de comprensión. El orador 3 menciona explícitamente la definición del estrés oxidativo, pero no realiza un análisis más profundo lo cual daría un nivel bajo de comprensión.

8.2.1.3 Pregunta 3. ¿Qué es el proceso de neurodegeneración?

Figura 9. Red conceptual pregunta 3 - Mesa redonda.

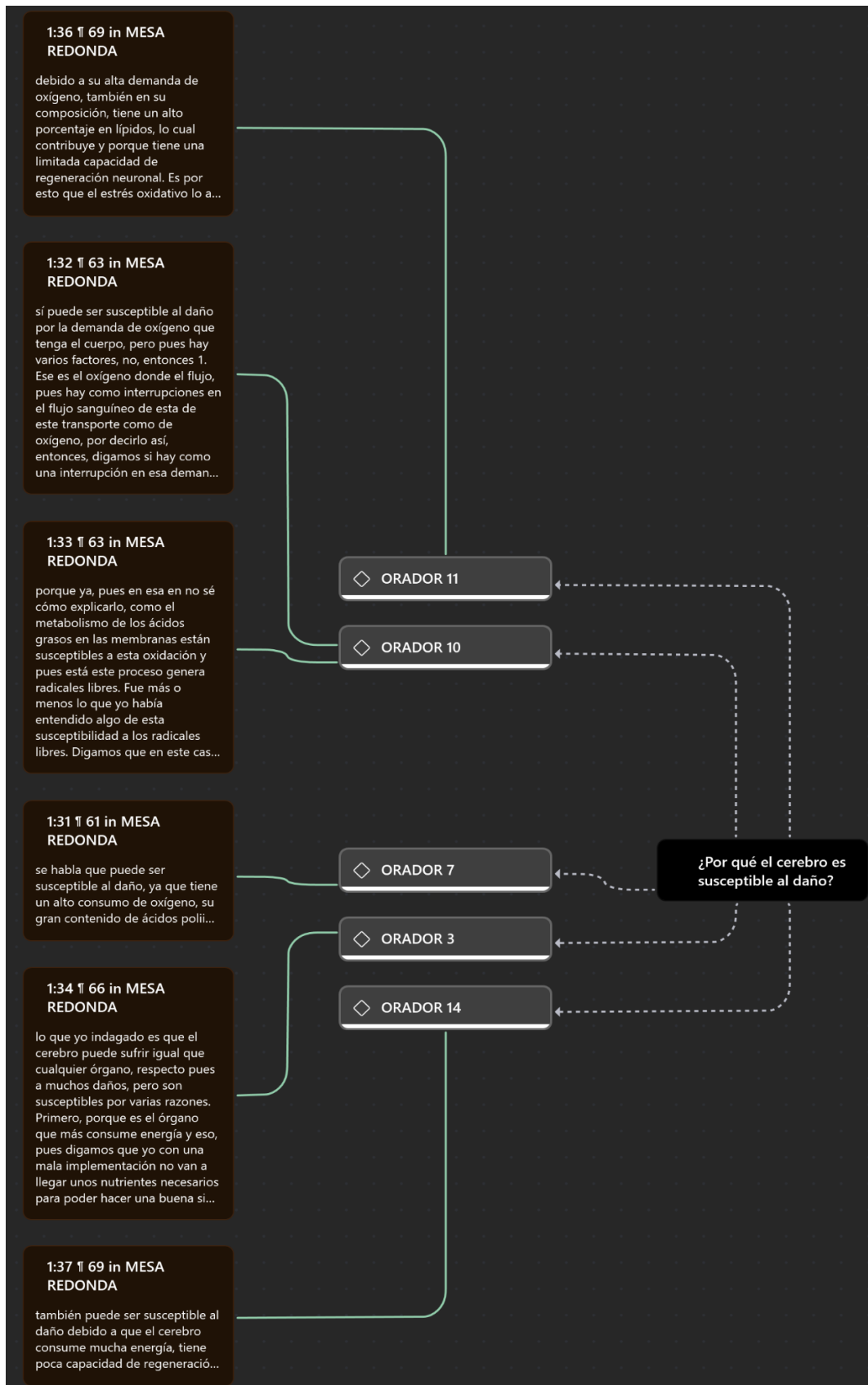


Los oradores retoman el concepto inicial de neurodegeneración pero con un enfoque más detallado. Se identifica un cambio positivo en la calidad del discurso, pues las intervenciones tienden a ir más allá de la definición estática y comienzan a incorporar secuencias causales. El orador 5 menciona la neurodegeneración siendo una interacción entre factores genéticos, ambientales y moleculares, lo cual sugiere una visión integradora del fenómeno. El orador 6 relaciona la producción de radicales libres con el daño estructural a las neuronas, lo que denota un nivel alto de análisis.

Sin embargo, aún falta consolidar el uso de fuentes científicas como evidencia. Aunque se dio un contenido de artículos científicos, no se hace una cita directa ni una evaluación crítica entre estos. Por ende, se mantiene en un plano funcional pero sin una argumentación estructurada.

8.2.1.4 Pregunta 4. ¿Porque el cerebro es susceptible al daño?

Figura 10. Red conceptual pregunta 4 - Mesa redonda.



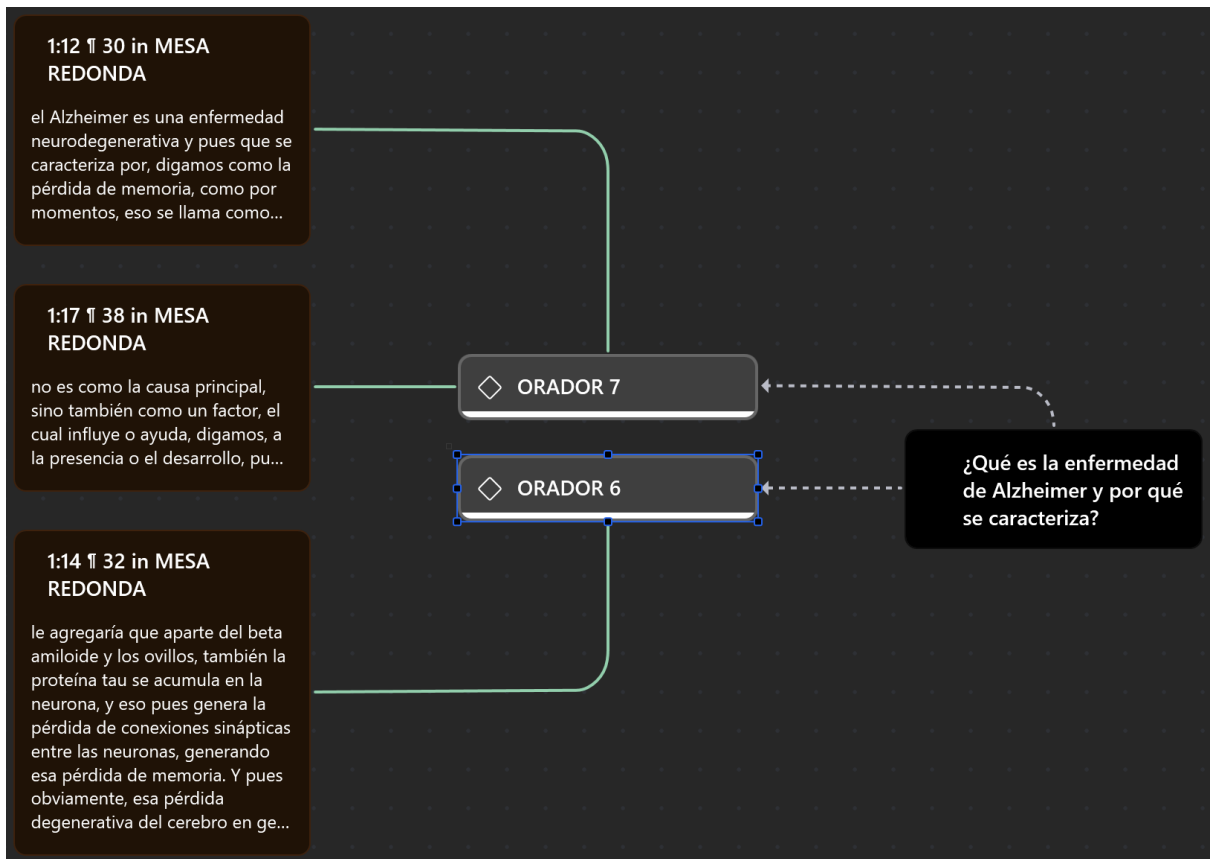
Esta pregunta es crucial en la intervención educativa, ya que busca vincular el conocimiento científico sobre el estrés oxidativo con una comprensión funcional y estructural del sistema nervioso central. La evidencia discursiva de las intervenciones de los cinco estudiantes demuestra una participación alta, diversa y con diferentes niveles de profundidad analítica.

El orador 11 da una explicación basada en la estructura química del cerebro, haciendo énfasis en que contiene una alta proporción de lípidos poliinsaturados, los cuales son altamente susceptibles a la peroxidación lipídica inducida por radicales libres. Este argumento es acertado y científicamente fundamentado, denotando que el orador comprende el mecanismo molecular. Esto indica un dominio conceptual avanzado. El orador 10 planea que el cerebro consume una parte del oxígeno del cuerpo humano, lo cual lo coloca en un mayor riesgo de formación de especies reactivas de oxígeno. Esta intervención articula un razonamiento cuantitativo y fisiológico coherente. Además, el orador menciona que a pesar del consumo elevado, el cerebro tiene una baja concentración de enzimas antioxidantes endógenas, lo que crea una condición de vulnerabilidad estructural. Esta integración fisiología y bioquímica refleja un pensamiento analítico funcional.

El orador 7 se centra en el daño oxidativo y la pérdida neuronal progresiva, aunque no utiliza un lenguaje técnico se puede evidenciar un esfuerzo por comprender el impacto fisiopatológico de los radicales libres sobre las neuronas. Podemos observar un nivel intermedio de análisis, aún más orientado a la comprensión que a la argumentación comparativa. El orador 3 establece una relación entre el estrés oxidativo y enfermedades neurodegenerativas aludiendo al daño acumulativo como el proceso silencioso que ocurre con el tiempo, conduce a alteraciones estructurales y funcionales en el sistema nervioso. Se destaca que el orador logra relacionar fenómenos bioquímicos con implicaciones clínicas, lo cual es un indicio de rozamiento transversal, entre ciencia básica y salud pública. Esta vinculación es característico de un pensamiento analítico. El orador 14 menciona el papel del sistema inmune en el cerebro y como respuesta una inflamación crónica inducida por el estrés oxidativo lo cual puede agravar la neurodegeneración. Esta observación muestra que el orador ha logrado integrar ejes del daño oxidativo, la susceptibilidad estructural y la respuesta inmunológica, lo que corresponde a un análisis alto.

8.2.1.5 Pregunta 5. ¿Qué es la enfermedad alzheimer y por qué se caracteriza?

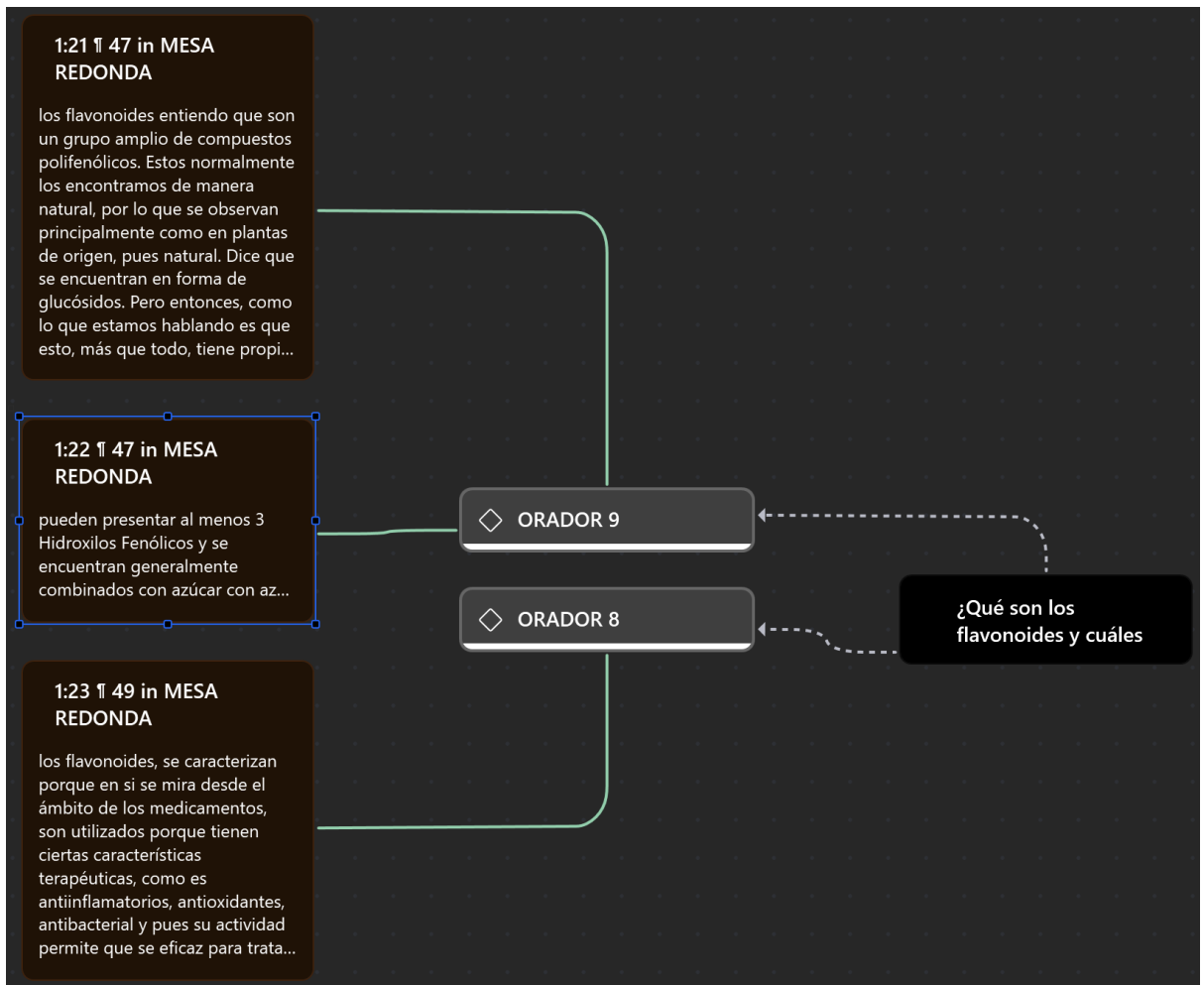
Figura 11. Red conceptual pregunta 5 - Mesa redonda.



Los oradores 6 y 7 abordan la enfermedad de Alzheimer desde los síntomas clínicos y las causas neuropatológicas. El orador 7 articula adecuadamente los signos tempranos y progresivos de la enfermedad, mientras que el orador 6 intenta dar un análisis más profundo relacionado estos síntomas con la muerte neuronal causada por el estrés oxidativo. Esta conexión conceptual evidencia un esfuerzo analítico integrador entre bioquímica, neurología y clínica. El discurso se mantiene dentro del marco científico, dando un nivel de análisis medio-avanzado.

8.2.1.6 Pregunta 6. ¿Qué son los flavonoides y cuáles son sus características?

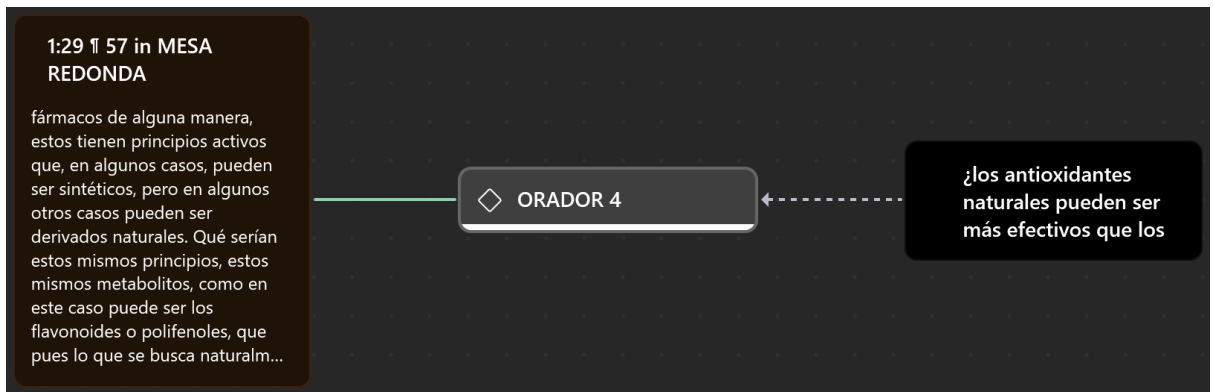
Figura 12. Red conceptual pregunta 6 - Mesa redonda.



Se observa que los oradores dominan bien la definición básica de flavonoides como compuestos polifenólicos presentes en plantas o alimentos. Los oradores 8 y 9 profundizan en sus propiedades antioxidantes, su estructura química y su clasificación. En el análisis de estos oradores se observa una relación directamente el componente químico con su aplicabilidad neuroprotectora, esto refleja un razonamiento que va del nivel funcional y aplicado, aunque aún falta análisis entre los dos artículos.

8.2.1.7 Pregunta 7. ¿Los antioxidantes naturales pueden ser más efectivos que los fármacos?

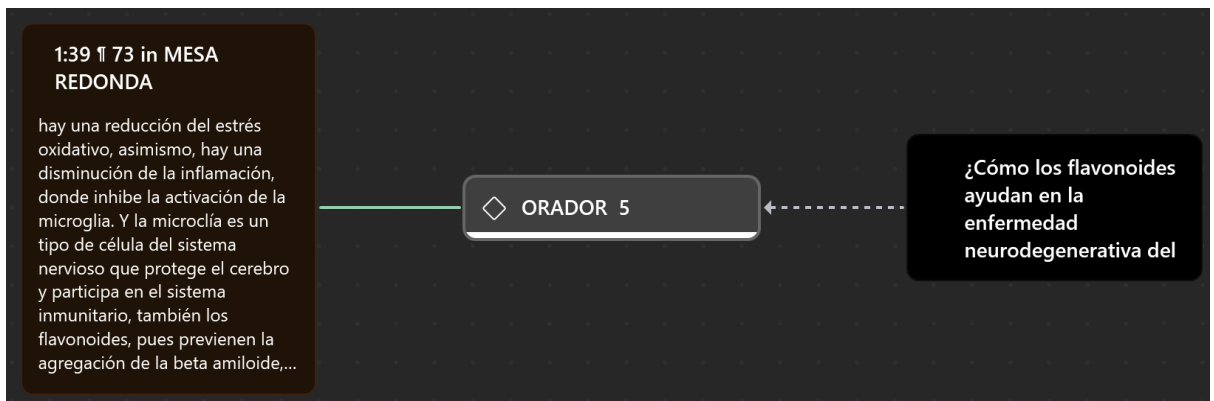
Figura 13. Red conceptual pregunta 7 - Mesa redonda.



El orador 4 establece una comparación entre los principios activos de los fármacos y los compuestos derivados de fuentes naturales, destaca que algunos fármacos pueden compartir mecanismos de acción con antioxidantes naturales como los flavonoides. El orador menciona ejemplos de compuestos derivados de plantas que presentan efectos beneficiosos, como los polifenoles, aludiendo a que estos ejercen efectos metabólicos y bioquímicos similares a los fármacos. El orador se sitúa en un nivel de análisis medio - alto, ya que no se limita a repetir información, sino que articula una relación entre medicamentos sintéticos y antioxidantes naturales, aunque aún sin profundizar demasiado en evidencia científica concreta o mecanismos moleculares detallados.

8.2.1.8 Pregunta 8. ¿Cómo los flavonoides ayudan en la enfermedad neurodegenerativa del alzheimer?

Figura 14. Red conceptual pregunta 8 - Mesa redonda.

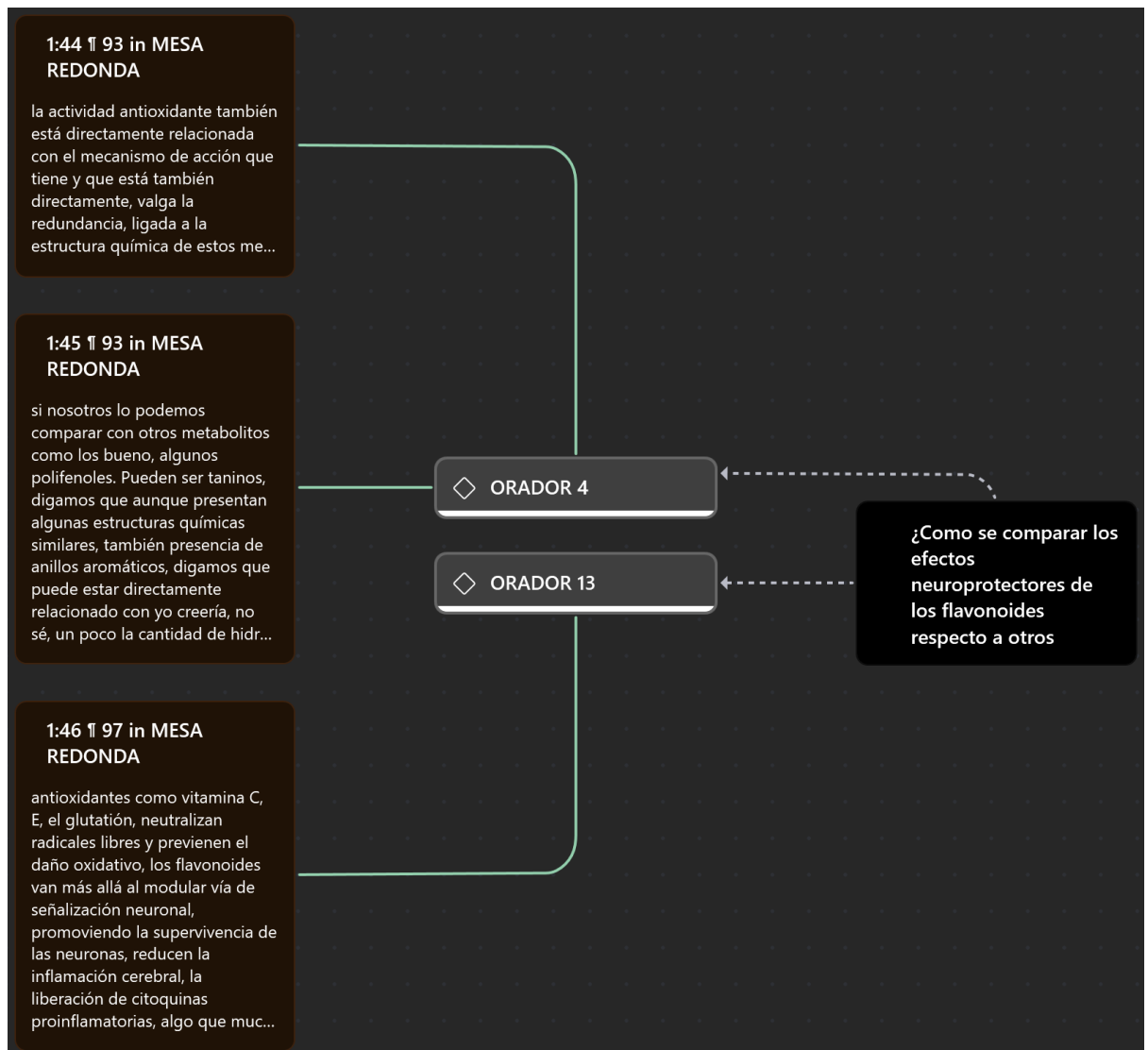


El orador 5 da una exposición bastante detallada y acertada desde el enfoque neurobiológico, donde menciona la disminución del estrés oxidativo y la inflamación, los

cuales son procesos clave en la patogénesis del Alzheimer y que pueden ser contrarrestados por los flavonoides. Indica un entendimiento más profundo del proceso de neurodegeneración y el mecanismo de acción de estos compuestos. Este discurso se posiciona en un nivel alto de pensamiento analítico, ya que hay una conexión coherente entre conceptos biomédicos complejos y la acción potencial de los flavonoides. El estudiante no solo enuncia definiciones, sino que establece relaciones causa-efecto entre fenómenos, lo cual evidencia una apropiación reflexiva de los artículos leídos.

8.2.1.9 Pregunta 9. ¿Cómo se compara los efectos neuroprotectores de los flavonoides respecto a otros compuestos antioxidantes?

Figura 15. Red conceptual pregunta 9 - Mesa redonda.

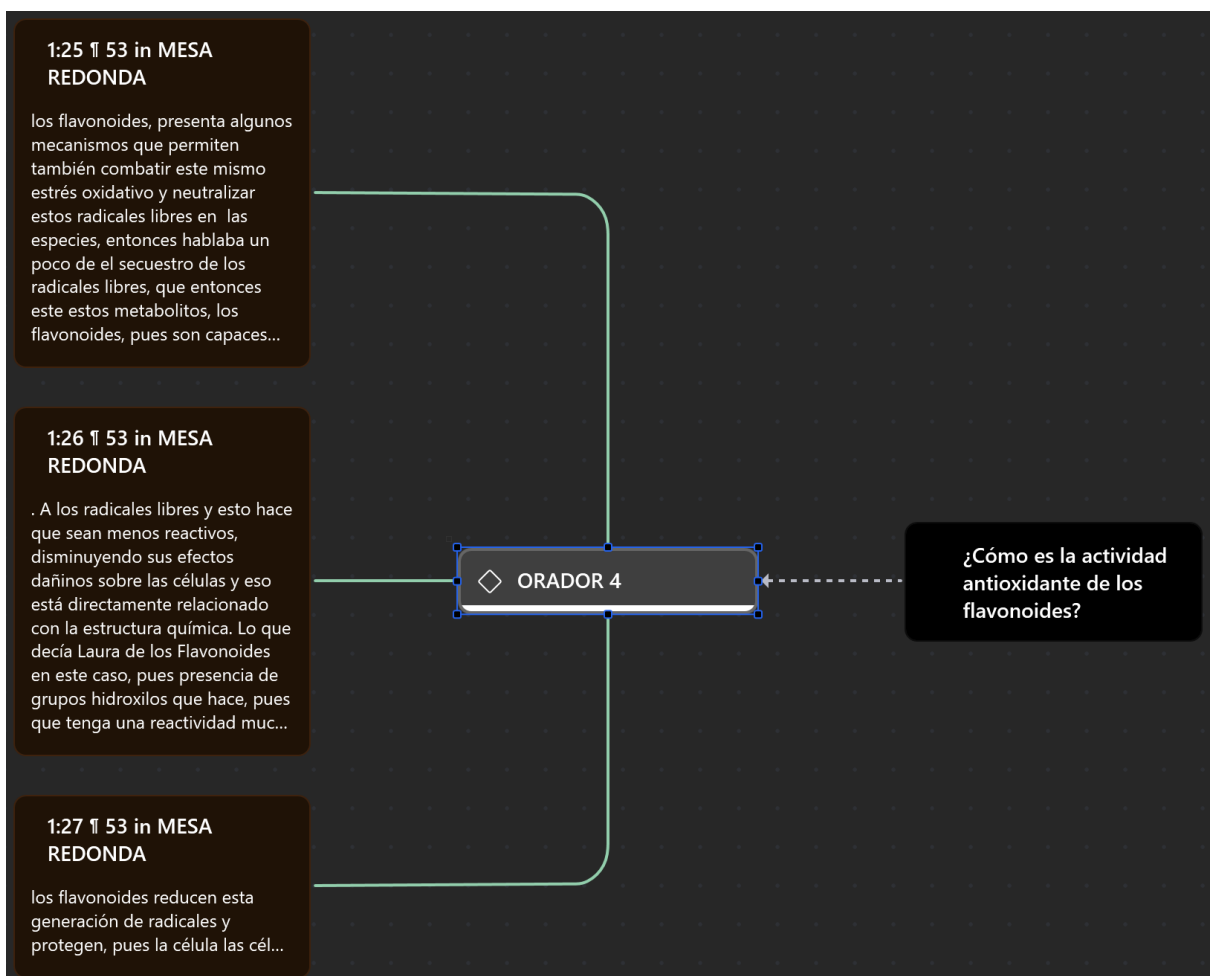


Se ve una articulación entre la química estructural de los antioxidantes y su funcionalidad. El orador 4 menciona cómo la acción antioxidante está directamente relacionada con la estructura química, indicando comprensión sobre grupos funcionales y reactividad. Este nivel de detalle sugiere que el estudiante ha internalizado conceptos bioquímicos sobre los mecanismos de neutralización de radicales libres. El orador 13, se enfoca en comparar los flavonoides con otros metabolitos como los polifenoles. Muestra una reflexión sobre la variabilidad estructural entre compuestos similares, y cómo estas diferencias pueden impactar su función neuroprotectora.

Ambos oradores están en un nivel alto de pensamiento analítico, pues integran múltiples variables en su razonamiento.

8.2.1.10 Pregunta 10. ¿Cómo es la actividad antioxidante de los flavonoides?

Figura 16. Red conceptual pregunta 10 - Mesa redonda.



El orador 4 ofrece una explicación profunda y estructurada sobre los mecanismos de acción de los flavonoides como antioxidantes. Señala su capacidad de neutralizar radicales

libres, lo que reduce el estrés oxidativo en las células. Destaca los grupos hidroxilos presentes en la estructura química de los flavonoides determina su reactividad, lo que permite vincular la acción antioxidantes con propiedades químicas específicas.

En síntesis, el desarrollo de la primera sesión permitió no solo adquirir conceptos claves sobre flavonoides y Alzheimer, sino también el primer acercamiento de procesos de pensamiento crítico en un entorno colaborativo. Si bien la mayoría de las intervenciones se ubican en un nivel de reconocimiento y comprensión, relacionados principalmente con la información obtenida en las lecturas previas, también se observan aportes de niveles superiores, especialmente cuando los oradores elaboran inferencias, formulan preguntas propias o estableciendo conexiones entre la teoría y la aplicación científica.

El análisis del discurso oral tiene un uso técnico adecuado del lenguaje disciplinar, lo que refleja una apropiación progresiva del conocimiento científico. En algunos casos, se observó un desarrollo claro respecto a intervenciones anteriores del mismo orador, lo que indica un proceso de aprendizaje activo y significativo. Estos hallazgos refuerzan el valor de la estrategia didáctica empleada en esta sesión, como lo es la lectura crítica y la mesa redonda, para el desarrollo efectivo de la habilidad analizar en el contexto del ABP.

ACTIVIDAD 2

Una vez concluida la mesa redonda, se muestra una presentación adicional que orienta la comprensión de los temas discutidos, especialmente en los temas de los mecanismos fisiopatológicos del Alzheimer y el papel potencial de los flavonoides como agentes neuroprotectores. Esta actividad tiene el propósito de profundizar en los conceptos claves de la dinámica grupal, cerrar posibles dudas conceptuales y brindar a los estudiantes una base teórica más robusta y estructurada que les permita avanzar hacia niveles superiores de la habilidad analizar.

La presentación no se limitó a repetir conceptos de los artículos, sino que se presentan definiciones y significados extraídos con información adicional proveniente de fuentes confiables y actualizadas en el tema. De esta manera, se quiere lograr el contraste entre las perspectivas científicas y la validación del conocimiento previamente construido. Se integra el desarrollo de la comprensión más crítica, contextualizada y argumentada, además esto permite ampliar el análisis sobre la relación entre compuestos bioquímicos como los flavonoides y los procesos neurodegenerativos.

En síntesis, esta presentación tiene una función didáctica clave al generar un puente entre la exploración individual y el conocimiento científico, lo cual contribuye de manera significativa en la formación de un pensamiento más riguroso y fundamentado por parte de los estudiantes.

8.2.2 Sesiones 2 y 3 trabajo experimental.

Las sesiones dos y tres se dedicaron al trabajo experimental en laboratorio, como una forma de aplicar los conceptos teóricos abordados en las actividades previas y relacionarlos con experiencias más concretas de investigación. Estas sesiones logran la aproximación de práctica al análisis fitoquímico y al estudio de los flavonoides desde una perspectiva científica y metodológica, lo que permite un avance en el desarrollo de la habilidad analizar mediante una observación más sistemática, con una interpretación correcta de datos, además de la construcción de relaciones causales.

Estas actividades ayudan en la elaboración técnica, ya que las prácticas fomentan el interés por la investigación aplicada, lo que permite que los estudiantes se acerquen de forma auténtica al método científico. Desde la recolección y preparación de muestras hasta la interpretación de resultados y la búsqueda informativa en la literatura académica, contribuyó significativamente las sesiones de laboratorio para que se lograra el desarrollo de un aprendizaje significativo. Por ende, los estudiantes aumentaron la capacidad de observar críticamente, establecieron relaciones entre la evidencia empírica y los principios teóricos, además de formular explicaciones con base en los datos obtenidos de las sesiones. Estas experiencias son esenciales para que los estudiantes comprendan cómo se construye el conocimiento científico en torno a los flavonoides y su potencial terapéutico, al tiempo que favorecen sus capacidades de análisis.

8.3 Fase III. Evaluación del desarrollo de la habilidad investigativa analizar.

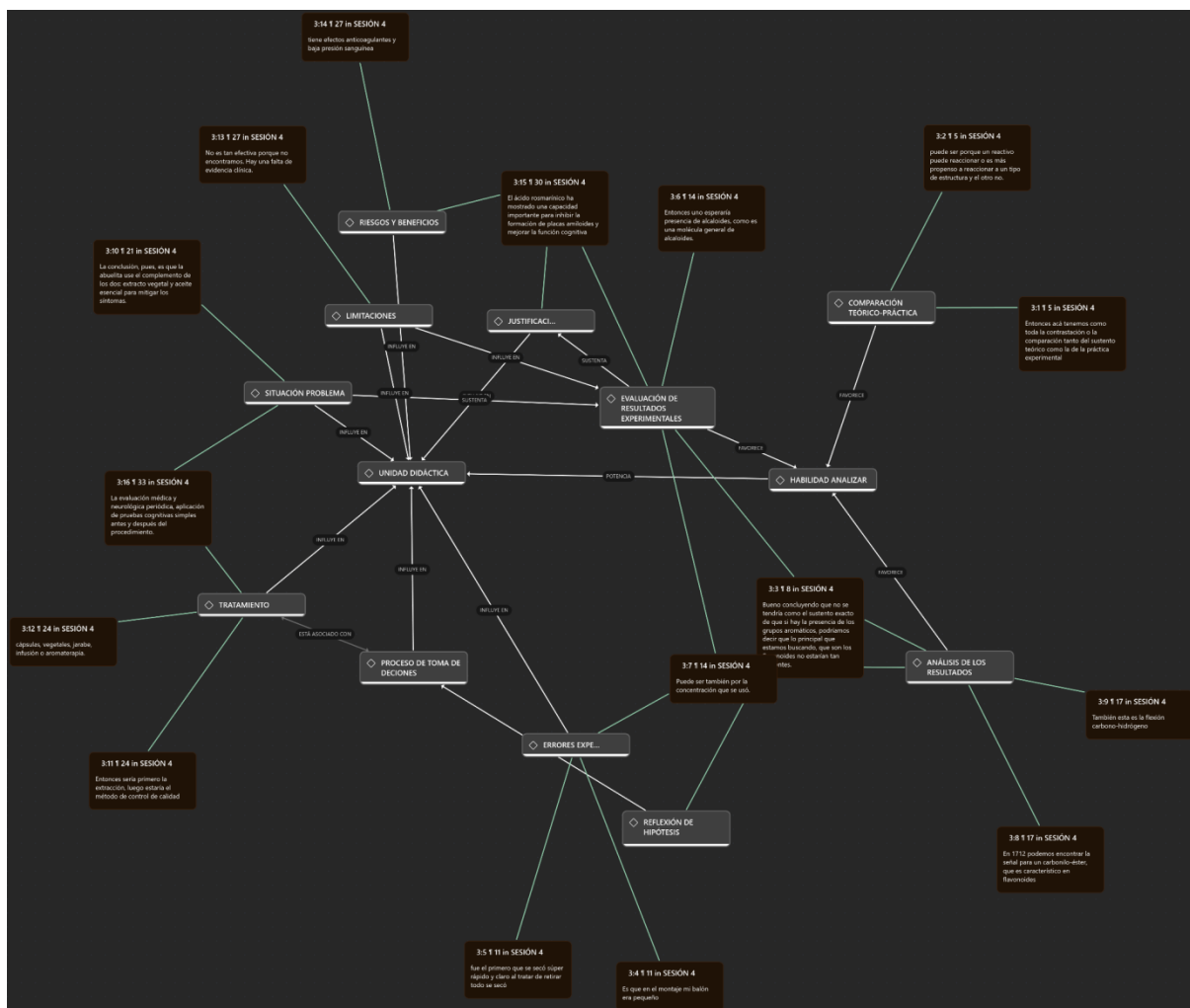
8.3.1 Sesión 4. Socialización y construcción de V-heurística.

La cuarta sesión marcó el cierre del ciclo formativo de la unidad didáctica. Los estudiantes presentan los productos finales requeridos como lo son: una V-heurística (ver anexo H), construidas a partir del trabajo realizado en las sesiones anteriores. Esta actividad tiene como propósito fortalecer la habilidad investigativa analizar mediante la integración de diversos conocimientos, la interpretación de datos experimentales y la reflexión crítica sobre las implicaciones de la situación problema.

Durante esta sesión, los estudiantes realizaron una exposición de los datos obtenidos en el laboratorio, relacionaron sus resultados con la teoría revisada en la literatura científica y realizaron reflexiones sobre los mecanismos de acción de los flavonoides frente al estrés oxidativo y la neurodegeneración. Esta actividad permite evaluar el conocimiento adquirido, el desarrollo de competencias comunicativas, la argumentación científica y la capacidad de análisis metacognitivo.

Por otro lado, está sesión proporcionó un espacio de discusión con análisis crítico para las posibles implicaciones reales del uso de compuestos naturales, como los flavonoides se relacionan con la prevención o posible tratamiento del Alzheimer, así como diversas limitaciones, desafíos o vacíos que se pueden enfrentar en la investigación. Esta reflexión final fortaleció la relación entre ciencia, salud y sociedad, lo cual permite que los estudiantes desarrollen una visión más integral del problema. Durante la socialización de los resultados y los productos de entrega final, se presenta una red conceptual que sintetiza los aportes verbales de los estudiantes en torno al problema abordado. Esta red fue construida a partir del registro y codificación de las intervenciones, lo cual permite evaluar cualitativamente el nivel de desarrollo alcanzado en la habilidad analizar, además se visualiza el nivel de obtención del conocimiento, la estructura argumentativa y un nivel superior de análisis alcanzada al cierre de la unidad.

Figura 17. Red conceptual reflexiones para la situación problema.



1. **Profundidad del contenido temático:** Los estudiantes involucran diversos contenidos avanzados como el estrés oxidativo, las acciones de los antioxidantes de los flavonoides, la neuroinflamación y su relación con mecanismos biológicos como la modulación del sistema inmune. Son capaces de conectar los conceptos y contextualizarlos dentro del problema propuesto teniendo en cuenta la complejidad del Alzheimer, lo que indica una apropiación significativa y una comprensión funcional de diversos saberes científicos de nivel superior.
2. **Estructura del razonamiento:** La organización de las ideas mostró una estructura jerárquica y relacional, con relaciones explícitas de tipo causa-efecto e implicativas. Esto refleja la presencia de un pensamiento lógico, ordenado y contextualizado, lo que permite a los estudiantes no solo clasificar información, sino que puedan construir una narrativa explicativa fundamentada y coherente.
3. **Aplicación de la habilidad analizar:** En la red conceptual construida se observa que los estudiantes fueron capaces de descomponer el fenómeno investigado (alzheimer), identificaron variables claves (procesos bioquímicos como función de los flavonoides, impacto clínico) y establecieron relaciones entre ellos. Este nivel de conexión demuestra que se alcanzó una ejecución avanzada de la habilidad analizar, alineada con objetivos investigativos de la propuesta didáctica.
4. **Lenguaje y precisión técnica:** Se observa el uso riguroso de terminología científica, utilizada de forma adecuada, donde se incluyó conceptos propios de la química, la neurobiología y la farmacología, estos son utilizados con propiedad durante las exposiciones orales. Esto indica no solo una memorización de términos, sino una verdadera apropiación del lenguaje disciplinar.
5. **Integración metacognitiva:** Se destaca la incorporación de elementos reflexivos sobre el propio proceso educativo, donde se realizan menciones explícitas a las sesiones anteriores, referencias las dificultades iniciales para interpretar literatura científica y valoran el impacto del aprendizaje basado en problemas en su comprensión del fenómeno. Esta capacidad de autorreflexión y evaluación del proceso de aprendizaje deja en claro que el pensamiento analítico creció, así como el desarrollo metacognitivo.

8.3.2 Análisis de las V heurísticas como evidencia del desarrollo de la habilidad analizar

Las heurísticas se usaron como producto final integrador, donde se logró observar que los estudiantes organizan jerárquicamente conceptos claves formulando hipótesis claras y establecen relaciones causa-efecto. Destacándose tres casos representativos:

Grupo 1: Muestran un dominio favorable en los contenidos trabajados, dando énfasis en el rol de los flavonoides como antioxidantes y su posible efecto preventivo sobre la progresión del Alzheimer. La estructura de la V-heurística es clara y jerarquizada, sin embargo las relaciones aparecen enunciadas sin un desarrollo argumentativo profundo. El lenguaje técnico es adecuado, aunque más descriptivo que explicativo.

No se evidencian elementos metacognitivos explícitos, pero sí se nota un esfuerzo por vincular conocimientos previos con las lecturas realizadas. En general se trata de un producto con un buen nivel de análisis conceptual.

Grupo 2: Esta V-heurística refleja una comprensión inicial de los temas abordados, con definiciones de términos claves, aunque hace falta relaciones causales más desarrolladas o jerarquizaciones más claras.

Se pueden observar elementos pertinentes como lo es su organización siendo más lineal y expositiva que analítica. La terminología científica es utilizada correctamente, aunque de forma general y no se establecen conexiones explícitas entre los conceptos ni se justifica el porqué de las relaciones planteadas.

El producto evidencia un nivel básico de la habilidad analizar centrado en la identificación y comprensión de información, sin alcanzar niveles de inferencia o reflexión crítica. No se observa metacognición ni referencias a la experiencia formativa, aún así, representa un punto de partida valioso sobre el cual se pueden diseñar futuras intervenciones didácticas para profundizar en la construcción del pensamiento científico.

Grupo 3: Este grupo destaca por su profundidad conceptual y su estructura lógica jerárquica. Los estudiantes logran descomponer el fenómeno de la enfermedad de Alzheimer en componentes claves como el estrés oxidativo, el deterioro de la función sináptica y la posible acción neuroprotectora de los flavonoides a través de la modulación del sistema inmune.

Se observa una apropiación clara del lenguaje técnico y una conexión coherente entre diferentes variables biológicas, compuestos químicos y consecuencias clínicas. No se limitan a describir, sino que logran organizar la información de manera relacional, utilizando términos técnicos como "inhibición", "modulación", y "neutralización" donde logran expresar relaciones de causalidad.

Además, incorporan elementos metacognitivos al incluir reflexiones sobre las actividades previas, el reconocimiento de la lectura de artículos científicos y las discusiones colectivas lo que les ayudó en la construcción de su comprensión. Esto sugiere un

desarrollo avanzado de la habilidad analizar, con presencia de pensamiento crítico, integración de información y conciencia del propio proceso de aprendizaje.

Tabla 2. Comparativa de nivel de análisis. sesión 1 Vs sesión 4

Criterio	Mesa redonda	Presentaciones	Progreso
<i>Comprensión del contenido científico</i>	Varía entre superficial y moderada, con algunos oradores destacando en comprensión bioquímica	Globalmente sólida, se articulan múltiples conceptos científicos con coherencia	Mejora significativa
<i>Capacidad de relacionar conceptos</i>	Relación entre conceptos básicos, pero no siempre desarrollada.	Relaciones jerárquicas, causales y funcionales bien establecidas.	Evidente desarrollo
<i>Vocabulario técnico utilizado</i>	Uso ocasional de términos científicos (Flavonoides, ROS)	Uso constante y adecuado de terminología especializada.	Expansión léxica y conceptual
<i>Estructura argumentativa</i>	Respuestas a veces fragmentadas; algunas muy completas	Razonamiento global y estructurado en red; pensamiento sistemático.	Avance en estructuración del discurso
<i>Nivel de pensamiento analítico</i>	De medio a alto, dependiendo del orador	Uniformemente alto a avanzado entre el grupo.	Consolidación colectiva

En síntesis el uso de la red conceptual y las V-heurísticas como productos de cierre no solo permiten evaluar el contenido aprendido, sino que también ayudan a evidenciar el desarrollo de la habilidad cognitiva en un nivel avanzado. Además, la habilidad analizar se desarrolló en múltiples dimensiones como lo es la comprensión profunda de fenómenos, hasta la reflexión sobre el propio proceso de aprendizaje. Esto favorece la estrategia didáctica donde se implementa y refuerza el buen uso de una metodología activa como lo es el ABP para lograr la formación de pensamientos científicos críticos en contextos reales.

8.3.3 Evaluación final: instrumento de salida sobre la habilidad investigativa analizar

Con el propósito de valorar la eficacia de la unidad didáctica basada en el aprendizaje basado en problemas (ABP) para el desarrollo de la habilidad investigativa

analizar se aplicó un instrumento de auto-perceptivo de salida (ver anexo B), titulado *instrumento de evaluación de la habilidad investigativa analizar en el contexto de los principios bioactivos*, adaptado de (Solis, 2023).

El cuestionario estuvo conformado por cinco preguntas cerradas, diseñadas con una escala de tipo Likert de 5 puntos:

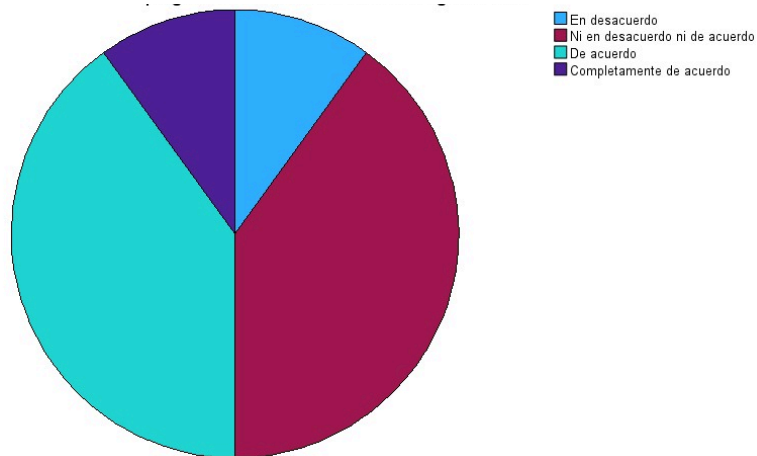
1. Completamente en desacuerdo
2. En desacuerdo
3. Ni en desacuerdo ni de acuerdo
4. De acuerdo
5. Completamente de acuerdo

La evaluación estuvo constituida por 10 estudiantes de la asignatura del Énfasis Disciplinar II de la licenciatura en química de la Universidad Pedagógica Nacional, quienes participaron en la implementación completa de la unidad.

8.3.3.1 Pregunta 1. El enfoque de esta pregunta va dirigida a la capacidad de identificar y diferenciar la forma en que funcionan los flavonoides. Evalúa si el/la estudiante puede entender cómo estos compuestos actúan en la progresión de enfermedades neurodegenerativas.

En la figura 18 de resultados, se observa que un 40% de los participantes indicó estar “De acuerdo”, mientras que el 10% adicional mostró estar “Completamente de acuerdo”. Lo que representa que el 50% de la población percibe tener la capacidad de distinguir estos mecanismos. Sin embargo, un 40% indicó estar “Ni en desacuerdo ni de acuerdo”, lo que sugiere una postura neutral o una incertidumbre sobre su habilidad. Solo un 10% colocó estar “En desacuerdo”. Si bien la mitad de los participantes se siente capaz en este tema, existe una parte importante que no está segura o necesita reforzar sus conocimientos sobre los mecanismos específicos de los flavonoides al ser una percepción del propio estudiante sobre su habilidad.

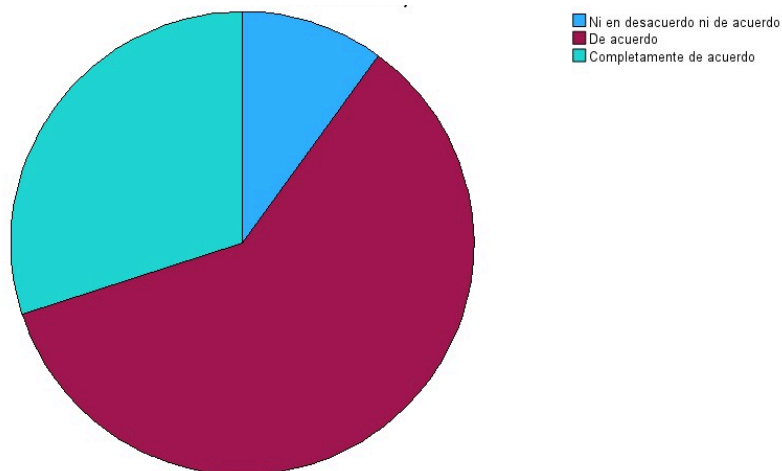
Figura 18. Encuesta final pregunta 1. Soy capaz de distinguir entre los diferentes mecanismos por los cuales los flavonoides pueden retardar la progresión de enfermedades neurodegenerativas



8.3.3.1 Pregunta 2. Para esta pregunta va dirigida a la capacidad de reconocer definiciones claves. Evalúa si los estudiantes pueden identificar conceptos importantes relacionados con las enfermedades neurodegenerativas.

En la figura 19 se puede observar en los resultados obtenidos que un 60% indicó estar “De acuerdo”, un 30% adicional se mostró “Completamente de acuerdo”. Representando a un 90% de los participantes y donde solo un 10% se mantuvo “Ni en desacuerdo ni de acuerdo”. Lo que puede indicar que un alto porcentaje de los estudiantes muestra un entendimiento básico en este tipo de conceptos.

Figura 19. Encuesta final pregunta 2. Se identificar deficiones pertinentes sobre las enfermedades neurodegenerativas (estrés oxidativo, antioxidante...)

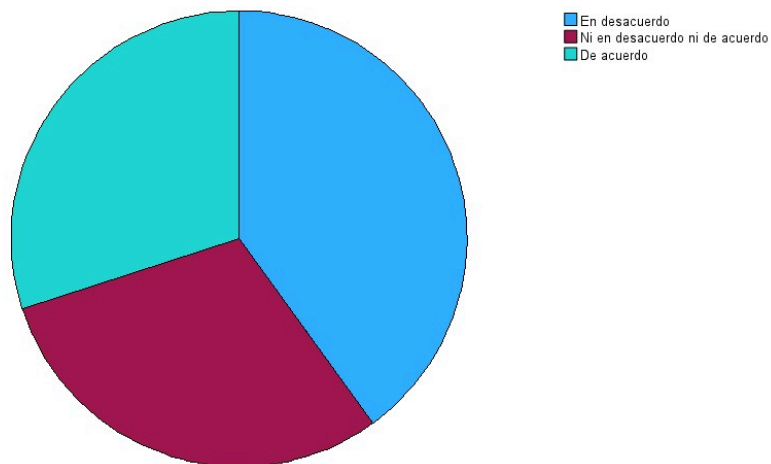


8.3.3.1 Pregunta 3. La pregunta número 3 va orientada a la capacidad de comprender y explicar datos numéricos en una investigación. Evalúa si el estudiante puede darle sentido a la información estadística.

En la figura 20 de acuerdo con los resultados un 40% indicó estar “En desacuerdo”, lo que señala que gran parte de los participantes no se siente capaz de

interpretar este tipo de datos. Por otro lado, un 30% se mantuvo “Ni en desacuerdo ni de acuerdo”. Finalmente, un 30% mostró estar “De acuerdo”. Estos resultados nos pueden indicar una brecha en la autopercepción de la capacidad de interpretar datos estadísticos.

Figura 20. Encuesta final pregunta 3. Puedes interpretar los resultados estadísticos de un estudio sobre flavonoides, como los intervalos de confianza

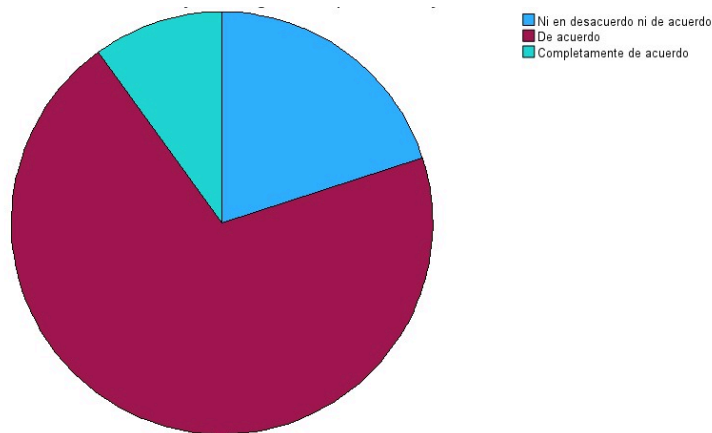


8.3.3.1 Pregunta 4. Esta pregunta va orientada a la habilidad de sintetizar y condensar información compleja. Evalúa si los estudiantes pueden extraer lo primordial de la investigación para presentarlo de forma concisa.

En la figura 21 según los datos obtenidos muestra una tendencia hacia la confianza de esta habilidad. Un 70% indicó estar “De acuerdo” y un 10% adicional se mostró “Completamente de acuerdo”. La gran parte de los participantes perciben tener la capacidad de resumir evidencia científica. Un 20% señala estar “Ni en desacuerdo ni de acuerdo”.

Siendo una percepción general positiva en cuanto a la capacidad de síntesis de la información científica sobre los flavonoides.

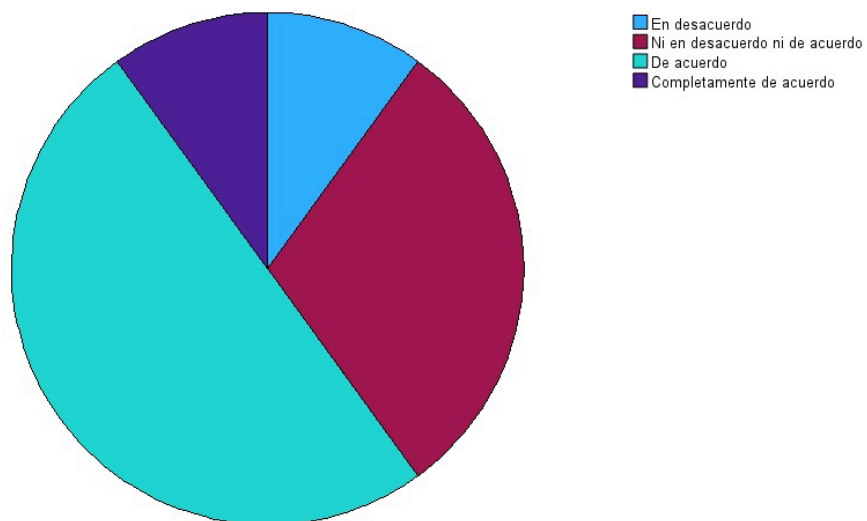
Figura 21. Encuesta final pregunta 4. Soy capaz de resumir las evidencias científicas que respaldan el uso de suplementos de flavonoides para mejorar la cognición en personas mayores



8.3.3.1 Pregunta 5. En esta última pregunta se centra en la habilidad para desarrollar ideas de investigación concretas. Evalúa si los estudiantes son capaces de proponer suposiciones lógicas y que se puedan verificar, sobre cómo los flavonoides actúan a nivel molecular para disminuir el estrés oxidativo.

En la figura 22 los resultados indican que la mitad de los participantes dicen estar “De acuerdo” y un 10% adicional mostró estar “Completamente de acuerdo”. Siendo un 60% capaz de formular hipótesis. Por otro lado, un 30% se mantuvo en “Ni en desacuerdo ni de acuerdo” y solo un 10% expresó estar “En desacuerdo”. Lo que sugiere que la gran parte de los estudiantes se siente capaz para formular hipótesis sobre este tipo de mecanismos complejos.

Figura 22. Encuesta final pregunta 5. Puedo formular hipótesis comprobables sobre los mecanismos moleculares por los cuales los flavonoides pueden reducir el estrés oxidativo



8.4 Interpretación y análisis cualitativo

Para el tratamiento de los datos cuantitativos, se utilizó el software SPSS, el cual permite aplicar pruebas estadísticas como la prueba t para una muestra, así como calcular medidas de tendencia. Estos análisis facilitan la identificación de cambios significativos en la habilidad investigativa analizar antes u después de la intervención. Por ende, se calcula el efecto mediante el estadístico d de Cohen y la corrección de Hedges, lo que permite interpretar la magnitud del impacto de la intervención didáctica.

Tabla 3. Estadísticas para una muestra

	N	Media	Desv. estándar	Media de error estándar
Prueba de entrada	10	4,0000	,47140	,14907
Prueba de salida	10	4,0000	,66667	,21082

- En ambos casos, la media obtenida fue de 4,0, lo cual refleja una percepción positiva sobre la habilidad analizar, tanto antes como después de la intervención.

Tabla 4. Prueba para una muestra

	t	gl	Significación			95% de intervalo de confianza de la diferencia	
			Valor de prueba = 0			Inferior	Superior
			P de un factor	P de dos factores	Diferencia de medias		
Prueba de entrada	26,833	9	<,001	<,001	4,00000	3,6628	4,3372
Prueba de salida	18,974	9	<,001	<,001	4,00000	3,5231	4,4769

- La prueba t para una muestra arrojó valores altamente significativos para ambos momentos (entrada t:26,833; salida t:18,974; $p < 0,001$), lo cual indica que los puntajes obtenidos son estadísticamente diferentes del valor hipotético de referencia ($\mu=0$), y refleja un nivel alto de autopercepción de la habilidad analítica.

Tabla 5. Tamaños de efecto de una muestra

		Standardizer ^a	Estimación de puntos	Intervalo de confianza al 95%	
				Inferior	Superior
Prueba de entrada	d de Cohen	,47140	8,485	4,591	12,381
	corrección de Hedges	,51583	7,754	4,196	11,314
Prueba de salida	d de Cohen	,66667	6,000	3,207	8,786
	corrección de Hedges	,72949	5,483	2,931	8,029

a. El denominador utilizado en la estimación de tamaños del efecto.

La d de Cohen utiliza la desviación estándar de muestra.

La corrección de Hedges utiliza la desviación estándar de muestra, más un factor de corrección.

- Se observa un cambio en la desviación estándar, pasando de 0,47 (entrada) a 0,66 (salida), lo que sugiere una mayor dispersión en las respuestas luego de aplicar la unidad didáctica.

Para el análisis de efecto:

- Para la prueba de entrada, el d de Cohen fue de 0,47, lo cual se interpreta como un efecto moderado.
- Para la prueba de salida, el d de Cohen aumentó a 0,66, lo que indica un efecto cercano al alto, según los criterios de interpretación estándar.
- La corrección de Hedges también respalda esta mejora, con valores que van de 0,51 a 0,72.

Finalmente, como el valor de p fue menor a 0,5, se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alternativa (H_1), concluyendo que la unidad didáctica tiene un efecto significativo en el fortalecimiento de la habilidad investigativa analizar.

Los resultados del instrumento de salida evidencian un desarrollo positivo en la habilidad analizar, ya que se refleja en la autopercepción de los estudiantes. A diferencia de la fase diagnóstica, en la que se observaron dudas significativas frente a diferentes ítems como formulación de hipótesis o la interpretación de datos estadísticos, los datos actuales indican un fortalecimiento en las competencias analíticas.

En la fase final, el ítem con mayor nivel de acuerdo es el 2, donde se obtuvo un 90% de afirmaciones donde se sienten capaces de identificar definiciones claves sobre la enfermedad neurodegenerativa, lo cual refleja un dominio conceptual. Luego sigue el ítem 4, con un 80% de respuestas positivas respecto a la capacidad de resumir evidencia científica sobre el uso de flavonoides. Sigue el ítem 5, con un 60% de las respuestas donde manifiestan estar de acuerdo o completamente de acuerdo en su habilidad para formular hipótesis comprobables, representando una mejora sustancial frente a los resultados iniciales, donde solo el 10% se sentía seguro de esta tarea. Finalmente, el ítem 3, donde se relaciona la interpretación de los resultados estadísticos, se reflejan mayores dificultades puesto que el 40% estuvo en desacuerdo con su propia capacidad para comprender datos. Esto confirma la necesidad de seguir fortaleciendo los procesos formativos. Los datos sugieren que la estrategia didáctica fortaleció la adquisición de conceptos, contribuyó en el desarrollo de la habilidad analizar y el pensamiento crítico aplicado en los contextos reales.

Para mencionar el impacto real de la unidad didáctica en el desarrollo de la habilidad investigativa analizar, se realizó un contraste entre los datos obtenidos en el diagnóstico inicial y los resultados del instrumento de salida.

Durante la caracterización de entrada, los estudiantes mostraron fortalezas en tareas de bajo nivel cognitivo, como la identificación de conceptos claves (el 86.7% se percibía hábil para reconocer conceptos claves como flavonoides, estrés oxidativo o antioxidantes) pero se observaron limitaciones en habilidades superiores: sólo el 6.7% manifestó sentirse capaz de formular hipótesis comprobables, y un 40% expresó dificultades para interpretar evidencia estadística. Este patrón refleja un dominio parcial de sus habilidades cognitivas, con alto desempeño en tareas de reconocimiento de información, pero baja capacidad para argumentar, inferir o establecer relaciones críticas, lo cual justificó el diseño de una intervención centrada en ABP.

En síntesis, estos datos permiten afirmar que hubo un avance progresivo en la estrategia didáctica en ABP con respecto al desarrollo de la habilidad analizar. La estrategia didáctica, estructurada desde problemas reales, lectura crítica, actividades de laboratorio y productos finales reflexivos, favoreció la apropiación conceptual, la capacidad de relacionar, interpretar, inferir y cuestionar con rigurosidad científica. Este avance se dio con una transformación progresiva y medible en las habilidades del pensamiento de los estudiantes, desde un perfil inicial centrado en tareas, dirigiéndonos hacia un desempeño más complejo y maduro. Este desarrollo no se dio por una acumulación de información, sino de una metodología que generó el contacto activo con el conocimiento. En este sentido, el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) no solo demostró ser pertinente, sino también efectivo para abordar debilidades detectadas en el diagnóstico inicial, potenciando una vía de desarrollo de habilidades cognitivas superiores en los estudiantes de ciencias.

CONCLUSIONES

La presente investigación permitió diseñar, implementar y evaluar una unidad didáctica basada en el enfoque de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), con el propósito de fortalecer la habilidad investigativa *analizar* en estudiantes de licenciatura en química. La propuesta se centró en el estudio de los principios bioactivos de los flavonoides y su posible acción terapéutica frente a la enfermedad de Alzheimer, lo que otorgó al proceso pedagógico un enfoque transdisciplinar, contextualizado y con proyección social, integrando varios saberes de la química.

En la fase diagnóstica inicial, se aplicó un instrumento de entrada donde se evidencia fortalezas en tareas de bajo nivel cognitivo, donde un 86,7% de los estudiantes manifestó sentir una confianza para identificar conceptos claves. Sin embargo, se evidenció limitaciones notorias en las habilidades superiores: sólo el 6,7% consideró sentirse totalmente capaces de formular hipótesis comprobables y un 40% reconoció las dificultades para interpretar evidencia estadística. Esto evidenció un dominio parcial del pensamiento crítico, una comprensión superficial del contenido y las habilidades cognitivas necesarias para una investigación auténtica, pero con vacíos en el análisis, inferencia y argumentación, lo cual justifica una posible intervención en la unidad didáctica diseñada.

La unidad didáctica se desarrolló en cuatro sesiones, en la que se articularon actividades de lectura crítica, discusión académica (mesa redonda), prácticas de laboratorio (marcha fitoquímica, espectroscopía IR), presentaciones y elaboración de V heurísticas. Esta secuencia metodológica promovió la participación activa de los estudiantes, la construcción colaborativa del conocimiento y la relación con problemas reales del entorno. A lo largo del proceso se observaron transformaciones significativas en la manera en que los estudiantes relacionaban sus ideas, pasaron de emitir afirmaciones descriptivas y aisladas a construir explicaciones complejas que integran tanto la teoría científica como la evidencia experimental y argumentos fundamentados.

El análisis comparativo entre las caracterizaciones iniciales y la evaluación final mostró unos avances claros en las cinco dimensiones de la habilidad analizar tales como: (1) apropiación conceptual; (2) precisión terminológica; (3) construcción de relaciones causales; (4) formulación de hipótesis argumentadas; y (5) metacognición. Estos avances son evidentes en las V heurísticas finales, que mostraron una organización jerárquica, uso correcto del lenguaje científico y una integración coherente de diversos conceptos, lo cual refleja apropiación conceptual, pensamiento relacional y desarrollo reflexivo.

Desde un enfoque crítico, se concluye que el desarrollo de la habilidad analizar no es un proceso espontáneo ni automático, sino que requiere de un proceso pedagógico intencionado, que desafíe cognitivamente al estudiante, le brinda herramientas para interpretar el mundo y le permita tomar decisiones fundamentadas en la evidencia obtenida. Los hallazgos de esta investigación demuestran que el pensamiento crítico puede ser enseñado, promovido y evaluado dentro de un aula, siempre y cuando se adopten metodologías que sitúen al estudiante como sujeto activo en la construcción de su conocimiento.

A pesar de los logros obtenidos, persisten desafíos necesarios para fortalecer la alfabetización estadística, la interpretación crítica de resultados numéricos y el uso básico de herramientas tecnológicas para la investigación científica. Por tanto, se sugiere que futuras propuestas didácticas integren actividades que incluyan el análisis de datos, interpretación de gráficos y aplicaciones de software científico, como parte del enfoque ABP.

En conclusión, la unidad didáctica desarrollada no sólo logró fortalecer la habilidad analizar en un contexto académico, sino que también contribuyó a la formación de futuros docentes de química con mayor capacidad argumentativa, reflexiva y ética. Esta experiencia aumentó el ABP como una metodología pedagógica transformadora, capaz de vincular el conocimiento científico con la vida real y de fomentar educadores críticos, además de desarrollar personas capaces de pensar científicamente para actuar pedagógicamente frente a los problemas de su entorno.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abeyrathne, E. D. N. S., Nam, K., Huang, X., & Ahn, D. U. (1980). Plant- and Animal-Based Antioxidants' Structure, Efficacy, Mechanisms, and Applications: A Review. *Antioxidants*, 11(5), 261–282. <https://doi.org/10.3390/ANTIOX11051025>
- Alexander, J., Solano, S., Teresa, D., Sanabria, D., Técnico, C., & De Paula, F. (2019). La enseñanza por indagación en el desarrollo de habilidades científicas. *Educación y Ciencia*, 23, 605–624. <https://doi.org/10.19053/0120-7105.EYC.2019.23.E10275>
- Artículo: Principios de la enseñanza de Barak Rosenshine - Aptus. (2019, December 5). <https://www.aptus.org/recursos-gratuitos/articulo-principios-de-la-ensenanza/>
- Arturo, C., Álvarez, M., Surcolombiana, U., De, F., Sociales, C., Humanas, Y., De Comunicación Social, P., Periodismo, Y., & Monje Álvarez, C. A. (2011). *Metodología de la investigación cuantitativa y cualitativa. Guía didáctica*.
- Bickman, L., & Rog, D. (2021). Applied Research Design: A Practical Approach. *The SAGE Handbook of Applied Social Research Methods*, 3–43. <https://doi.org/10.4135/9781483348858.N1>
- Calderaro, A., Patanè, G. T., Tellone, E., Barreca, D., Ficarra, S., Misiti, F., & Laganà, G. (2022). The Neuroprotective Potentiality of Flavonoids on Alzheimer's Disease. *Int. J. Mol. Sci*, 2022, 14835. <https://doi.org/10.3390/ijms232314835>
- Camargo, J. A., & Muñoz, J. H. (2020). Fortalecimiento de la habilidad investigativa "Análisis de problemas" en los estudiantes de noveno grado a través de ambiente virtual de aprendizaje Chamilo en el área de ciencias naturales. <https://repositorio.udes.edu.co/server/api/core/bitstreams/224ad9ff-bd99-4a0d-944b-e33168c8ad4e/content>
- Carmen Suarez, A. (2017). *Aprendizaje basado en problemas en el ciclo de profundización en química para la enseñanza del concepto densidad*. <https://manglar.uninorte.edu.co/handle/10584/7651>
- Carpio Rodríguez, A., Claudia, E., Ferrer, D., Rosmery De La, E., Rodríguez Reina, C., Blanca, L., Ferrer China, A., Elizabeth, L., & Fernández, M. (2015). Habilidades investigativas en estudiantes de medicina. Universidad de Ciencias Médicas de Sancti Spiritus. Curso 2013-2014. *Gaceta Médica Espirituana*, 17(3), 103–117. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1608-89212015000300013&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Clínica Universidad Navarra. (n.d.). *Qué es neurodegenerativo. Diccionario médico*. Retrieved July 24, 2025, from <https://www.cun.es/diccionario-medico/terminos/neurodegenerativo>
- Constanza, L., María, M., & Ariza, M. (2012). *Estrés oxidativo: origen, evolución y consecuencias de la toxicidad del oxígeno*.
- Couso, D. (2008). Las secuencias didácticas en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias: Modelos para su diseño y validación. In *Didáctica de la Física y la Química* (Caamaño, pp. 57–83). Graó.
- Díaz, M. (2006). *Metodologías de enseñanza para el desarrollo de competencias. Orientaciones para el profesorado universitario ante el Espacio Europeo de Educación Superior*. Alianza.
- Diccionario de neologismos del español actual. (n.d.). *bioactivo -va - NEOMA*. Retrieved July 24, 2025, from <https://www.um.es/neologismos/index.php/v/neologismo/1940/bioactivo-va>

- Donoso, A. (2003). La enfermedad de Alzheimer. *Revista Chilena de Neuro-Psiquiatría*, 41, 13–22. <https://doi.org/10.4067/S0717-92272003041200003>
- Escamilla Jiménez, C. I., Cuevas Martínez, E. Y., & Fonseca, J. G. (2009). Flavonoides y sus acciones antioxidantes. *Rev Fac Med UNAM*, 52(2). www.medigraphic.com
Escuela internacional de doctorado. Programa de Doctorado Nutrición y Seguridad Alimentaria. (n.d.).
- Gilberto, L., & Trueba, P. (n.d.). *Los Flavonoides: Antioxidantes o prxidantes*.
- Guevara Reyes, G., & Campirán Salazar, A. (2000). *Habilidades analíticas de pensamiento: Nivel reflexivo analítico de COL*.
- Gutteridge, J. C. M., & Halliwell, B. (1994). *Antioxidants in nutrition, health, and disease*. Oxford University Press.
- Guzmán Valle. (2015). *Universidad Nacional de Educación Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) para la educación ambiental de estudiantes de ingeniería ambiental y recursos naturales de la provincia de Abancay*.
- Helmut Sies. (2015, January 1). *Oxidative stress: a concept in redox biology and medicine*. <https://goo.su/5z6znw>
- Jaimes, L. (2017). *Propuesta metodológica para la enseñanza de la química en la Educación Media apoyada en el aprendizaje basado en problemas (ABP)*. 2(2), 6–16.
- Katzman, R. (1976). The Prevalence and Malignancy of Alzheimer Disease: A Major Killer. *Archives of Neurology*, 33(4), 217–218. <https://doi.org/10.1001/ARCHNEUR.1976.00500040001001>,
- Lasso Avendaño, J., & Frausto, M. (2021). Pensamiento crítico a partir del aprendizaje basado en problemas (PENCABP), una guía didáctica. *Revista de Investigación Científica y Tecnológica*, 5(2), 63–71. [https://doi.org/10.36003/REV.INVESTIG.CIENT.TECNOL.V5N2\(2021\)9](https://doi.org/10.36003/REV.INVESTIG.CIENT.TECNOL.V5N2(2021)9)
- Loaiza Zuluaga, Y. E., Osorio, L. D., Loaiza Zuluaga, Y. E., & Osorio, L. D. (2018). El desarrollo de pensamiento crítico en ciencias naturales con estudiantes de básica secundaria en una Institución Educativa de Pereira - Risaralda. *Diálogos Sobre Educación*, 9(16). http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-21712018000100009&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Lorenzo-Mora, A. M., Lozano-Estevan, M. del C., Ghazi, Y., González-Rodríguez, L. G., Lorenzo-Mora, A. M., Lozano-Estevan, M. del C., Ghazi, Y., & González-Rodríguez, L. G. (2023). Enfermedad de Alzheimer. Evidencia actual sobre el papel preventivo de la nutrición. *Nutrición Hospitalaria*, 40, 41–45. <https://doi.org/10.20960/NH.04954>
- Minocha, T., Birla, H., Obaid, A. A., Rai, V., Sushma, P., Shivamallu, C., Moustafa, M., Al-Shehri, M., Al-Emam, A., Tikhonova, M. A., Yadav, S. K., Poeggeler, B., Singh, D., & Singh, S. K. (2022). Flavonoids as Promising Neuroprotectants and Their Therapeutic Potential against Alzheimer's Disease. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2022(1), 6038996. <https://doi.org/10.1155/2022/6038996>
- Moraes, G. V., Jorge, G. M., Gonzaga, R. V., & Santos, D. A. dos. (2022). Potencial antioxidante dos flavonoides e aplicações terapêuticas. *Research, Society and Development*, 11(14), e238111436225–e238111436225. <https://doi.org/10.33448/RSD-V11I14.36225>
- National Institute on Aging. (2021). *La enfermedad de Alzheimer*.
- O. Cartaya, & Inés Reynaldo. (2001). *Flavonoides: Características químicas y aplicaciones*. 22. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193215009001>
- Pérez Abril Maravillas. (2017). *Estudio de la complejación de flavonoides en ciclodextrinas*.

- Poljsak, B., Šuput, D., & Milisav, I. (2013). Achieving the balance between ROS and antioxidants: When to use the synthetic antioxidants. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2013. <https://doi.org/10.1155/2013/956792>,
- Poot-Delgado, & Carlos Antonio. (2013). Retos del aprendizaje basado en problemas. *Enseñanza e Investigación En Psicología*, 18(2), 307–314. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=29228336007>
- Quintanilla Gatica, M., de la Fuente Olivares, R., Astroza Ibáñez, M. V., Lorenzo Tapia, C., & Joglar Campos, C. (2015). Indagar y modelizar el transporte celular a través de un proyecto de investigación. *La Enseñanza de Las Ciencias Naturales Basada En Proyectos. Que Es Un Proyecto y Como Trabajarlo En El Aula*, 173–197.
- Rendeiro, C., Guerreiro, J. D. T., Williams, C. M., & Spencer, J. P. E. (2012). Postgraduate Symposium: Flavonoids as modulators of memory and learning: Molecular interactions resulting in behavioural effects. *Proceedings of the Nutrition Society*, 71(2), 246–262. <https://doi.org/10.1017/S0029665112000146>,
- Sabogal-Guáqueta, A. M., Muñoz-Manco, J. I., Ramírez-Pineda, J. R., Lamprea-Rodriguez, M., Osorio, E., & Cardona-Gómez, G. P. (2015). The flavonoid quercetin ameliorates Alzheimer's disease pathology and protects cognitive and emotional function in aged triple transgenic Alzheimer's disease model mice. *Neuropharmacology*, 93, 134–145. <https://doi.org/10.1016/J.NEUROPHARM.2015.01.027>
- Saltos Bravo, M., & Vélez Álava, P. (n.d.). *Vista de Caracterización físico-química, microbiológica y funcional de los extractos de la especie albahaca morada (Ocimum Sanctum)*. Retrieved July 24, 2025, from <https://journalingeniar.org/index.php/ingeniar/article/view/13/27>
- Sánchez, D. L., & Aguilar, C. G. (2009). *Taller de Habilidades de Pensamiento Crítico y Creativo*. Servicio de Innovación Educativa Aprendizaje Basado en Problemas. (2008).
- Solis, J. C. (2023). *Diseño de instrumento tipo Likert para la evaluación de percepciones estudiantiles en entornos educativos*.
- Verkhatsky, A., & Butt, A. M. (2023). Neurodegenerative diseases. *Neuroglia*, 563–598. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-821565-4.00012-2>
- Vygotsky, L. S. (1931). *Zona de desarrollo próximo*.

ANEXOS

Anexo A. Prueba de entrada.

<i>Cuestionario de escala valorativa sobre habilidades de investigación</i>						
N°	Items.	1	2	3	4	5
1	Puedo discernir información relevante de información no relevante.					
2	Se cómo identificar sesgos o prejuicios en la información que revisó.					
3	Tengo la capacidad de evaluar la calidad de las evidencias presentadas de un estudio o fuente.					
4	Soy capaz de sintetizar información de múltiples fuentes de manera efectiva.					
5	Puedo formular conclusiones respaldadas por evidencia sólida.					

Tomada de: Solís, J.C (2023).

Anexo B. Prueba de salida.

Habilidad investigativa Instrumento de evaluación de la habilidad investigativa analizar en el contexto de los principios bioactivos.						
N°	Items.	1	2	3	4	5
1	Soy capaz de distinguir entre los diferentes mecanismos por los cuales los flavonoides pueden retardar la progresión de enfermedades neurodegenerativas.					
2	Se identificar definiciones pertinentes sobre las enfermedades neurodegenerativas (estrés oxidativo, antioxidante...)					
3	Puedes interpretar los resultados estadísticos de un estudio sobre flavonoides, como los intervalos de confianza					
4	Soy capaz de resumir las evidencias científicas que respaldan el uso de suplementos de flavonoides para mejorar la cognición en personas mayores.					
5	Puedo formular hipótesis comprobables sobre los mecanismos moleculares por los cuales los flavonoides pueden reducir el estrés oxidativo.					

Modificado de: Solís, J.C (2023)

Anexo C. Respuestas prueba de entrada.

N°	ID	Puedo discernir información relevante de información no relevante.	Se como identificar sesgos o prejuicios en la información que revisó.	Tengo la capacidad de evaluar la calidad de las evidencias presentadas de un estudio o fuente.	Soy capaz de sintetizar información de múltiples fuentes de manera efectiva.	Puedo formular conclusiones respaldadas por evidencia sólida.
1	Estudiante 1	3	3	3	3	3
2	Estudiante 2	4	3	3	3	3
3	Estudiante 3	4	3	4	4	4
4	Estudiante 4	4	4	4	4	4
5	Estudiante 5	4	4	3	3	4
6	Estudiante 6	3	2	4	4	4
7	Estudiante 7	4	3	3	5	4
8	Estudiante 8	3	4	4	3	3
9	Estudiante 9	5	4	4	5	4
10	Estudiante 10	4	4	3	4	3
11	Estudiante 11	4	3	4	4	3
12	Estudiante 12	4	4	4	4	4
13	Estudiante 13	5	4	3	4	4
14	Estudiante 14	4	4	4	4	4
15	Estudiante 15	5	4	5	5	5
16	Estudiante 16	4	5	5	4	4

Anexo D. Respuestas prueba de salida.

N°	ID	Soy capaz de distinguir entre los diferentes mecanismos por los cuales los flavonoides pueden retardar la progresión de enfermedades neurodegenerativas.	Se identificar definiciones pertinentes sobre las enfermedades neurodegenerativas (estrés oxidativo, antioxidante...)	Puedes interpretar los resultados estadísticos de un estudio sobre flavonoides, como los intervalos de confianza	Soy capaz de resumir las evidencias científicas que respaldan el uso de suplementos de flavonoides para mejorar la cognición en personas mayores.	Puedo formular hipótesis comprobables sobre los mecanismos moleculares por los cuales los flavonoides pueden reducir el estrés oxidativo.
1	Estudiante 1	3	4	3	4	4
2	Estudiante 2	5	5	4	4	5
3	Estudiante 3	3	4	2	4	2
4	Estudiante 4	4	4	3	3	4
5	Estudiante 5	3	3	2	4	3
6	Estudiante 6	4	4	3	4	4
7	Estudiante 7	3	4	2	4	3
8	Estudiante 8	4	5	4	3	3
9	Estudiante 9	4	5	4	4	4
10	Estudiante 10	2	4	2	5	5

Anexo E. Evidencia fotográfica sesión 2 y 3.

Figura 3. Evidencia de las prácticas de laboratorio



Nota: Elaboración propia

Anexo F. Rúbrica de evaluación (sesión 4).

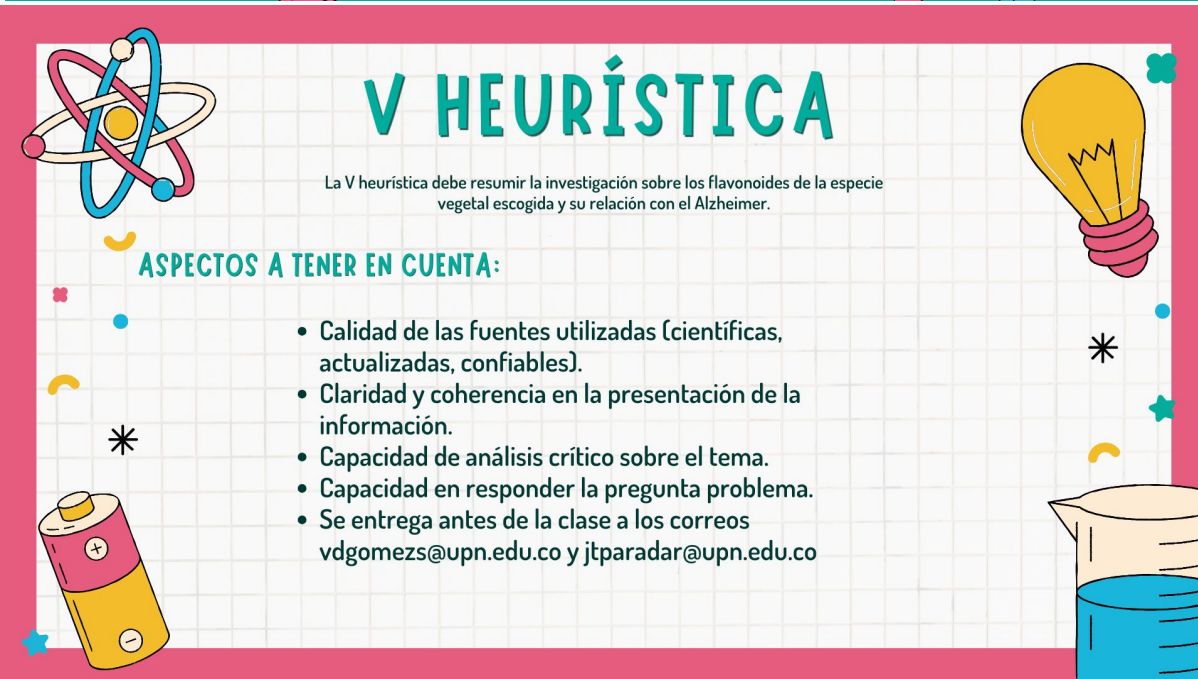
Criterios de evaluación	Excelente	Bueno	Aceptable	Bajo
Comprensión del tema	El estudiante demuestra una comprensión profunda y clara del tema. Puede analizar en detalle los diferentes aspectos y relaciones.	El estudiante demuestra una comprensión adecuada del tema. puede identificar los principales aspectos y relaciones.	El estudiante demuestra una comprensión básica del tema. puede identificar algunos aspectos y relaciones	El estudiante demuestra una comprensión limitada del tema. No logra identificar los principales aspectos y relaciones
Análisis crítico	El estudiante realiza un análisis crítico exhaustivo del tema, identificando fortalezas, debilidades y posibles mejoras.	El estudiante realiza un análisis crítico adecuado del tema, identificando algunas fortalezas, debilidades y posibles mejoras.	El estudiante realiza un análisis crítico básico del tema, identificando algunas fortalezas o debilidades, pero sin profundizar.	El estudiante no logra realizar un análisis crítico del tema. No identifica fortalezas, debilidades ni posibles mejoras.
Uso de evidencia y argumentación	El estudiante utiliza una amplia variedad de evidencias relevantes y argumenta de forma sólida y convincente.	El estudiante utiliza evidencias relevantes y argumenta de forma coherente y clara.	El estudiante utiliza algunas evidencias relevantes y argumenta de forma básica.	El estudiante no utiliza evidencias relevantes ni argumenta de forma clara.
Originalidad y creatividad	El estudiante presenta ideas originales y creativas, aportando nuevas perspectivas al análisis del tema.	El estudiante presenta ideas en su mayoría originales y creativas, aportando nuevas perspectivas al análisis del tema.	El estudiante presenta ideas en su mayoría convencionales y poco creativas	El estudiante no presenta ideas originales ni creativas.

Tomada de: RUBRIK de edutekaLab.



CRITERIOS DE EVALUACIÓN

FECHA DE ENTREGA: JUEVES 10 DE ABRIL



V HEURÍSTICA

La V heurística debe resumir la investigación sobre los flavonoides de la especie vegetal escogida y su relación con el Alzheimer.

ASPECTOS A TENER EN CUENTA:

- Calidad de las fuentes utilizadas (científicas, actualizadas, confiables).
- Claridad y coherencia en la presentación de la información.
- Capacidad de análisis crítico sobre el tema.
- Capacidad en responder la pregunta problema.
- Se entrega antes de la clase a los correos vdgomezs@upn.edu.co y jtparadar@upn.edu.co

* V HEURÍSTICA (DISEÑO)

CONCEPTUAL

Pensamiento

7) Teoría

¿Por qué sucede?

Explicarlo de manera razonada si hace falta utilizar modelos mentales de los fenómenos y objetos

5) Principios

¿Cómo sucede el fenómeno?

¿De qué manera funciona?
Argumentar a partir de las regularidades observadas

3) Conceptos relacionados

¿Cuáles son los conceptos claves involucrados?

Palabras que representan los fenómenos y objetos importantes.

PREGUNTA CLAVE

2) ¿Qué quiero conocer?

METODOLOGÍA

Acción

8) Conclusión

¿Qué puedo afirmar?

Conclusiones extraídas de los datos y sus transformaciones

6) Registro y Transformación de Datos

¿Qué mido directamente?

Cálculos y representaciones gráficas y/o tablas realizadas a partir de los datos

4) Procedimiento

¿Que cambios introduzco para observar el fenómeno?

Pasos seguidos para realizar la experiencia.

1) Fenómenos, objetos o acontecimiento a observar o estudiar

¿Qué fenómeno o acontecimiento estudio u observo?

Objetos que utilizo y como los dispongo

Tomado de: Porras Y. (2024)

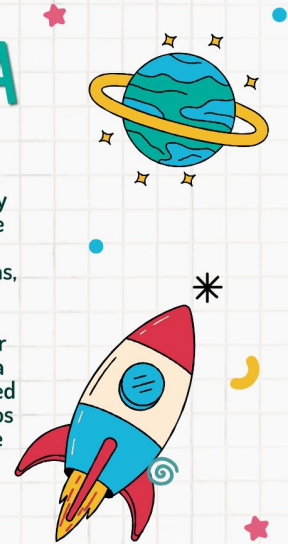
* SITUACIÓN PROBLEMA

Hace un año, Rosa de 68 años, fue diagnosticada con Alzheimer en una consulta médica después de que su familia observa algunos cambios preocupantes en su comportamiento. Al principio, usted como niet@ y Armando su tío, pensaban que eran olvidos de la edad, como perder las llaves, no recordar que iba a realizar, confundir fechas, confundir nombres. Sin embargo, con el tiempo, su abuela comenzó a repetir las mismas preguntas constantemente, olvidar nombres de los familiares y hasta llegar a perderse en su vecindario.

Usted y Armando la llevaron al neurólogo, quien, tras varias pruebas cognitivas y estudios médicos como: pruebas de estado mental, pruebas neuropsicológicas (cognitivas, funcionales y conductuales), imágenes por tomografía computarizada, RMN (resonancia Magnética) y prueba de líquido cefalorraquídeo. Lo cual confirmó que Rosa tenía Alzheimer en una fase temprana. Aunque la noticia fue difícil y preocupante, usted y su familia se comprometieron a cuidarla y buscar soluciones para mejorar su calidad de vida.

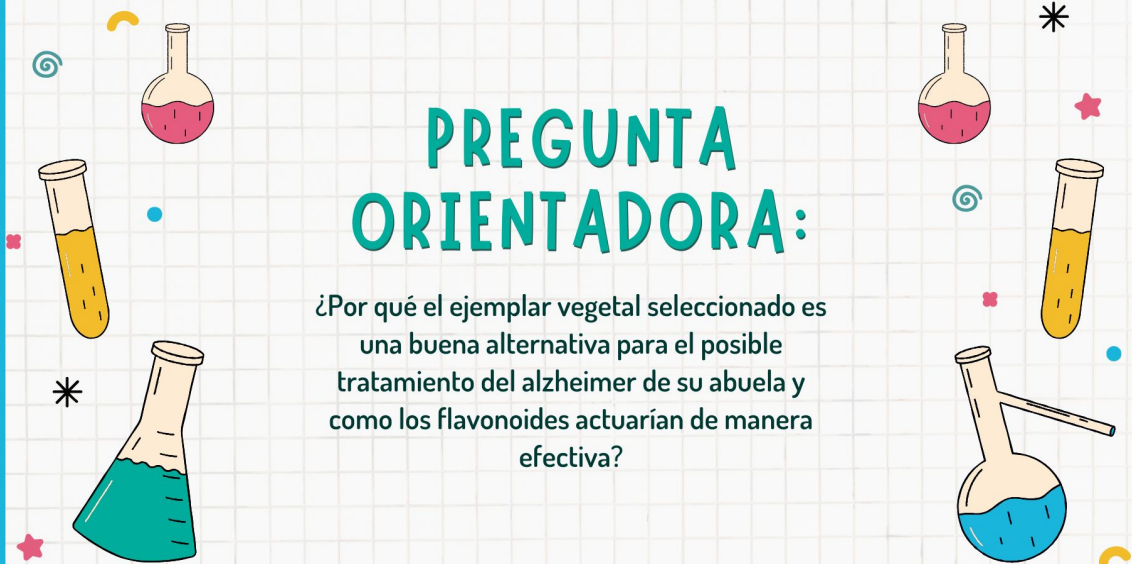
SITUACIÓN PROBLEMA

Usted es estudiante de química de la universidad, está en el semestre donde debe seleccionar su tesis. Al pasar por esta situación difícil con su abuela decide buscar posibles tratamientos naturales para el Alzheimer y ayudarla. Comienza buscando información, leyendo e investigando sobre antioxidante, antiinflamatorio, estrés oxidativo, flavonoides y Alzheimer. En su búsqueda encontró que los flavonoides presentes en algunas plantas, podrían tener efectos neuroprotectores por la estructura de este compuesto. Queriendo ayudar a su abuela para que pueda conservar un poco más su independencia por el mayor tiempo posible, decidió estudiar cómo extraer estos compuestos de manera efectiva para desarrollar una alternativa complementaria al tratamiento médico. Por consiguiente, usted realiza un proceso de extracción adecuado para obtener estos compuestos que permita desarrollar una alternativa viable para mejorar la calidad de vida y reducir la dependencia en la familia.



PREGUNTA ORIENTADORA:

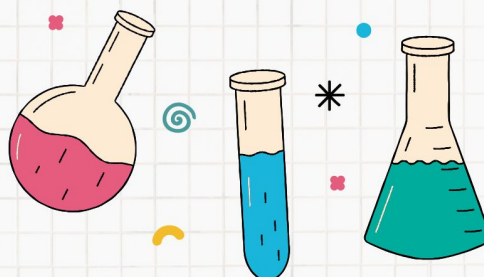
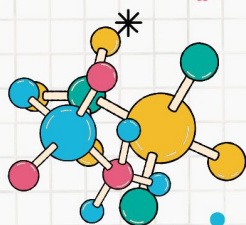
¿Por qué el ejemplar vegetal seleccionado es una buena alternativa para el posible tratamiento del Alzheimer de su abuela y como los flavonoides actuarían de manera efectiva?



02 PRESENTACIÓN ORAL

A continuación tendrá los criterios de evaluación:

- Análisis de muestras vegetales y prácticas de laboratorio.
- Evaluar la capacidad en la realización correcta de la marcha fitoquímica y análisis de espectroscopia infrarroja (I.R).
- Se evalúa la claridad, el rigor científico y la habilidad para defender la propuesta ante la clase.



RECUERDE:

- Cada grupo presentará su propuesta de tratamiento ante la clase y explicará los hallazgos encontrados, así como la viabilidad basándose en los laboratorios experimentales realizados.
- Asimismo, entregaran una reflexión sobre el proceso de aprendizaje, sus aportes y lo que han aprendido sobre el Alzheimer y los tratamientos alternativos.

Elaboración propia: Rúbrica de evaluación sesión 4.

Anexo G. Rúbrica de evaluación prueba de entrada y de salida.

Prueba de entrada.

Ítem	Indicador evaluativo	1: Completamente en desacuerdo	2: En desacuerdo	3: Ni en desacuerdo ni de acuerdo	4: De acuerdo	5: Completamente de acuerdo.
1	Puedo discernir información relevante de información no relevante.	No reconoce qué información es relevante.	Tiene dificultad frecuente para distinguirla.	A veces logra diferenciarla, pero no siempre.	Generalmente distingue bien la información relevante.	Siempre identifica claramente lo relevante y desecha lo innecesario.
2	Se como identificar sesgos o prejuicios en la información que revisó.	No sabe detectar sesgos ni lo considera importante	Le cuesta identificar sesgos o no los reconoce del todo.	Tiene una idea general, pero sin aplicación clara.	Reconoce y analiza la presencia de algunos sesgos.	Identifica y comprende con claridad los sesgos o prejuicios.
3	Tengo la capacidad de evaluar la calidad de	No se siente capaz de evaluar evidencia.	A menudo no sabe cómo hacerlo.	Tiene una comprensión parcial del análisis de	Suele evaluar la calidad de las	Evalúa de forma sólida y crítica la calidad de

	las evidencias presentadas de un estudio o fuente.			evidencias.	evidencias con algún criterio	las evidencias.
4	Soy capaz de sintetizar información de múltiples fuentes de manera efectiva.	No logra integrar información de varias fuentes.	Tiene dificultades para resumir o unificar ideas.	Puede sintetizar parcialmente, pero con poca profundidad.	Integra información de varias fuentes con cierta efectividad.	Sintetiza con claridad, coherencia y profundidad la información.
5	Puedo formular conclusiones respaldadas por evidencia sólida.	No puede formular conclusiones con base en evidencia.	Sus conclusiones suelen carecer de fundamento sólido.	Formula conclusiones básicas con apoyo parcial en datos.	Formula conclusiones bien razonadas en la mayoría de los casos.	Siempre elabora conclusiones sólidas y bien respaldadas por la evidencia.

Prueba de salida

Ítem	Indicador evaluativo	1: Completamente en desacuerdo	2: En desacuerdo	3: Ni en desacuerdo ni de acuerdo	4: De acuerdo	5: Completamente de acuerdo.
1	Soy capaz de distinguir entre los diferentes mecanismos por los cuales los flavonoides pueden retardar la progresión de enfermedades neurodegenerativas.	No reconoce los mecanismos o los confunde.	Tiene una noción imprecisa o limitada de los mecanismos.	Muestra conocimiento parcial o inseguro.	Reconoce algunos mecanismos con claridad.	Identifica con precisión y confianza los diferentes mecanismos.
2	Se	No puede	Reconoce	Tiene	Domina	Identifica y

	identificar definiciones pertinentes sobre las enfermedades neurodegenerativas (estrés oxidativo, antioxidante...)	definir términos científicos claves.	algunos, pero con errores o incompletos.	definiciones generales sin profundidad.	definiciones básicas correctamente.	comprende con exactitud los conceptos pertinentes.
3	Puedes interpretar los resultados estadísticos de un estudio sobre flavonoides, como los intervalos de confianza	No comprende los datos ni los interpreta.	Tiene dificultades para interpretar resultados correctamente.	Entiende algunos aspectos, como el concepto de intervalo, pero no su aplicación.	Interpreta resultados con cierto grado de comprensión.	Interpreta correctamente resultados e indicadores estadísticos clave.
4	Soy capaz de resumir las evidencias científicas que respaldan el uso de suplementos de flavonoides para mejorar la cognición en personas mayores.	No sabe identificar o resumir evidencia científica.	Tiene dificultad para organizar información científica.	Sintetiza evidencia parcialmente o de forma poco clara.	Resume de forma comprensible las evidencias más relevantes.	Sintetiza eficazmente las evidencias científicas con claridad y profundidad.
5	Puedo formular hipótesis comprobables sobre los mecanismos	No formula hipótesis o lo hace sin fundamento.	Formula ideas vagas sin posibilidad de comprobación	Formula hipótesis básicas pero poco estructuradas.	Formula hipótesis coherentes y fundamentadas.	Formula hipótesis claras, científicas y comprobables.

	os moleculare s por los cuales los flavonoide s pueden reducir el estrés oxidativo.		científica.			
--	---	--	-------------	--	--	--

Anexo H. Resultados V heurísticas estudiantes Énfasis Didáctico II

GRUPO 1.



UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA
NACIONAL
Universidad de Educadores

Facultad de Ciencia y Tecnología – Departamento de Química
Enfasis Disciplinar II
Rodrigo Rodríguez Cepeda
Brayan Cantor, Duván Ortiz, Jessica Parada
Bogotá D.C., martes, 22 de abril 2025

OCIMUM SANCTUM: ALBAHACA MORADA HIDROALCOHÓLICA

Teoría – ¿Por qué sucede?

- **Fenoles:** Positivos, ya que los fenoles que contiene la albahaca reacciona con el cloruro férrico, se forma un complejo de coordinación entre el Fe^{3+} y el oxígeno del grupo fenol. Por eso la coloración azul o violeta oscura.
- **Alcaloides (Drangedorff):** El reactivo contiene el complejo tetrayodobismutato (I) y al reaccionar con bases nitrogenadas, se forma el color naranja precipitado.
- **Saponinas:** Al agitarse en agua sus grupos polares y no polares interactúan con agua y aire, formando espumas.
- **Flavonoides:** Tienen múltiples grupos OH aromáticos, lo que reaccionan en medio alcalino o ácido.
- **Aminoácidos libres:** El ácido nítrico reacciona con anillos aromáticos de los aminoácidos libres formando el grupo nitro (NO_2), el NaOH cambia el pH formándolo naranja

Principios - ¿Cómo sucede este fenómeno?

- Las pruebas positivas indican la presencia de un grupo funcional en especial o compuestos, por ejemplo: fenoles, flavonoides, saponinas.
- La espectroscopía por infrarrojo permite identificar los enlaces químicos específicos, es decir, grupos funcionales característicos.
- Metabolismos secundarios, que están asociados a propiedades antioxidantes, lo que puede estar vinculado a la prevención del daño neuronal.

Conceptos relacionados – Conceptos claves relacionados.

Metabolismos secundarios, fitoquímica, extracción rotavapor, pruebas cualitativas, espectroscopía infrarroja, actividad antioxidante y neuro protectora.

¿Cuál es la relación entre los compuestos fitoquímicos presentes en el extracto de la albahaca morada y su potencial efecto sobre enfermedades neurodegenerativas como el Alzheimer?

Conclusiones

- El extracto de albahaca morada contiene compuestos bioactivos como fenoles, flavonoides, alcaloides y saponinas, lo cual se confirma por pruebas químicas positivas e infrarrojo.
- Según literatura científica, estos compuestos son reportados como neuro protectores y antioxidantes, lo cual existe una relación entre la prevención del estrés oxidativo.
- La albahaca cumple con características iniciales para prevenir el estrés oxidativo gracias a sus pruebas cualitativas realizadas, gracias a ello, se podrían realizar investigaciones más profundas para confirmar el uso de la albahaca para enfermedades neuro degenerativas.
- El porcentaje de oleoresina de la albahaca es de 7,64 % lo cual indica que se realizó una correcta extracción, se debe a un buen estado de la materia prima, selección del disolvente y extracción optimizada. Es decir, es buena para aplicaciones industriales, farmacéuticas, industria alimentaria

Registro de datos

- Ver tabla 1 de la página 5.
- Porcentaje de oleoresina:

$$W_0 = 6,451 \text{ g}$$

$$W_{\text{beaker}} = 51,832 \text{ g}$$

$$W_{\text{promedio Beaker+muestra}} = 52,325 \text{ g}$$

$$W_{\text{residuo}} = 52,325 \text{ g} - 51,832 \text{ g} = 0,493$$

$$\% \text{ Oleoresina} = \frac{\text{peso del residuo (g)}}{\text{peso de muestra (g)}} \times 100 \rightarrow \frac{0,493 \text{ g}}{6,451 \text{ g}} \times 100 = 7,64 \%$$

Procedimiento

Ver figuras de la 1-8 de la página 2, 3 y 4.

6. Registro de datos

Tabla 1

Pruebas realizadas con resultado positivo/negativo

Pruebas a realizar	Resultado
Fenoles	✓
Alcaloides Dragendorff	✓
Alcaloides Mayer	✗
Saponinas	✓
Flavonoides	✓
Azúcares reductores	✗
Aminoácidos libres	✓
Carbohidratos (Molish)	✗
Cumarinas	✗

Referencias bibliográficas

Espinosa-Leal, C., Treviño-Neávez, J. F., Garza-Padrón, R. A., Verde-Star, M. J., Rivas-Morales, C., Morales-Rubio, M. E. (2015). Contenido de fenoles totales y actividad antirradical de extractos metanólicos de la planta silvestre y cultivada in vitro de *Leucophyllum frutescens*. *Revista mexicana de ciencias farmacéuticas*, 46(3), 52-56. <https://www.redalyc.org/pdf/579/57945705005.pdf>

Foy Valencia, E., Mac Donald, D., Cuyos, M., Dueñas, R. (2005). Extracción, identificación y evaluación de saponinas en *Agaricus bisporus*. *Biotempo* 2005, 5, 31-36. <https://revistas.urp.edu.pe/index.php/Biotempo/article/download/989/805/1958>

Soto Vásquez, M. R. (2015). Estudio fitoquímico y cuantificación de flavonoides totales de las hojas de *Piper peltatum* L. y *Piper aduncum* L. procedente de la región Amazonas. *UCV - Scientia*, 7(2), 135-140. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6181512.pdf>

Varfas Mamani, J. J. (2024). El reactivo de Dragendorff: origen, historia e importancia. *Revista Médica Basadrina*, 18(1), 52-57. <https://revistas.unjbg.edu.pe/index.php/rmb/article/download/2104/2228/8157>

GRUPO 2.

V-Heurística

Flavonoides en el toronjil y Alzheimer

Bernal Stephania, Gayón Andres y Hernandez Maria Alejandra.

PARTE CONCEPTUAL

Pregunta Clave
¿Cuáles son las características fitoquímicas que posee el extracto de toronjil y que capacidad tiene para combatir las enfermedades neurodegenerativas?

PARTE METODOLOGICA

TEORIAS
TEORIAS

Teoría del estrés oxidativo: Desequilibrio que ocurre en el organismo cuando hay más producción de radicales libres (especies reactivas de oxígeno o nitrógeno) que la capacidad del cuerpo para neutralizarlos. Por ejemplo, con antioxidantes naturales, como los flavonoides.

Modulación enzimática: Plantea que ciertos compuestos bioactivos como los flavonoides, pueden interactuar con enzimas del, uniéndose al sitio activo, para inhibirlas, activarlas o regular su actividad, afectando así procesos bioquímicos clave en el cuerpo.

Neuro protección por Modulación de receptores: sostiene que el cerebro posee proteínas llamadas Receptores, que reciben señales químicas transmitidas en respuestas, en la neuro protección los compuestos bioactivos pueden modular la actividad y generar beneficios en la función cerebral.

CONCLUSIÓN

Con base en la práctica realizada y en la literatura el extracto de toronjil posee compuestos fitoquímicos como flavonoides, ácido rosmarínico, citral y eugenol, dicha respuesta se argumenta con los resultados de la Tabla 2, en la cual se refleja como prueba positiva el análisis de alcaloides, aminoácidos libres y cumarinas, que le otorgan propiedades antioxidantes, antiinflamatorias, anticolinesterásicas y ansiolíticas. Estas características hacen que sea una alternativa natural con potencial neuro protector para combatir enfermedades neurodegenerativas como el Alzheimer.

Sin embargo, según la prueba realizada con IR se puede llegar a manifestar la ausencia de enlace -OH indicando la no presencia fenólica directa, lo cual con la prueba de determinación de fenoles es negativa con una tendencia de presencia de taninos (formas cíclicas compuestas con grupos funcionales -OH), con esto en mente deberá considerarse un método diferente de extracción y análisis para conservar los métodos de extracción, ya que aspectos como el secado afectan en gran medida y uso

V-Heurística

Flavonoides en el toronjil y Alzheimer

Bernal Stephania, Gayón Andres y Hernandez Maria Alejandra.

PRINCIPIOS:

Tabla 1

Principios químicos aplicados - Laboratorio de flavonoides

Técnica / Ensayo	Principio Químico	Explicación
Tamizaje fitoquímico	Reactivos ácido-base, fenoles, reactivos secundarios	Basado en reacciones ácido-base, complejación, oxidación-reducción, y precipitación. Se utilizan reacciones de color para detectar grupos funcionales.
Cloruro Férrico (FeCl ₃)	Formación de complejos: Fenoles	Formación de complejos con grupos -OH fenólicos. El ion Fe ³⁺ actúa como agente complejante.
Ensayo de Shinoda	Reactivos REDOX: Flavonoides	Reacción de reducción: el magnesio reduce los flavonoides en medio ácido, generando compuestos colorados por conjugación extendida.
Reactivo de Benedict	Principio: Azúcares reductores	Reacción redox: los azúcares reducen Cu ²⁺ (azul) a Cu ⁺ (óxido cuproso rojo).
Reactivo de Molisch	Condensación: Carbohidratos	Deshidratación por ácido → furfural, que se condensa con α-naftol → anillo púrpura.
Reactivo de Dragendorff	Principio: Alcaloides-Alcaloides	Reacción de condensación. Formación de complejos insolubles entre bases nitrogenadas y el reactivo Dragendorff.
Reactivo de Mayer	Substancias: Alcaloides	Formación de sales insolubles entre alcaloides y el complejo HgI ₂ . Precipitación por interacción iónica.
Extracción Soxhlet	Componentes apolares (grasa, aceites)	Difusión basada en el principio de solubilidad "lo semejante disuelve a lo semejante".
Cálculo de % de oleoresina	Conservación de la masa: Oleoresinas	Difusión-extracción por refugio continuo. Principio de conservación de masa. El residuo seco representa los componentes extraídos después de la evaporación del disolvente.

de hexano, puesto que la parte teórica implica el eugenol como uno de los componentes más relevantes.

Es así como, debido a los posibles errores metodológicos, se presenta la propuesta de hacer un tratamiento de muestra por medio de maceración con etanol a temperatura ambiente y posterior filtrado, con esto los compuestos termolábiles como los flavonoides no se ven degradados como en la práctica trabajada, se garantiza la obtención del principio activo en las mejores condiciones y sin perder sus propiedades.

REGISTRO Y TRANSFORMACIONES:

En primer lugar, los resultados de las pruebas fitoquímicas realizadas se reflejan en la tabla 2 con sus respectivas imágenes, allí mencionadas.

Por otro lado, es necesario mencionar el cálculo para análisis de oleoresinas, del cual se parte de toma de muestra de 4 gramos y 0,1688 gramos que hacen parte del residuo de aceite que se obtuvo.

De esta manera el valor calculado corresponde a la Ecuación 1.

$$\%Oleoresina = \frac{0,1688g}{4,000g} * 100$$

$$\%Oleoresina = 4,22\%$$

Ecuación 1

Por otra parte, el análisis de IR, realizado según la información proporcionada se refleja en los anexos, como figura 10. De la cual se pueden resaltar los siguientes puntos con sus respectivos análisis.

3370: dudosa presencia de -OH por banda ancha con baja intensidad.

2918 y 2848: nos indica estiramiento entre C-H.

V-Heurística

Flavonoides en el toronjil y Alzheimer

Bernal Stephania, Gayón Andres y Hernandez Maria Alejandra.

CONCEPTOS:

Flavonoides: se comprende como un fitonutriente, químico de origen vegetal, que se encuentra en frutas, verduras y especias. Su principal comportamiento y utilidad humana gira en torno a sus propiedades antioxidantes, antiinflamatorias, anti mutagénicas y anticancerígenas, los cuales tienen un papel crucial en el sistema inmunológico (BBC, 2019). Su funcionalidad en los vegetales se dirige al crecimiento y defensa contra plagas, y en las frutas, cumplen su papel en los pigmentos florales, aroma, germinación y crecimiento (NIH, 2016).

Toronjil: Hace parte de la familia *Melissa officinalis* en términos médicos tradicionales se caracteriza por solucionar problemas digestivos y proporcionar relajación y alivio de ansiedad y el nerviosismo (Castillero Mimenza, 2019). Al revisar la composición química resaltan aspectos como el eugenol y cariofileno (Acevedo, et al., 2013).

Enfermedad neurodegenerativa: este tipo de enfermedades se caracteriza por la afección al sistema nervioso que se puede generar, donde entre las características principales es la muerte progresiva en

2100: Posible presencia de C≡N o C≡C.

1734 y 1867: Puede responder a estiramiento de C=O, de algunos derivados de grupo carbonilo o ésteres, aldehídos y/o cetonas.

1458 y 1544: Estiramiento de C=C en aromáticos o N=H.

1371 y 1251: Vibración C-O de ésteres o alcoholes.

1039: estiramiento C-O-C y/o enlace C-N.

719: Vibraciones de aromáticos.

(Rojo Callejas, s.f.)

PROCEDIMIENTOS

Pasos por seguir

Montaje Soxhlet- Anexo 1

Extracción del solvente - Anexo 2

Determinación del contenido- Anexo 3

Presencia de fenoles- Anexo 4

Presencia de alcaloides, Dragendorff - Anexo 5

Presencia de alcaloides, Prueba de Mayer- Anexo 5

Prueba de espuma (saponinas)- Anexo 6

Ensayo de Shinoda, flavonoides- Anexo 7

Prueba Benedict, azúcares reductores- Anexo 8

Aminoácidos libres, Xantoproiteica- Anexo 9

Carbohidratos, reactivo Molisch- Anexo 10

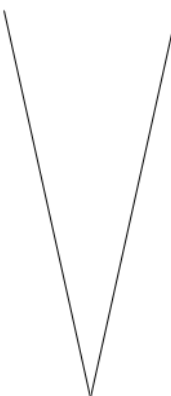
Cumarinas- Anexo 11

V-Heurística

Flavonoides en el toronjil y Alzheimer

Bernal Stephania, Gayón Andres y Hernandez Maria Alejandra.

las neuronas y sus conexiones (Neuron UP, s.f.). Muchas de las enfermedades neurodegenerativas tienen un historial familiar como Alzheimer o Parkinson, y, por otro lado, también poseen alteraciones por factores externos como la exposición a toxinas, estrés oxidativo, etc (Neuron, s.f.). **Alzheimer:** es una enfermedad que genera un desorden neurodegenerativo cuyas características es un descenso en las funciones cognitivas, pérdida de memoria y cambios de personalidad. Donde neuronalmente se genera una pérdida de la sinapsis y presencia de placas seniles extracelulares y otras, dentro de la corteza cerebral y en el hipocampo. Además de algunas deposiciones amiloideas fibrilares en los vasos cerebrales que es la causa principal de la patogénesis de la enfermedad, además de la generación de un aumento en el estrés oxidativo aumentado, respuestas inflamatorias amplificadas y un desorden de la homeostasis de calcio. (Carvajal Carvajal, 2016).



Fenomenos, objetivos o acontecimientos a observar y estudiar

Observación del contenido fitoquímico del extracto de toronjil, identificación de grupos funcionales en el extracto vegetal, comparación de los resultados obtenidos con la teoría fitoquímica y neurobiológica existente

V-Heurística

Flavonoides en el toronjil y Alzheimer

Bernal Stephania, Gayón Andres y Hernandez Maria Alejandra.

Tabla 2

Resultados de pruebas fitoquímicas. (Elaboración propia, 2025)

Analisis	Positivo	Negativo	Anexo
Fenoles		✓=Taninos	Figura 1
Alcaloides	Dragendorff	✓	Figura 2
	Mayer	✓	Figura 3
Saponinas		✓	Figura 4
Flavonoides		✓	Figura 5
Azucares reductores		✓	Figura 6
Aminoacidos libres	✓		Figura 7
Carbohidratos		✓	Figura 8
Cumarinas	✓		Figura 9

V-Heurística

Flavonoides en el toronjil y Alzheimer

Bernal Stephania, Gayón Andres y Hernandez Maria Alejandra.

Figura 1. Análisis de fenoles, resultado para taninos.

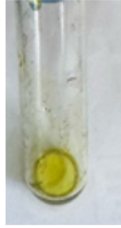


Figura 2. Análisis de Alcaloides Dragendorff, resultado positivo.

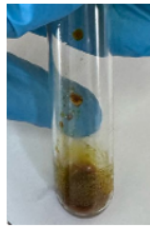


Figura 3. Análisis de Flavonoides resultado negativo.



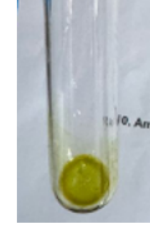
Figura 4. Análisis de saponinas, resultado negativo.



Figura 5. Análisis de Flavonoides resultado negativo.



Figura 6. Análisis de azúcares reductores, resultado negativo.



V-Heurística

Flavonoides en el toronjil y Alzheimer

Bernal Stephania, Gayón Andres y Hernandez Maria Alejandra.

Figura 7. Análisis de aminoácidos libres, resultado positivo.



Figura 8. Análisis de azúcares reductores, resultado negativo.



Figura 9. Análisis de cumarinas, resultado positivo.

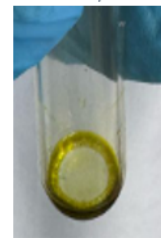
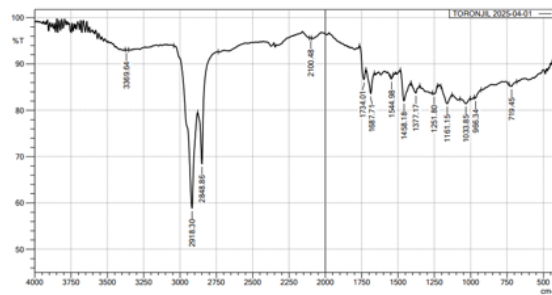


Figura 10. Espectro IR para muestra de toronjil.



V-Heurística

Flavonoides en el toronjil y Alzheimer

Bernal Stephania, Gayón Andres y Hernandez Maria Alejandra.

Referencias

- Acevedo, D., Navarro, M., y Montero, P. (2013). Composición Química del Aceite Esencial de las Hojas de Toronjil (*Melissa officialis* L.). *Información tecnológica*, 24(4), 49-54. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642013000400006>
- BBC. 14 de agosto de 2019. Qué son los flavonoides, por qué son buenos y en que alimentos los puedes encontrar.
- Cano, M. (2024). Neuroprotección: definición, mecanismos y estrategias terapéuticas – NeuroAIDTM. NeuroAIDTM. <https://neuroaid.com/es/neuroproteccion/>
- Carvajal Carvajal, C. (2016). Biología molecular de la enfermedad de Alzheimer. *Medicina Legal de Costa Rica*, 33(2), 104-122. Retrieved April 07, 2025, from http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1409-00152016000200104&lng=en&tlng=es.
- Khan Academy. (s. f.). <https://es.khanacademy.org/science/ap-biology/cellular-energetics/environmental-impacts-on-enzyme-function/a/enzyme-regulation>
- León Regal, Milagros, Cedeño Morales, Raúl, Rivero Morey, Rodolfo, Rivero Morey, Jeisy, García Pérez, Diana, & Bordón González, Leissay. (2018). La teoría del estrés oxidativo como causa directa del envejecimiento celular. *MediSur*, 16(5), 699-710.
- National Library of Medicine (NIH). 29 de diciembre de 2016. Flavonoids: an overview. PubMed. Central.
- Neuron. (s.f.) Enfermedades Neurodegenerativas: Causas, síntomas y prevención. Recuperado el 7 de abril de 2025 en <https://neuronrehab.es/que-tratamos/enfermedades-neurodegenerativas/>
- Neuron Up. (s.f.) Enfermedades neurodegenerativas. Recuperado el 7 de abril de 2015 en <https://neuronup.com/neurorehabilitacion/enfermedades-neurodegenerativas/>
- Oscar Castillero Mimenza. (2019, septiembre 11). Toronjil: qué es, beneficios y usos de esta planta medicinal. Portal Psicología y Mente. <https://psicologiymente.com/salud/toronjil>.
- Rojo Callejas, F. (s.f.) Tabla de espectroscopia Infrarroja. Recuperado el 7 de abril del 2025.

GRUPO 3.

Albahaca Morada: Antioxidantes y Alzheimer

Laura Elena Heredia Gálvez
Licenciada en química, 2023-1

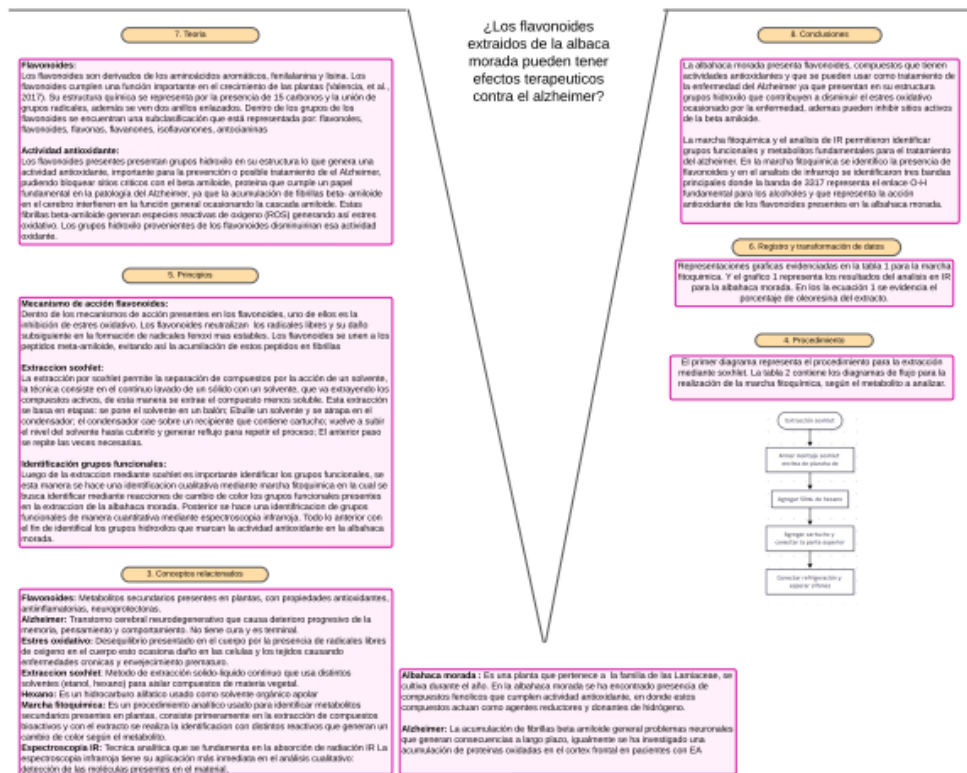

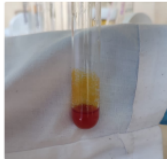
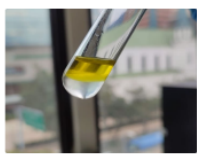
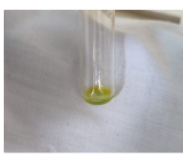




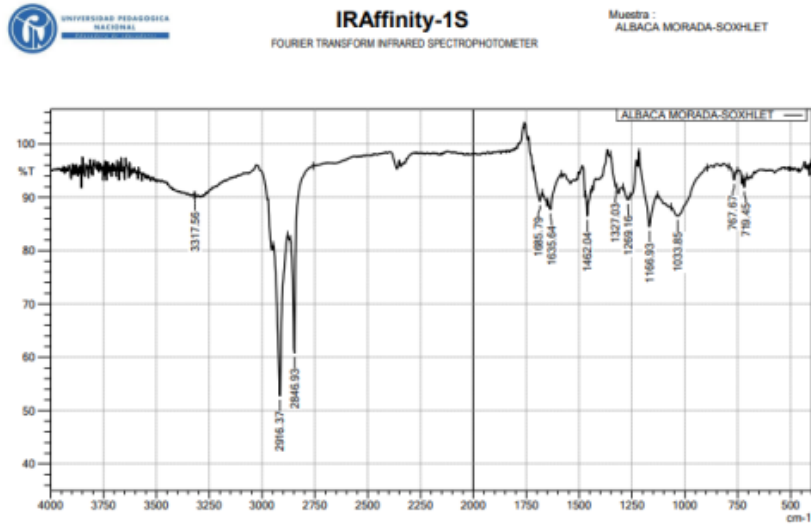


Tabla 1.

Fenoles	Alcaloides	Saponinas	Azúcares reductores
			
Resultado: Positivo	Resultado: Positivo	Resultado: Positivo	Resultado: Negativo
Aminoácidos libres	Cumarcinas	Carbohidratos	Flavonoides
			
Resultado: Positivo	Resultado: Positivo	Resultado: Positivo	Resultado: Positivo

Gráfica 1



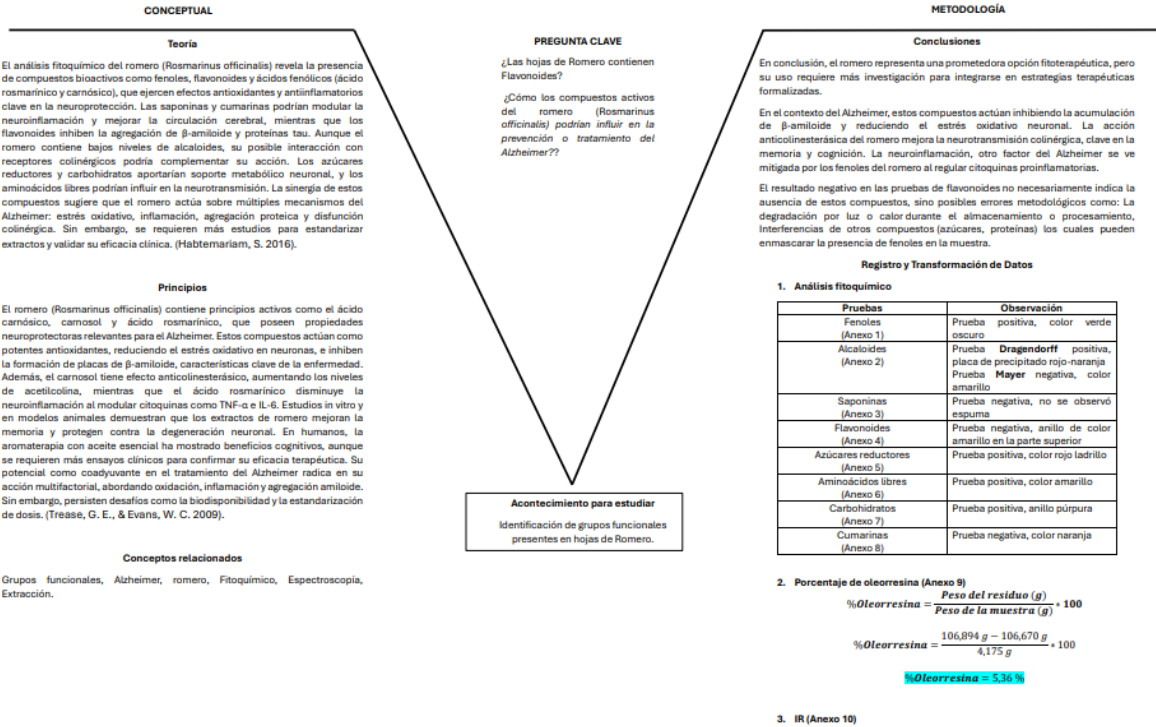
Ecuación 1. Porcentaje de oleoresina

$$\% \text{ oleoresina} = \frac{0.3048}{4.001} \cdot 100$$

$$\% \text{ oleoresina} = 7.618\%$$

Bibliografía


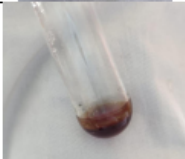
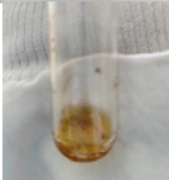
- Sale S, Jayaraman A, Chapkin RS, Howard M, Mohankumar K, Shresha R. Flavonoids: structure-function and mechanisms of action and opportunities for drug development. *Toxicol Res.* 2021 Jan 20;37(2):147-162. doi: 10.1007/s43188-020-00080-z. PMID: 33868973; PMCID: PMC8207071.
- Minocha T, Birla H, Obaid AA, Rai V, Sushma P, Shivamallu C, Moustafa M, Al-Shehri M, Al-Emam A, Tikhonova MA, Yadav SK, Pöeggeler B, Singh D, Singh SK. Flavonoids as Promising Neuroprotectants and Their Therapeutic Potential against Alzheimer's Disease. *Oxid Med Cell Longev.* 2022 Aug 28;2022:6038996. doi: 10.1155/2022/6038996. PMID: 36071869; PMCID: PMC941372.
- Rukmangadachar LA, Boliu PC. Peptido beta amiloide. [Actualizado el 28 de agosto de 2023]. En: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; enero de 2025. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK459119/>
- Jimenez, F., Navarro, H., Perata, L., Walsh, T. (2009). Estrés oxidativo y enfermedad de Alzheimer. *Revista NEUROL.*, 42(6). Pág 419-427
- Salto, M., Velez, P. (2019). Caracterización fisicoquímica, microbiológica y funcional de los extractos de la especie albahaca morada. *Revista INGENIAR.* 2(4).



ANEXOS

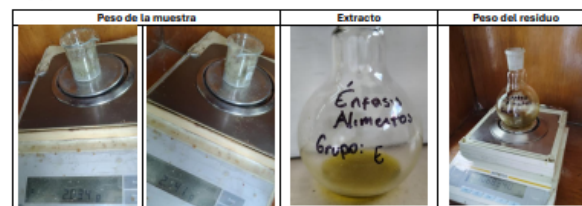
1. Análisis fitoquímico

Pruebas	Resultados
Anexo 1 Fenoles	
Anexo 2 Alcaloides	Dragendorff
	Mayer
Anexo 3 Saponinas	
Anexo 4 Flavonoides	
Anexo 5 Azúcares reductores	

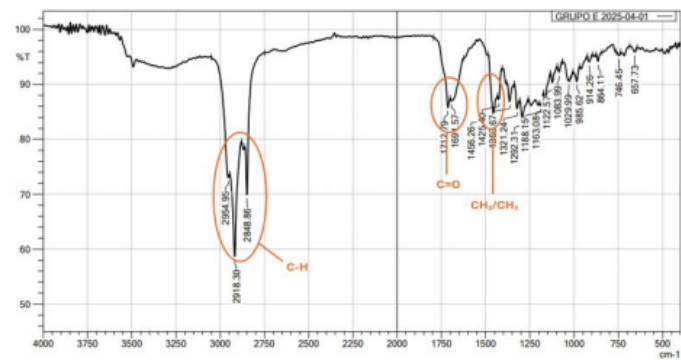
Anexo 6 Aminoácidos libres	
Anexo 7 Carbohidratos	
Anexo 8 Cumarinas	

2. Porcentaje de oteorresina

Anexo 9



3. IR



Bibliografía

- Habtemariam, S. (2016). *The therapeutic potential of rosemary (Rosmarinus officinalis) diterpenes for Alzheimer's disease. Journal of Neurochemistry*, 136(1), 1-12.
- Nabavi, S. F., et al. (2015). *Rosmarinic acid and its mechanisms in neurodegenerative diseases. Phytotherapy Research*, 29(8), 1119-1128.
- Trease, G. E., & Evans, W. C. (2009). *Pharmacognosy* (16th ed.). Saunders. (Capítulos sobre análisis de fenoles, flavonoides y alcaloides).

GRUPO 5.



Facultad de Ciencia y Tecnología, Departamento de Química
 Edificio disciplinar 6, Docente: Rodrigo Rodríguez
 Estudiantes: Arivaldo Pauls, Rodrigo Laura, Sánchez Sergio,
 Rogard D.C., abril 2023.

Teoría de la Acortamiento de la Tercera Subcadena

La acortación es uno de los principales mecanismos de degradación de los lípidos en los tejidos. Requiere, esencialmente, de la actividad de la enzima de la familia de las lipasas que actúan sobre los triglicéridos y los fosfolípidos. Este tipo de enzimas actúan sobre los triglicéridos y los fosfolípidos, liberando ácidos grasos y glicerol. Este tipo de enzimas actúan sobre los triglicéridos y los fosfolípidos, liberando ácidos grasos y glicerol.

Proyecto Clase - Proyecto Práctico
 ¿Cuál es el efecto de la teoría de la acortamiento de la tercera subcadena?

Conclusiones
 El estudio de la teoría de la acortamiento de la tercera subcadena es importante para comprender el metabolismo de los lípidos en los tejidos. Este tipo de enzimas actúan sobre los triglicéridos y los fosfolípidos, liberando ácidos grasos y glicerol. Este tipo de enzimas actúan sobre los triglicéridos y los fosfolípidos, liberando ácidos grasos y glicerol.



Facultad de Ciencia y Tecnología, Departamento de Química
 Edificio disciplinar 6, Docente: Rodrigo Rodríguez
 Estudiantes: Arivaldo Pauls, Rodrigo Laura, Sánchez Sergio,
 Rogard D.C., abril 2023.

Tabla N° 1 – Análisis de resultados

Prueba	Imagen	Positiva	Negativa	Estructura	Análisis
Prueba de fenoles					Esta prueba de fenoles se considera positiva por obtener un mínimo rango de tonalidad verde oscura. Los fenoles son un grupo de metabolitos secundarios que se caracterizan por tener uno o más hidroxilos unidos a un anillo aromático siendo el grupo fenol. Se ha evidenciado que varios compuestos fenólicos pueden atravesar la barrera hematoencefálica y además tienen varios efectos biológicos en algunos modelos in vitro e in vivo relacionados con la capacidad antiinflamatoria y antioxidante (José Manuel Nijera-Maldonado, 2025).
Prueba de saponinas					Las saponinas son un tipo de metabolitos secundarios que cumplen funciones importantes para proteger las plantas de patógenos y depredadores; también funcionan como antibióticos en las plantas. Por otro lado, las saponinas presentan beneficios para el cuerpo humano, ya que presentan propiedades antiinflamatorias, reducen el estrés, permiten la reducción del colesterol, entre otros. Esta prueba tuvo un resultado positivo, afirmando la presencia de saponinas y, en su orden, potencial antioxidante para el tratamiento de enfermedades neurodegenerativas.
Prueba de flavonoides					Esta prueba de flavonoides se considera negativa teniendo en cuenta que no se obtuvo ningún cambio de coloración. A lo largo de la historia los flavonoides han atribuido a propiedades antioxidantes y este potencial ha permitido reducir ciertos riesgos respecto a enfermedades crónicas, cardiovasculares y relacionadas con el cáncer. Para resultar, estos también pueden ser importantes ya que pueden recuperar la homeostasis de óxido-reducción en patologías degenerativas, como, por ejemplo, el Alzheimer ya que presentan un alto estrés oxidativo (Rosa Estrada-Reyes, 2012).



Facultad de Ciencia y Tecnología, Departamento de Química
 Edificio disciplinar 6, Docente: Rodrigo Rodríguez
 Estudiantes: Arivaldo Pauls, Rodrigo Laura, Sánchez Sergio,
 Rogard D.C., abril 2023.

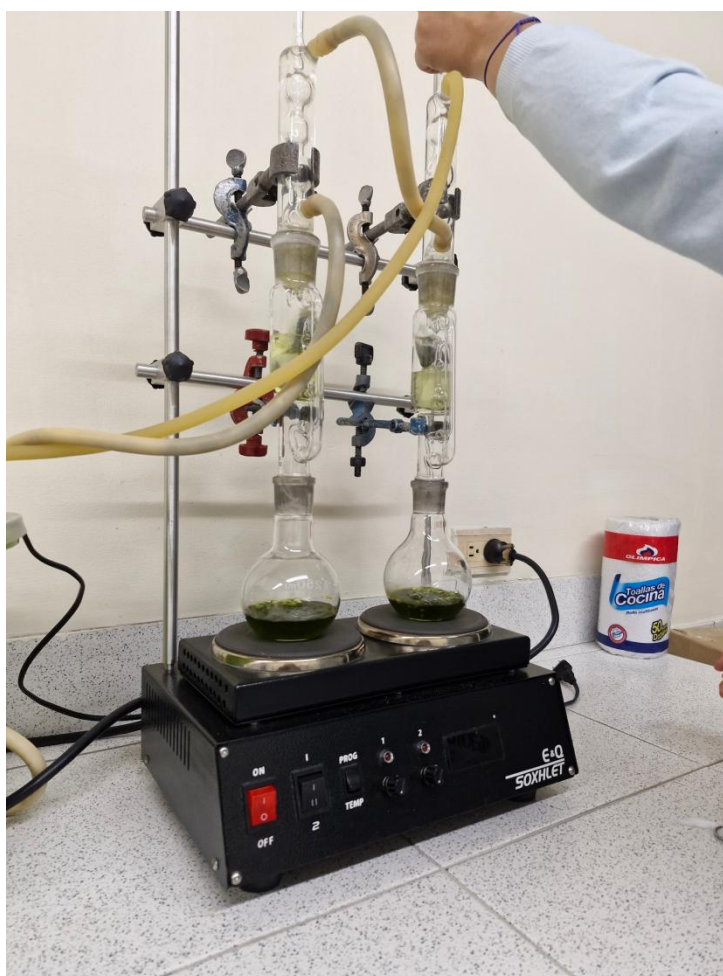
Prueba de Alcaloides R Dragendorff					La prueba con el reactivo de Dragendorff permitió evidenciar la presencia de alcaloides en el extracto de Rosmarinus officinalis, como se observa en la formación de un precipitado de color amarillado-naranja en el fondo del tubo de ensayo. Este resultado se considera positivo, ya que el reactivo de Dragendorff reacciona específicamente con compuestos nitrogenados presentes en los alcaloides, generando una coloración característica. La presencia de alcaloides en el extracto de Rosmarinus officinalis cobra relevancia por su potencial neuroprotector, ya que algunos de estos compuestos pueden actuar como inhibidores de la enzima acetilcolinesterasa, disminuyendo la degradación de acetilcolina, un neurotransmisor esencial para la memoria y el aprendizaje. Este tipo de actividad es particularmente prometedora en la investigación de tratamientos alternativos para enfermedades neurodegenerativas como el Alzheimer (Soto, F., Medina, M. E., & Peña, J., 2016)
Prueba de Alcaloides R Mayer					La prueba realizada con el reactivo de Mayer permite identificar alcaloides mediante la formación de un precipitado blanco o amarillado pálido, producto de la reacción entre los alcaloides presentes en el extracto y los iones de potasio mercurioso del reactivo. En la imagen se observa una leve turbidez amarilla en el fondo del tubo de ensayo, lo cual indica un resultado débilmente positivo para la presencia de alcaloides. El reactivo de Mayer es un método clásico para la detección de compuestos nitrogenados de tipo alcaloide, ampliamente utilizado en análisis fitoquímico preliminar (Cano et al., 2010). Aunque la señal no es tan evidente como en la prueba con Dragendorff, la presencia de este tipo de metabolitos es relevante, ya que muchos alcaloides tienen efectos farmacológicos importantes, entre ellos la acción sobre el sistema nervioso central como inhibidores de la enzima acetilcolinesterasa, lo cual puede contribuir en el tratamiento de enfermedades como el Alzheimer (Soto, F., Medina, M. E., & Peña, J., 2016)
Aminoácidos libres					Los aminoácidos libres son importantes en las plantas porque cumplen funciones crecimiento y protección a cambios de temperatura, mejora la calidad, aumenta los niveles de minerales y vitaminas, entre otros. Por otro lado, son importantes en el cuerpo humano porque actúan como neurotransmisores para transportar información entre células nerviosas y permiten formar, proteger, reparar y/o crear tejidos. De acuerdo con Flores, Galindo, Castañeda, & Narro, (2020) la planta de comero no tiene presencia de aminoácidos, ya que se considera que las condiciones ambientales y falta de precursores productores de aminoácido, afecta su producción.

		terminología técnica; aplica a ejemplos nuevos; establece relaciones causa - efecto; argumenta con base en evidencia.
Avanzado	Análisis crítico, evaluación de evidencia y aplicación contextual.	Compara entre artículos; evalúa fortalezas y debilidades de argumentos; integra información de varias fuentes; propone hipótesis o soluciones; incluye metacognición; pensamiento sistémico y aplicado.

Modificado de: Solís J.C (2023) instrumento de evaluación de la habilidad investigativa analizar.

Anexo J. Obtención de la oleorresina.

Figura 4. Equipo de extracción: soxhlet



Nota: Elaboración propia

Según la Norma Técnica Colombiana 400:2022, se realizó la extracción de *Ocimum Sanctum* usando la técnica para separar componentes sólido-líquido de una muestra sólida empleando el equipo soxhlet.

Así como se muestra en la imagen 1, la extracción soxhlet de *Ocimum Sanctum* comienza preparando la muestra vegetal. Se muelen finamente 8 gramos de la planta seca, asegurando una mayor superficie de contacto para una extracción eficiente. Esta muestra molida se coloca cuidadosamente dentro del dedal hecho de papel filtro. El dedal se introduce en el extractor soxhlet o sifón. A continuación, se agregan aproximadamente 50 mL de hexano al matraz de fondo redondo, que se coloca debajo de la plancha de calentamiento. El hexano es el solvente elegido por su capacidad para disolver compuestos lipofílicos presentes en la planta. Una vez ensamblado, el equipo se calienta suavemente, provocando que el hexano se evapore. Los vapores de hexano ascienden por un brazo lateral hasta el condensador, donde se enfrían y gotean sobre la muestra en el dedal. A medida que el hexano condensado se acumula en el dedal, sumerge la muestra y disuelve los compuestos extraíbles. Cuando el nivel del solvente alcanza un determinado punto, el sifón se activa, drenando la solución de hexano con los extractos de vuelta al matraz. Este ciclo de evaporación, condensación y sifonado se repite continuamente. El tiempo de extracción de compuestos del material vegetal es de 16 horas para obtener un aproximado de 0.10 mL de oleorresina. Se retira la fuente de calor, empieza la recuperación del solvente (hexano) y se realiza el secado de la oleorresina (hasta peso constante) para que quede un residuo viscoso (NTC 400:2022).

Figura 5. Equipo de extracción: hidroalcohólico.



Nota: Elaboración propia

La extracción hidroalcohólica de *Ocimum sanctum* se inició con la preparación de 20 gramos de muestra vegetal seca y finalmente molida. Este material se colocó en un recipiente ámbar, al que se le añadieron 100 mL de etanol al 90%, cubriendo completamente la muestra. La mezcla se dejó en maceración y agitación durante ocho días, un período en el que el solvente disuelve progresivamente los compuestos solubles presentes en la planta. Durante estos días, la mezcla se agita para asegurar un contacto entre la muestra y el solvente. Transcurrido el tiempo de maceración, la suspensión se filtró para separar el extracto líquido (el sobrenadante) de los residuos sólidos de la planta. El líquido resultante, una solución hidroalcohólica con los compuestos extraídos, se sometió posteriormente a un rotavaporador (Imagen 2). Este equipo fue crucial para evaporar el etanol y el agua a baja presión y temperatura (30°C - 40 °C), dejando atrás un residuo concentrado la oleorresina o extracto hidroalcohólico. El cual también se realiza el secado del extracto.

Teniendo en cuenta lo anterior, a las oleorresinas de hierba santa recolectada por los métodos de extracción soxhlet e hidroalcohólica se realizan caracterizaciones físicoquímicas por medio de cuatro métodos (marcha fitoquímica, espectroscopia infrarroja, cromatografía de gases y prueba DPPH), con la finalidad de comprobar la capacidad antioxidante que posee la muestra. Finalmente, se realiza un recubrimiento comestible y aplicación de alimentos (uva isabelina), con el fin de identificar el tiempo de oxidación que posee la oleorresina.

Anexo K. Rendimiento de extractos de Hierba Santa (*Ocimum Sanctum*).

Porcentaje de las oleorresinas.

$$\% \text{ Oleorresina} = \frac{\text{Peso del residuo (g)}}{\text{Peso de la muestra (g)}} * 100$$

Método de extracción hidroalcohólico. El porcentaje de oleorresina de la albahaca morada es de 7.64 % lo cual indica que se realizó una correcta extracción, se debe a un buen estado de la materia prima, selección del disolvente (etanol 90 %) y extracción optimizada.

$$\% \text{ Oleorresina} = \frac{0.493 \text{ g}}{6.451 \text{ g}} * 100 = 7.64 \%$$

Método de extracción soxhlet. El porcentaje de oleorresina de la albahaca morada es de 8.98 % lo cual indica que se realizó una correcta extracción. Significa que, por cada 100 gramos del material original que usaste, logras extraer 8.98 gramos de oleorresina.

$$\% \text{ Oleorresina} = \frac{0.719 \text{ g}}{8.001 \text{ g}} * 100 = 8.98 \%$$



Anexo L. Pruebas cualitativas.

Marcha fitoquímica.

La marcha fitoquímica es un procedimiento fundamental en el estudio de extractos vegetales, ya que esto permite la identificación preliminar de los principales grupos de metabolitos secundarios presentes en la planta, estos pueden ser flavonoides, alcaloides, taninos, saponinas, terpenoides y compuestos fenólicos. Realizar esta caracterización cualitativa es crucial para proporcionar información sobre los compuestos bioactivos que pueden estar asociados a las propiedades terapéuticas de la planta Albahaca Morada. En el desarrollo del recubrimiento funcional, es crucial la marcha fitoquímica puesto que permite validar la presencia de flavonoides, compuestos clave en la prevención del estrés oxidativo relacionado con la enfermedad neuroprotectora Alzheimer.

La elección de los reactivos es fundamental en su capacidad para reaccionar de manera específica con ciertos grupos funcionales presentes en los metabolitos secundarios. Por ejemplo, el reactivo de shinoda permite evidenciar la presencia de flavonoides. El reactivo de Dragendorff detecta alcaloides al interactuar con compuestos nitrogenados. La prueba de espuma persistente con agua destilada indica la presencia de saponinas. El cloruro férrico es útil para identificar compuestos fenólicos.

Tabla 5. Resultados marcha fitoquímica método de extracción soxhlet

Tipo de prueba	Cambio de color positivo	Fotografías	Negativo (-) o positivo (+)
Presencia de fenoles	Positivo: Verde oscuro a azul índigo Positivo taninos: Verde oscuro		+
Presencia de alcaloides: • Dragendorff • Mayer	• Precipitado rojo, naranja o marrón • Precipitado blanco		Dragendorff: - Mayer: -




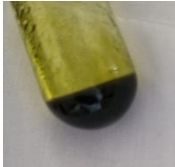


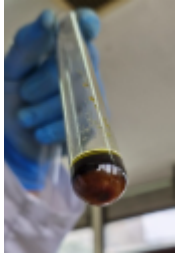





			
Prueba de espuma (Saponinas)	Espuma estable de 1 cm o más		+
Presencia de flavonoides	Color rojo, rosado, anaranjado o violeta		+
Prueba de Benedict (Azúcares reductores)	Color rojo ladrillo		-
Prueba de Xantoproteica (Aminoácidos libres)	Color amarillo o naranja		-

Tabla 6. Resultados marcha fitoquímica método de extracción hidroalcohólica

Tipo de prueba	Cambio de color positivo	Fotografías	Negativo (-) o positivo (+)
Presencia de fenoles	Positivo: Verde oscuro a azul indigo Positivo taninos: Verde oscuro		+

Presencia de alcaloides: ● Dragendorff ● Mayer	● Precipitado rojo, naranja o marrón ● Precipitado blanco	Dragendorff:  Mayer: 	Dragendorff: + Mayer: -
Prueba de espuma	Espuma estable de 1 cm o más		+
Presencia de flavonoides	Color rojo, rosado, anaranjado o violeta		+
Prueba de Benedict (Azúcares reductores)	Color rojo ladrillo		-
Prueba de Xantoproteica (Aminoácidos libres)	Color amarillo o naranja		+

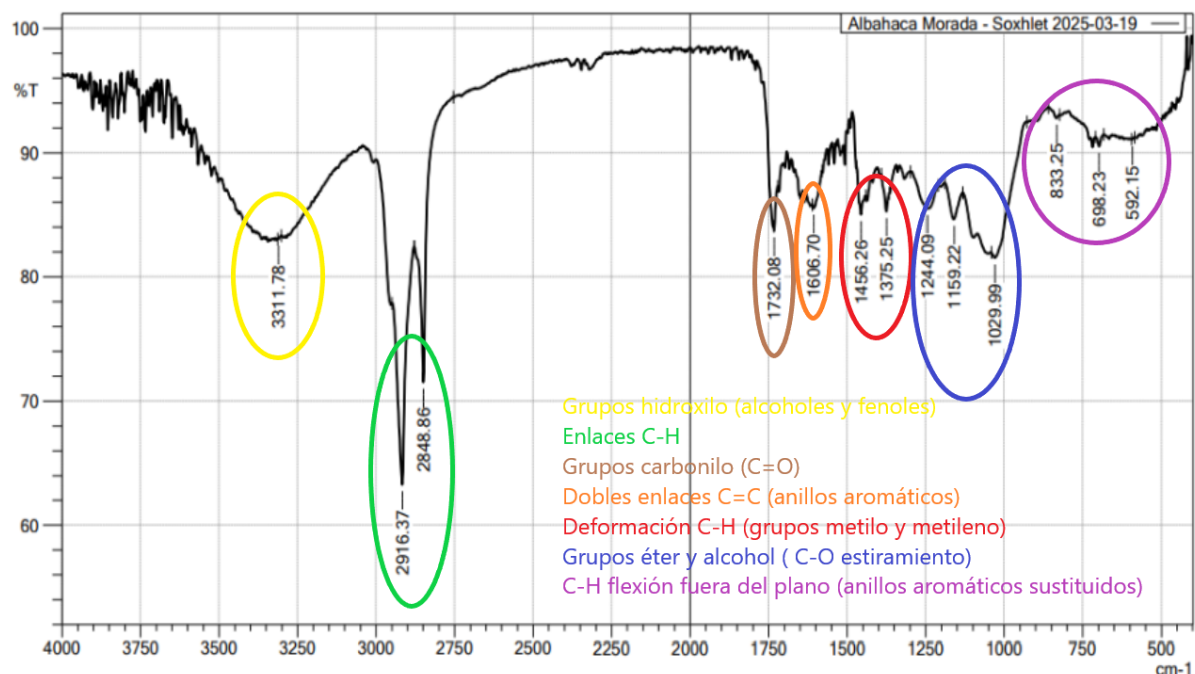
En consideración a los resultados de la marcha fitoquímica de la extracción hidroalcohólica y la extracción soxhlet (ver Tabla 1 y 2) de albahaca morada fueron en su mayoría positivos para las pruebas realizadas, lo cual nos permite inferir el gran potencial de esta muestra. Los compuestos como los fenoles y los flavonoides poseen un carácter nucleófilo fuerte

(reaccionan cediendo pares de electrones libres), estos compuestos son excelentes neutralizadores de radicales libres. Dada su capacidad antioxidante, junto con la presencia de alcaloides, saponinas y aminoácidos libres, es posible sugerir que estas extracciones poseen propiedades que podrían tener procesos metabólicos y promover la salud neurológica, con un posible papel en la prevención y tratamiento de la enfermedad neurodegenerativa Alzheimer. Esto tiene concordancia de que los compuestos bioactivos con propiedades antioxidantes y antiinflamatorias ayudan al organismo reduciendo el estrés oxidativo al capturar radicales libres.

Análisis estructural de las oleorresinas por espectroscopia infrarroja.

Método de extracción soxhlet.

Figura 6. Espectro infrarrojo método extracción soxhlet.



Grupos hidroxilo (alcoholes y fenoles)- banda en 3311.78 cm⁻¹ (amarilla):

Esta banda ancha y de intensidad moderada es característica del estiramiento del enlace O-H, lo que indica la presencia de grupos hidroxilo en la muestra. Estos grupos pueden pertenecer tanto a alcoholes como a fenoles, que son muy abundantes en los extractos de albahaca morada (Por ejemplo: flavonoides o eugenol). La anchura de la banda sugiere la formación de enlaces por puente de hidrógeno, lo cual es típico en extractos vegetales ricos en compuestos polares. Esta característica es importante porque suelen tener propiedades antioxidantes y una buena solubilidad en medios acuosos.

Enlaces C-H - bandas en 2916.37 y 2848.86 cm⁻¹ (verde):

Estas bandas corresponden al estiramiento de enlaces C-H en grupos metilo ($-CH_3$) y metileno ($-CH_2-$), característicos de cadenas hidrocarbonadas saturadas (alcanos). En el extracto esto sugiere la presencia de terpenos como el linalool o el geraniol, que contienen largas cadenas hidrocarbonadas. Estos compuestos son volátiles, contribuyen al aroma de la planta y son lipofílicos, favoreciendo la extracción en solventes no polares como el hexano.

Grupos carbonilo (C=O) - banda en 1732.08 cm⁻¹ (café):

Esta banda aguda corresponde al estiramiento del enlace C=O, típico de grupos carbonilos como los que están presentes en ésteres, aldehídos o cetonas. En el extracto es posible que refleje la presencia de ésteres terpénicos o de productos de oxidación de compuestos terpénicos. Estos grupos carbonilo influyen en las propiedades organolépticas y químicas del extracto, aportando aromaticidad y reactividad química.

Dobles enlaces C=C (anillos aromáticos) - banda en 1606.70 cm⁻¹ (naranja):

Esta banda se atribuye al estiramiento del enlace C=C conjugado en anillos aromáticos. La presencia de este tipo de vibración sugiere estructuras aromáticas estables, como lo son los flavonoides, fenoles y eugenol. Estos sistemas conjugados son cruciales para la actividad antioxidante del extracto y son responsables de muchas de sus propiedades biológicas.

Deformación C-H (grupos metilo y metileno) - bandas en 1456.26 y 1375.25 cm⁻¹**(rojo):**

Estas bandas corresponden a las vibraciones de flexión de los enlaces C-H en los grupos metilo ($-CH_3$). Su presencia indica que hay una proporción significativa de componentes con cadenas hidrocarbonadas, lo cual concuerda con terpenos de la albahaca morada. Estos grupos también aportan a las propiedades volátiles y la hidrofobicidad del extracto.

Grupos éter y alcohol (C-O estiramiento) - bandas en 1244.09, 1159.22 y 1029.99 cm⁻¹**(azul):**

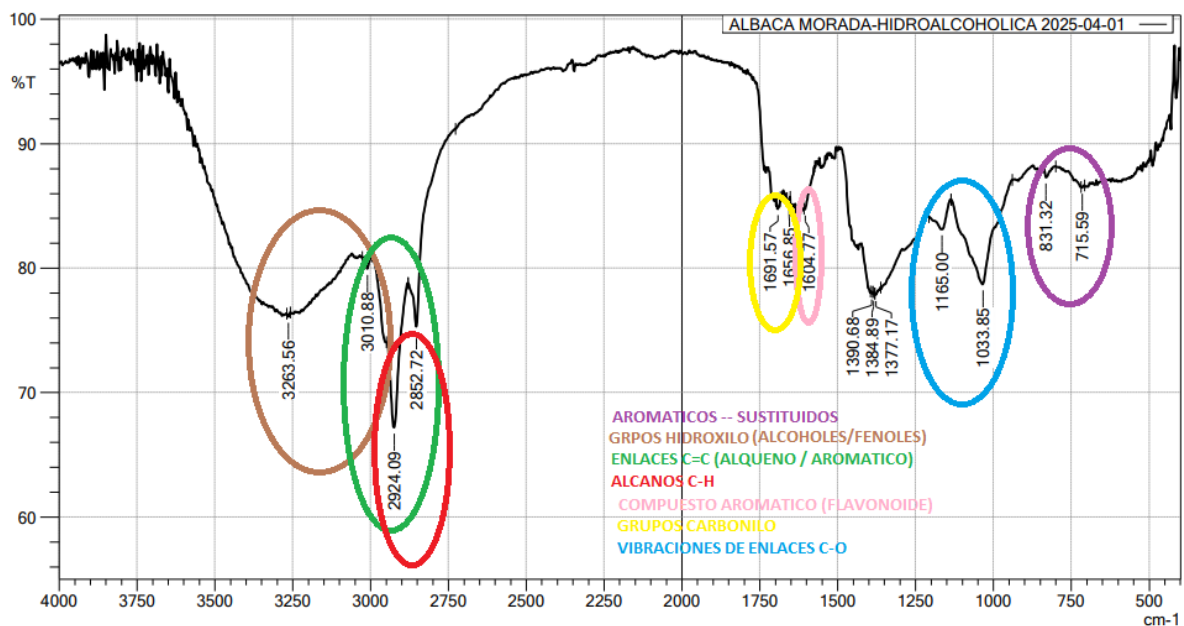
Estas bandas representan el estiramiento del enlace C-O, típico de grupos éteres, alcoholes secundarios y fenoles. En la albahaca morada indica la presencia de compuestos como eugenol, flavonoides glicosilados o ésteres terpénicos. Estos grupos funcionales modulan la polaridad, la actividad biológica y la interacción con los solventes.

C-H flexión fuera del plano (anillos aromáticos sustituidos) - bandas en 833.25, 698.23 y 592.15 cm^{-1} (morado):

Estas bandas corresponden a la flexión fuera del plano de los enlaces C-H en anillos aromáticos, lo que confirma la presencia de anillos bencénicos sustituidos. En el caso de la albahaca morada, estas señales serían coherentes con la presencia de flavonoides y compuestos fenólicos. Estas estructuras aromáticas son cruciales para las propiedades antioxidantes, colorantes y terapéuticas del extracto.

Método de extracción hidroalcohólica.

Figura 7. Espectro infrarrojo método extracción hidroalcohólica.



Grupos hidroxilo (alcoholes y fenoles) - banda en 3263.55 cm^{-1} (marrón):

Esta banda ancha y fuerte es característica del estiramiento del enlace O-H, indicando la presencia de grupos hidroxilo, propios de alcoholes y fenoles. Su anchura sugiere enlaces por puente de hidrógeno, lo cual es común en extractos vegetales ricos en compuestos polares. Esta interacción es importante porque influye en la solubilidad de la muestra en medios acuosos y su capacidad antioxidante.

Enlaces C-H (alcanos) - bandas en 2924.09 y 2852.72 cm^{-1} (rojo):

Estas bandas corresponden al estiramiento de enlaces C-H en grupos metilo y metileno, lo cual indica la presencia de cadenas hidrocarbonadas saturadas (alcanos). Estas estructuras

contribuyen a la estabilidad y a las propiedades lipofílicas de ciertos componentes de la albahaca.

Enlaces =C-H (alquenos o aromáticos) - bandas en 3010.88 cm⁻¹ (verde):

Esta banda indica la presencia de enlaces dobles carbono-carbono en compuestos alquénicos o aromáticos. Este tipo de enlace refleja una mayor reactividad química y participación en reacciones de adición o aromatización, lo que puede estar relacionado con los compuestos volátiles responsables del aroma característico de la planta.

Compuestos aromáticos sustituidos - banda en 1601.57 cm⁻¹ (rosa):

Esta banda corresponde a las vibraciones de anillos aromáticos sustituidos, típicos de flavonoides y otros compuestos fenólicos. Estas estructuras son responsables de muchas propiedades biológicas de las plantas, como la actividad antioxidante y antiinflamatoria.

Grupos carbonilo (C=O) - banda en 1667.41 cm⁻¹ (amarillo):

La absorción en esta región sugiere la presencia de grupos carbonilo, típicos de aldehídos, cetonas, ácidos carboxílicos o ésteres. Estos grupos funcionales son esenciales para la reactividad química de la molécula, y muchos de ellos son responsables de efectos farmacológicos.

Vibraciones de enlaces C–O - bandas en 1165.00 y 1033.85 cm⁻¹ (azul):

Estas bandas indican vibraciones de estiramiento C–O, comunes en alcoholes, éteres, ácidos y ésteres. Su presencia respalda la existencia de compuestos polares, y puede estar asociada con azúcares, ácidos orgánicos o componentes fenólicos.

Aromáticos sustituidos (fuera del plano) - bandas en 831.32 y 715.59 cm⁻¹ (morado):

Estas bandas corresponden a las deformaciones fuera del plano del anillo bencénico, lo que confirma aún más la presencia de compuestos aromáticos sustituidos. Estas vibraciones permiten diferenciar entre patrones de sustitución en el anillo (orto, meta, para) y proporcionan pistas sobre la complejidad estructural de los flavonoides y otros compuestos fenólicos.

El espectro infrarrojo del extracto hidroalcohólico de albahaca morada muestra bandas características que indican la probable presencia de flavonoides, compuestos polifenólicos conocidos por sus propiedades antioxidantes. Se observan absorciones atribuibles a grupos hidroxilo (O – H) en 3263.55 cm⁻¹, enlaces aromáticos sustituidos en 1601.57 cm⁻¹, vibraciones de carbonilo (C=O) en 1667,41 cm⁻¹ y estiramientos C–O en las regiones de 1165.00 y 1033.85 cm⁻¹, todas coherentes con la estructura general de los flavonoides. Estas señales, junto con las deformaciones aromáticas fuera del plano en

831.32 y 715.59 cm^{-1} , refuerzan la presencia de sistemas aromáticos sustituidos, típicos de este tipo de compuestos. Por lo tanto, se puede concluir que el espectro IR respalda fuertemente la presencia de flavonoides en la albahaca morada.

Anexo M. Pruebas cuantitativas.

Cromatografía de gases.

Se empleó la cromatografía de gases (CG) para analizar el aceite esencial de albahaca morada. Para ello, se preparó la muestra disolviendo 50 μL del aceite esencial en 1 mL de diclorometano. De esta solución, se inyectó un volumen de 1 μL en el cromatógrafo. El análisis se llevó a cabo en un cromatógrafo de gases HP 5890 A Series 2 acoplado a un detector selectivo de masas HP 5992. Las condiciones cromatográficas, optimizadas para el estudio y en línea con metodologías empleadas en investigaciones previas (E. Murillo, K. Fernández, D. Sierra y A. Viña 2004), incluyen una columna capilar de 5% fenil-poli (dimetilsiloxano) de 30 metros de longitud (\times 32 mm id) y un espesor de fase estacionaria de 0,25 μm . $^{\circ}\text{C}$, manteniéndose por 5 minutos, seguido de un incremento de 5 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$ hasta los 270 $^{\circ}\text{C}$, donde se mantuvo por 53 minutos. Se utilizó helio (He) al 99,995% como gas de arrastre, a una presión de 200 kPa y una velocidad de flujo de 1 ml/min a 70 $^{\circ}\text{C}$. El puerto de inyección era un Split automático HP 6890 con una relación split de 30:1 y una temperatura de 250 $^{\circ}\text{C}$. Se realizó un total de dos inyecciones una diluida y otra sin diluir bajo estas mismas condiciones para asegurar la reproducibilidad de los resultados.

Figura 8. Referencia de Caracterización físico-química del aceite esencial de Albahaca morada

Nº Pico	t _R /min	Identificación	Cantidad relativa (%)
1	17,70	Limoneno	0,1
2	17,80	β-felandreno	0,3
3	17,85	1,8-Cineol (eucaliptol)	0,3
4	18,25	trans-Ocimeno	0,4
5	19,96	Fenchona	0,3
6	20,10	Terpinoleno	0,15
7	20,19	Linalol	0,15
8	22,47	3- Tujanol	0,1
9	23,76	Metil chavicol (estragol)	5,2
10	27,15	(Z)-Cinamato de metilo	10,0
11	30,14	(E)-Cinamato de metilo	75,4
12	30,80	Cariofileno	0,8
13	30,92	(Z)-β-Farneseno	0,7
14	31,23	(E)-β-Farneseno	0,4
15	31,76	β-Selineno	0,5
16	32,40	Valenceno	0,3
17	32,78	Biciclogermacreno	0,4
18	33,18	γ-Cadineno	0,2
19	33,69	Germacreno B	1,3
20	34,94	Espatulenol	0,3
21	35,15	Óxido de cariofileno	0,6
22	35,84	Sesquiterpenoide C ₁₅ H ₂₄ O	0,3
23	36,48	Epi- Biciclosesquifelandreno	0,6
24	36,93	β-Eudesmol	0,2
25	37,40	α-Bisabolol	0,2
26	44,1	N.I.	0,2
27	44,55	N.I.	0,1
28	50,07	N.I.	0,2

N.I.: No identificado.

Tomada de: E. Murillo, K. Fernández, D. Sierra y A. Viña

Es importante señalar que aunque ambos análisis fueron realizados mediante cromatografía de gases, las condiciones no fueron idénticas: la longitud y el diámetro de la columna utilizada en nuestro análisis difiere de los de la referencia (60 metros de longitud y 0.25 mm). Estos cambios afectan directamente los tiempos de retención y la resolución de los compuestos, por lo cual, no se espera una coincidencia exacta de los picos. Sin embargo, es posible identificar patrones generales y la presencia de compuestos clave para establecer una comparación cualitativa entre ambos perfiles.

Método de extracción hidroalcohólico.

Figura 9. Caracterización química por cromatografía de gases hidroalcohólico

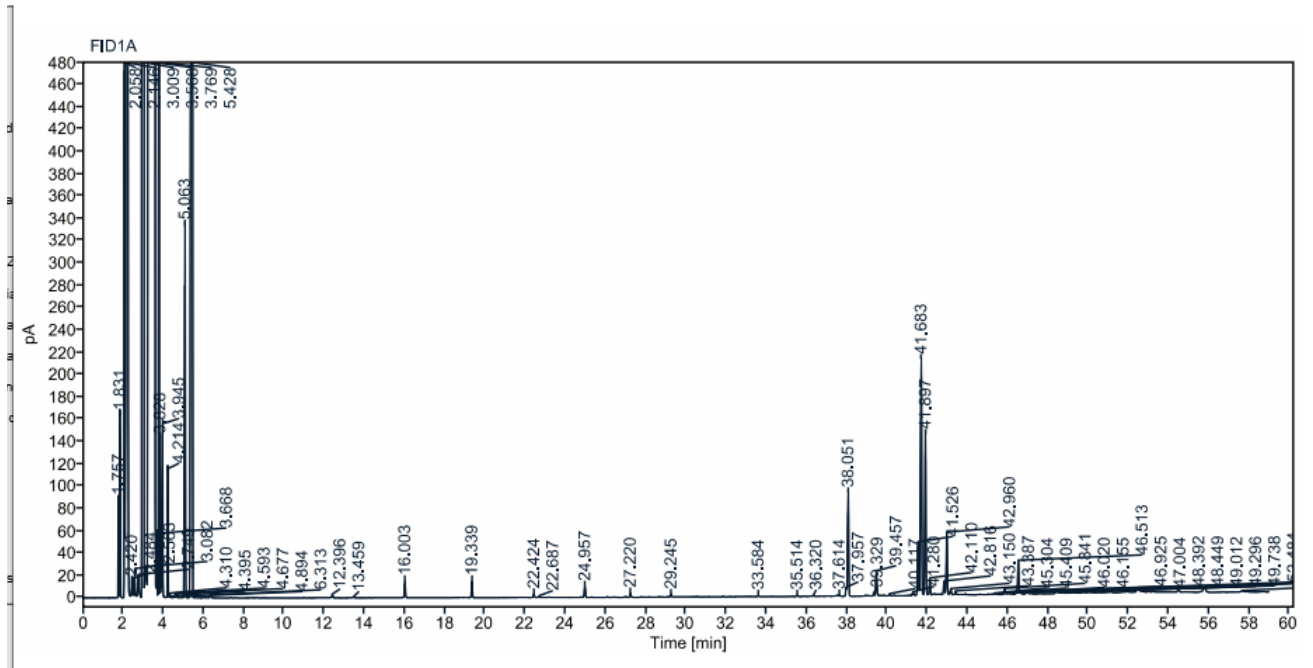


Figura 10. Espectro de oleoresina de Albahaca Morada con presencia de (Z)-Cinamato de metilo (Puede ser el eugenol)

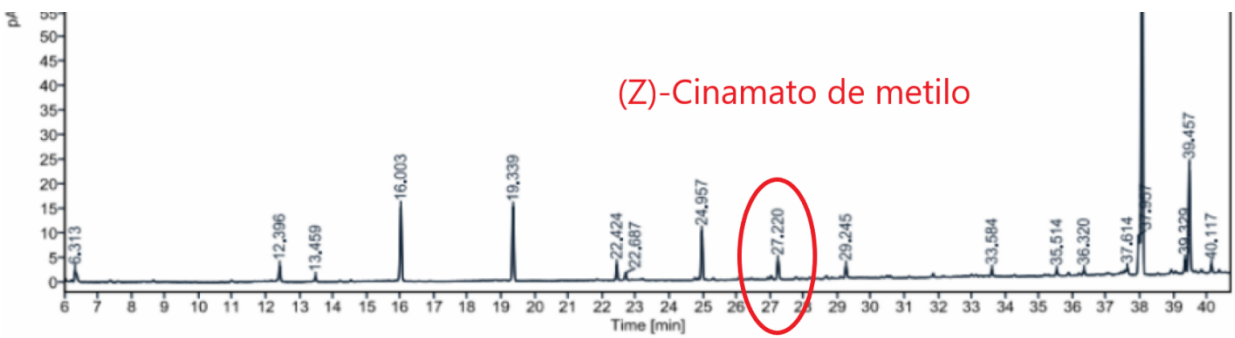


Figura 11. Espectro de oleoresina de Albahaca Morada con presencia de (E)-Cinamato de metilo

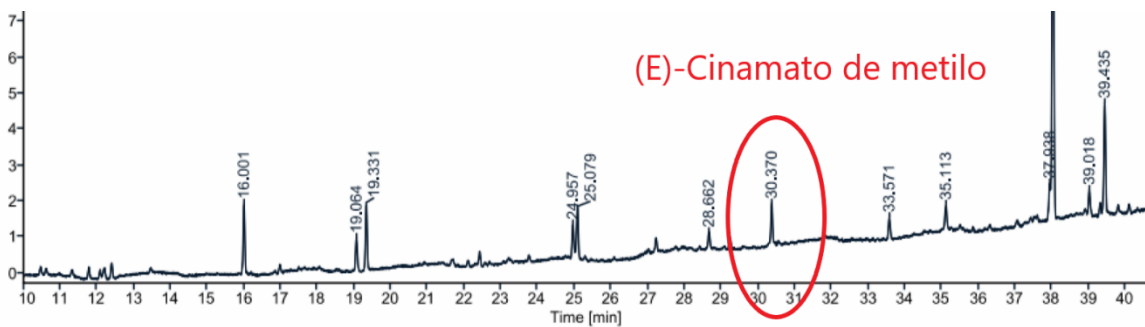


Figura 12. Espectro de oleoresina de Albahaca Morada con presencia de α -Bisabolol

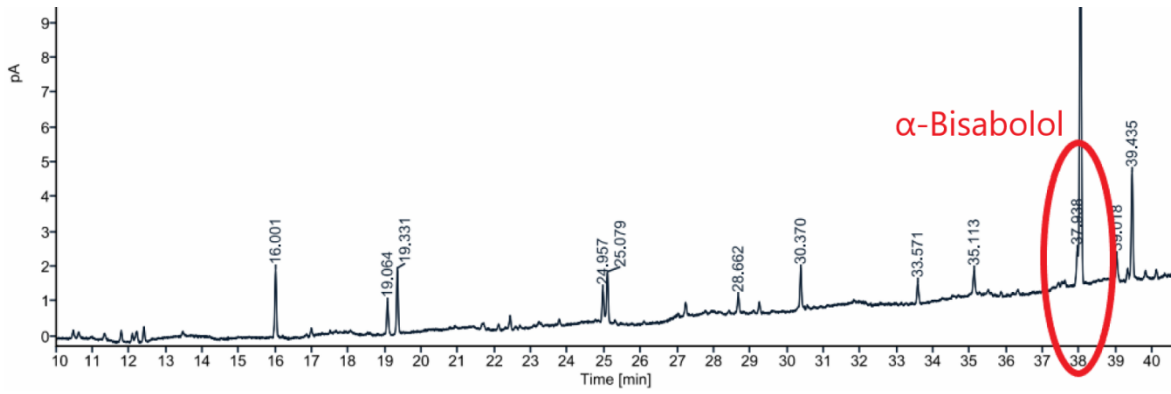
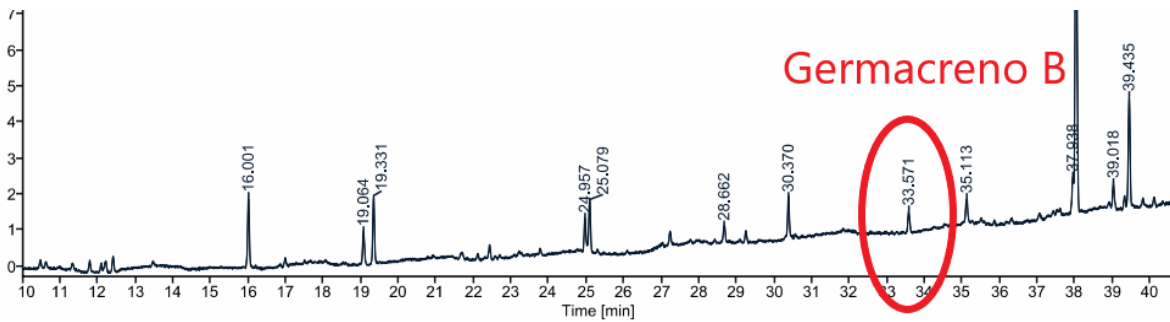
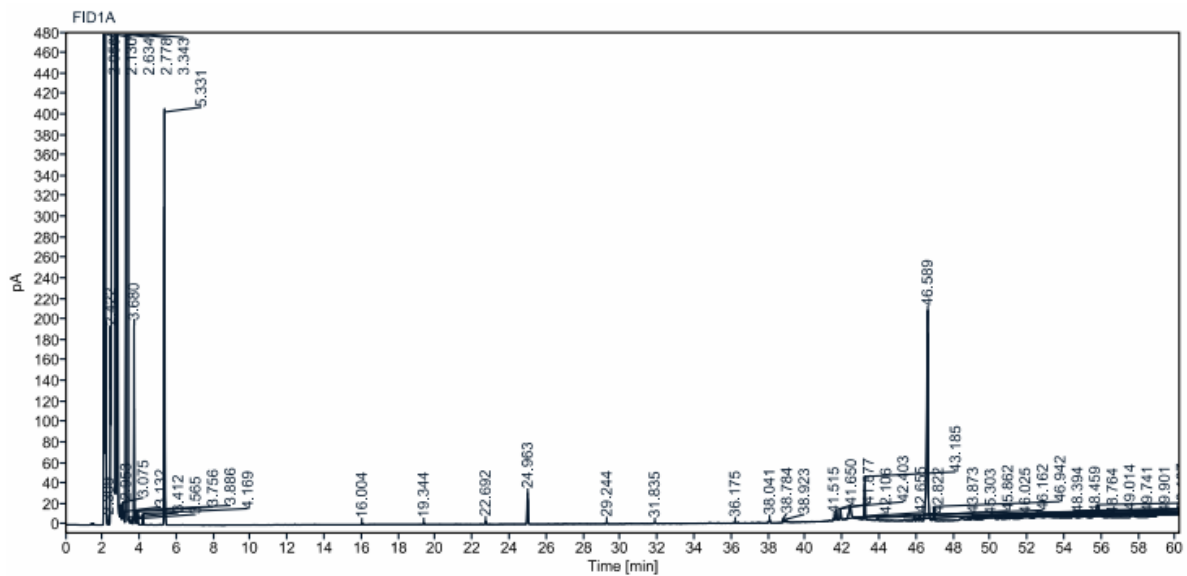


Figura 13. Espectro de oleoresina de Albahaca Morada con presencia de Germacreno B



Método de extracción soxhlet.

Figura 14. Caracterización química por cromatografía de gases Soxhlet



No se identifica ningún compuesto antioxidante en la extracción Soxhlet.

ANÁLISIS DE LA CROMATOGRAFÍA DE GASES

El análisis comparativo entre los métodos de extracción utilizados evidencia diferencias significativas en cuanto al perfil fitoquímico obtenido, especialmente respecto a la presencia de compuestos de alto interés antioxidante. En el extracto obtenido mediante extracción hidroalcohólica, se identificaron compuestos clave como *(Z)-Cinamato de metilo*, *(E)-Cinamato de metilo*, α -Bisabolol y *Germacreno B*. En contraste, estos compuestos no fueron detectados en el extracto del método de Soxhlet.

INTERPRETACIÓN EXTRACCIÓN HIDROALCOHÓLICA.

La extracción hidroalcohólica es reconocida por su capacidad para recuperar compuestos polares o parcialmente apolares, especialmente metabolitos fenólicos y terpenoides oxigenados que son solubles en soluciones hidroalcohólicas pero susceptibles a degradación térmica. En este caso:

- **(Z)-Cinamato de metilo y (E)-Cinamato de metilo:** Son compuestos fenólicos con una capacidad para neutralizar radicales libres, inhibir procesos oxidativos y ejercer efectos protectores a nivel celular. Su presencia indica una alta eficiencia en preservar compuestos termolábiles, los cuales pueden verse afectados o degradados en técnicas más agresivas térmicamente.
- α -Bisabolol: Es un alcohol sesquiterpénico, el cual en bajas concentración tiene una capacidad para inhibir la peroxidación lipídica y reducir el daño oxidativo inducido por especies reactivas de oxígeno. Es susceptible a la degradación térmica o evaporación durante procesos prolongados a altas temperaturas. Indica las ventajas de este método para mantener la integridad estructural de compuestos oxigenados sensibles.
- *Germacreno B*: Es un hidrocarburo sesquiterpénico, siendo un terpenoide menos abundante, contiene propiedades antioxidantes. Es un compuesto con cierta volatilidad y sensible al calor prolongado. La extracción eficiente sugiere una recuperación más representativa del perfil volátil-terpenoide de la planta.

INTERPRETACIÓN EXTRACCIÓN SOXHLET.

La ausencia total de los compuestos con características antioxidantes se puede atribuir a varios factores:

- **Altas temperaturas mantenidas por largos periodos:** Esto favorece a la evaporación o degradación de compuestos volátiles y sensibles, como los cinamatos de metilo y el α -bisabolol.
- **Alta apolaridad del hexano:** Este solvente favorece la extracción de compuestos lipofílicos puros, pero tiene muy baja afinidad por compuestos polares o subpolares, como los cinamatos y alcoholes sesquiterpénicos.
- **Falta de capacidad para solubilizar compuestos fenólicos:** Los cinamatos de metilo son ésteres derivados del ácido cinámico, con cierta polaridad que los hace solubles en etanol pero no en hexano. Esto explica la nula recuperación en el extracto.

Los resultados demuestran que la extracción hidroalcohólica es significativamente más eficaz para la recuperación de metabolitos con potencial antioxidante, mientras que el método Soxhlet con hexano presenta limitaciones tanto en selectividad química como en estabilidad térmica de los compuestos.

Determinación de la actividad antioxidante de las oleorresinas por ensayo 2,2-difenil-1-picrilhidracilo.

El radical libre DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazilo) es un compuesto químico estable con un color violeta intenso, su absorbancia máxima ocurre en la región de 520 nm. En presencia de antioxidantes, el radical se reduce, perdiendo su coloración, lo que permite medirlo por espectrofotometría.

Este método permite evaluar la capacidad de una sustancia para actuar como donador de hidrógenos o electrones, neutralizando radicales libres y es ampliamente aceptado por su simplicidad, reproducibilidad y bajo costo. - (Brand et al., 1995)

Para evaluar la capacidad antioxidante de los extractos estudiados, se empleó el método radical libre DPPH, de acuerdo con el protocolo establecido por el laboratorio de la Fundación Universitaria Juan N. Corpas. Este método se basa en la capacidad de compuestos antioxidantes para reducir el radical DPPH, lo cual se manifiesta como una disminución de la absorbancia a 520 nm. La actividad antioxidante fue expresada como porcentaje de inhibición (%inh) del radical libre, posteriormente se calculó el valor de concentración inhibitoria media (IC_{50}) siendo la concentración necesaria para inhibir el 50% del DPPH.

A continuación, se presenta el protocolo y los resultados obtenidos para los extractos ES y AC, teniendo siempre en cuenta el estándar de referencia ácido gálico.

PROTOCOLO

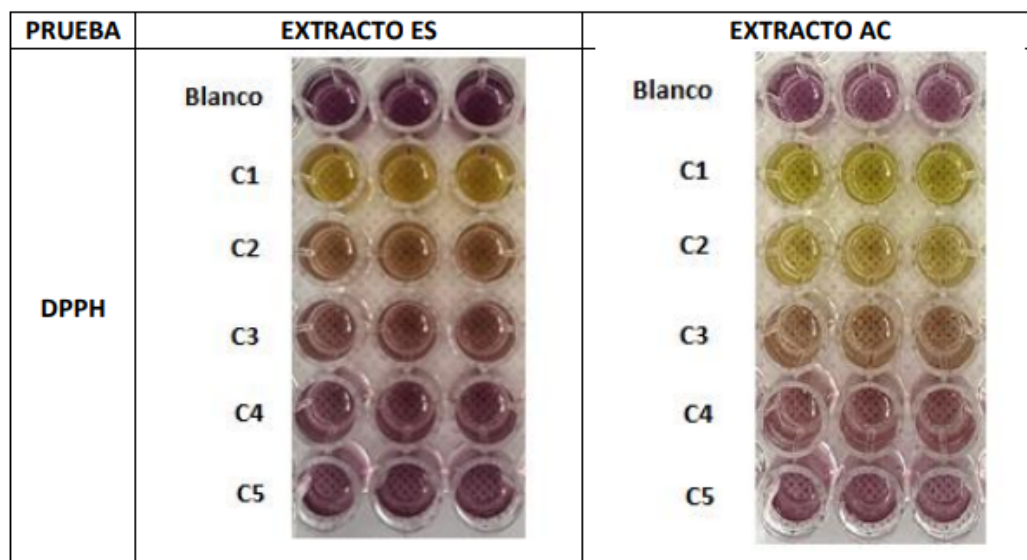
1. A partir de una solución stock de DPPH 100 mM se preparó una solución DPPH de trabajo de concentración 20 mM realizando la dilución con etanol. Esta solución de trabajo debe tener una absorbancia a 520 nm cercana a 1.
2. En diferentes pozos de la placa de 96, se coloca 2.5µL, 5µL, 10µL, 20µL 40µL de la solución problema y llevar a 50µL con etanol, posteriormente se adiciona 150µL de DPPH 20 nM.
3. Incubar a temperatura ambiente por 1 hora en ausencia de luz.
4. Determinar la absorbancia del DPPH 20 mM solo y de una mezcla de 50µL de etanol y 150 de DPPH (como blanco)
5. Con los datos de absorbancia y concentración se calculó la concentración inhibitoria media IC_{50} por medio de una regresión no lineal.

Nombre de los tratamientos:

- **ES:** Extracto soxhlet
- **AC:** Extracto hidroalcohólica

RESULTADOS

MUESTRAS	IC ₅₀ (mg/mL) ± SEM
	DPPH
AC	0.92 ± 0.01
ES	19 ± 2.57
ÁCIDO GÁLICO	3.66 ± 0.11



EXCEL

Cálculo del % de inhibición del DPPH

Se debe medir primero la absorbancia de:

- Blanco: etanol + DPPH (sin muestra) → absorbancia máxima.
- Muestra: etanol + muestra + DPPH → disminución del color violeta.

Fórmula para calcular el % de inhibición es:

$$\text{Inhibición (\%)} = \frac{A_{\text{control}} - A_{\text{muestra}}}{A_{\text{control}}} \times 100$$

Donde:

- Acontrol es la absorbancia del blanco
- Amuestra es la absorbancia de cada concentración de extracto

AC					
[] mg/mL	Log []	%Inh	%Inh	%Inh	Promedio % Inh
2	0,30103	59,9162011	58,9211618	58,5823489	59,14
1	0	59,6368715	58,2295989	58,1653926	58,68
0,5	-0,30103	36,8715084	41,6320885	39,819319	39,44
0,25	-0,60205999	21,3687151	22,1300138	22,3071577	21,94
0,125	-0,90308999	21,2290503	16,1825726	14,8019458	17,40
	Abs1	Abs2	Abs3		
Blanco (EtOH)	0,716	0,723	0,7195		
C1	0,287	0,297	0,298		
C2	0,289	0,302	0,301		
C3	0,452	0,422	0,433		
C4	0,563	0,563	0,559		
C5	0,564	0,606	0,613		

Cálculo del IC_{50} (Interpolación lineal)

El IC_{50} es la concentración de muestra que logra inhibir el 50% del radical DPPH. Como no se mide exactamente a cada décima de concentración, entonces se estima en qué punto intermedio de las concentraciones medidas se alcanza el 50% de inhibición. Según la tabla sería:

- A $1,0 \frac{mg}{mL} \rightarrow 58,68\%$
- A $0,5 \frac{mg}{mL} \rightarrow 39,44\%$

Se debe buscar dos concentraciones, una que esté por encima del 50% y otra que esté por debajo del 50%.

Por tanto, el IC_{50} debe estar entre 0,5 y $1,0 \frac{mg}{mL}$. Como el 50% está entre estos dos valores, se aplica la interpolación lineal:

$$IC_{50} = X_1 + \left(\frac{50 - y_1}{y_2 - y_1} \right) (X_2 - X_1) \rightarrow 0,5 + \left(\frac{50 - 39,44}{58,68 - 39,44} \right) (1,0 - 0,5) \rightarrow 0,5 + \left(\frac{10,56}{19,24} \right) (0,5)$$

$$IC_{50} = 0,5 + 0,274 = 0,774 \frac{mg}{mL}$$

Resultado estimado del IC_{50} para el extracto AC

ANÁLISIS

El extracto AC mostró una actividad antioxidante bastante alta, con una inhibición superior al 50% incluso en concentraciones bajas como menos de $1 \frac{mg}{mL}$, lo que representa una capacidad antioxidante superior a la del ácido gálico de $IC_{50} = 3,66 \frac{mg}{mL}$. El extracto AC

contiene compuestos fenólicos como flavonoides altamente reactivos frente al radical DPPH.

ES					
[] mg/mL	Log []	%Inh	%Inh	%Inh	Promedio % Inh
2	0,30103	24,1620112	22,9598893	22,0291869	23,05
1	0	16,0614525	16,04426	15,913829	16,01
0,5	-0,30103	10,4748603	10,9266943	11,1883252	10,86
0,25	-0,60205999	7,26256983	8,1604426	7,71369006	7,71
0,125	-0,90308999	7,54189944	8,1604426	7,01876303	7,57
	Abs1	Abs2	Abs3		
Blanco (EtOH)	0,716	0,723	0,7195		
C1	0,543	0,557	0,561		
C2	0,601	0,607	0,605		
C3	0,641	0,644	0,639		
C4	0,664	0,664	0,664		
C5	0,662	0,664	0,669		

Imagen #: Datos experimentales extracto ES

Cálculo del IC_{50}

El IC_{50} es la concentración necesaria para lograr el 50% de inhibición, pero en los datos del extracto ES, no hay ninguna concentración que alcance ni se aproxime al 50%, por lo tanto, no se puede interpolar directamente. Por ende, se realiza una regresión lineal para estimar el IC_{50} (usualmente hasta 100% inhibición pero como el valor máximo es 23,05% se deduce).

Se utiliza un programa estadístico como Excel con solver o Python, donde se ajusta una curva sigmoideal (curva logística), donde se estima en que concentración hipotética se alcanzaría el 50%, dando así:

$$IC_{50} = 19 \frac{mg}{mL} \pm 2.57$$

En el caso de no tener el software, se realiza una deducción lógica basada en el comportamiento de los datos:

1. Máximo % de inhibición observado = 23,05% (a $2.0 \frac{mg}{mL}$)
2. Este valor está muy lejos del 50% requerido
3. Por ende, el IC_{50} debe estar en una concentración mucho mayor.

Entonces, si $2.0 \frac{mg}{mL}$ produce un 23,05% de inhibición, se deduce que para alcanzar el 50% se necesitaría una concentración al menos dos veces mayor o más. Esto es consistente con el valor de $IC_{50} = 19 \frac{mg}{mL}$ reportado mediante regresión no lineal.

ANÁLISIS

El extracto ES muestra una actividad antioxidante muy baja en comparación con el ácido gálico de $IC_{50} = 3.66 \frac{mg}{mL}$, además el alto error estándar del IC_{50} (± 2.57) indica una baja precisión y baja estabilidad del extracto.

Puede tener pocos compuestos antioxidantes, posiblemente hubo una degradación rápida del extracto o alguna interferencia en la reacción.

Anexo N. Recubrimiento y aplicación en alimentos.

La fruta seleccionada es Uva Isabella, ya que es rica en resveratrol, flavonoides y antocianinas, lo cual complementa los efectos neuroprotectores del extracto de albahaca morada. Las ventajas son:

- Tiene potencial sinérgico con flavonoides.
- Su color y sabor combina bien con el extracto de la albahaca morada.

Característica	Uva Isabella
Sabor	Ácido - dulce
Antioxidantes	Alto (Resveratrol, flavonoides, antocianinas)
Contenido fenólico	Alto
Compatibilidad con recubrimientos funcionales	Alta
Color y aceptación sensorial con albahaca morada	Muy compatible

Nota: Elaboración propia

Elaboración del recubrimiento

Se pone a calentar 100 mL de agua destilada a 70-80 °C, se le adiciona 10 g de almidón de yuca, sin dejar de agitar hasta formar un gel viscoso (viscosidad deseada) y translúcido. Cuando la mezcla estuvo preparada se deja que la temperatura baje a unos 40 - 50 °C, se le agrega el extracto de albahaca morada, se agita suavemente para no degradar los flavonoides. Se sumerge la fruta limpia y desinfectada por 1 minuto y se deja secar a temperatura ambiente.

Se debe tener en cuenta que el recubrimiento no se puede dejar muy líquido, ya que no forma buena película.

Tiempo de evaluación

Se deja reposar y se almacenan las uvas isabela con el recubrimiento y para el grupo control siempre se compara la fruta recubierta con una fruta sin recubrimiento en las mismas condiciones.

Se realiza un monitoreo de la Uva Isabella por el siguiente tiempo:

Tiempo	Efectos
Corto plazo: 1- 3 días	efectos inmediatos
Mediano plazo: 7 -10 días	Vida útil, estabilidad, cambios visibles
Largo plazo: 14 días	Comparación con fruta sin recubrimiento

Nota: Elaboración propia

Para reconocer la efectividad del recubrimiento en la fruta Uva Isabella se tiene en cuenta los siguientes parámetros:

Parámetro	Observación	Señal de efectividad
Pérdida de peso	Pesar antes y después del almacenamiento	Menor pérdida de peso en fruta recubierta
Marchitez o arrugas	Visualmente	Menor deshidratación
Cambio de color	Fotografiar periódicamente	Menor oxidación o ennegrecimiento
Firmeza	Tocar	Mayor firmeza conservada
Aparición de hongos	Visualmente	Menor presencia de colonias fúngicas en fruta recubierta

Nota: Elaboración propia

Resultados del tiempo de evaluación de la Uva Isabella con el extracto y grupo control.

Día 1: Se realiza el recubrimiento en la uva y se observa

	Grupo Control	Recubrimiento Soxhlet	Recubrimiento hidroalcohólico
Peso g	31	38	45
Olor	Normal	Normal	Normal
Aspecto	Normal	Normal	Normal

Figura 15. Recubrimiento en uva isabelina día 1



Nota: Elaboración propia

Día 2:

	Grupo Control	Recubrimiento Soxhlet	Recubrimiento hidroalcohólico
Peso g	31	38	45
Olor	Fermentado	Podrido	Característico de la uva
Aspecto	Normal	Se ve un poco de moho	Normal

Día 3:

	Grupo Control	Recubrimiento Soxhlet	Recubrimiento hidroalcohólico
Peso	31	37	44
Olor	Dulce y fermentado	Podrido	Podrido
Aspecto	Normal	Deshidratándose y presencia de moho	Normal

Día 4:

	Grupo Control	Recubrimiento Soxhlet	Recubrimiento hidroalcohólico
Peso	31	37	44
Olor	Fermentado	El olor no es fuerte	Uva pero no tan fuerte
Aspecto	Normal	Deshidratándose y presencia de moho	Normal

Día 5:

	Grupo Control	Recubrimiento Soxhlet	Recubrimiento hidroalcohólico
Peso	31	36	44

Olor	Fermentado	Fermentado	Fermentado pero no tan fuerte
Aspecto	Normal	Deshidratándose	Normal

Día 6:

	Grupo Control	Recubrimiento Soxhlet	Recubrimiento hidroalcohólico
Peso	30	36	43
Olor	Fermentado	Fermentado pero no tan fuerte	Fermentado fuerte
Aspecto	Normal	Arrugada	Normal

Día 7 al 10:

	Grupo Control	Recubrimiento Soxhlet	Recubrimiento hidroalcohólico
Peso	30	36	43
Olor	Fermentado	Fermentado pero no tan fuerte	Fermentado fuerte
Aspecto	Presencia de arrugas	Más presencia de moho	Normal

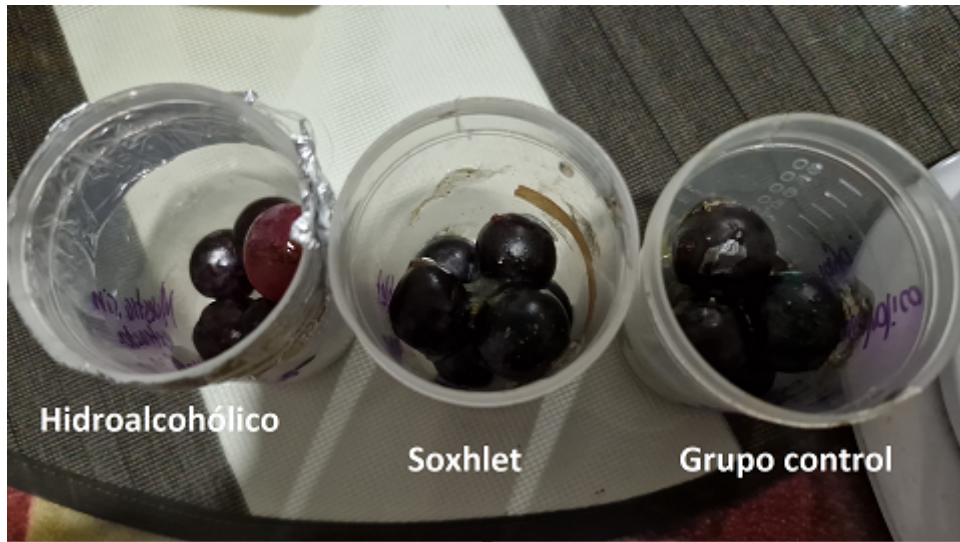
Día 11 al 13:

	Grupo Control	Recubrimiento Soxhlet	Recubrimiento hidroalcohólico
Peso	28	33	40
Olor	Fermentado	Fermentado pero no tan fuerte	Fermentado fuerte
Aspecto	Presencia de arrugas	Tiene moho y presencia de arrugas	Normal

Día 14:

	Grupo Control	Recubrimiento Soxhlet	Recubrimiento hidroalcohólico
Peso	26	32	40
Olor	Fermentado	Fermentado pero no tan fuerte	Fermentado fuerte
Aspecto	Presencia de moho	Tiene moho y presencia de arrugas	Normal

Figura 16. Recubrimiento en uva isabelina día 14



Nota: Elaboración propia.

UNIDAD DIDÁCTICA

**MEMORIAS VIVAS:
DESCUBRIENDO EL
ROL DE LOS
FLAVONOIDES EN
LA PREVENCIÓN
DEL ALZHEIMER**



**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA
NACIONAL**
Educadora de educadores



**VIVIANA GOMEZ Y
JESSICA PARADA**

RESUMEN.

Esta unidad didáctica está diseñada para docentes que enseñen a sus estudiantes de carreras relacionadas con la química. Se aborda el tema de los principios bioactivos mediante la metodología de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP). Se presentan diversas actividades enfocadas en fortalecer la habilidad investigativa analizar, promoviendo la aplicación de conocimientos teóricos a la resolución de problemas reales.

1. PROPÓSITO

Desarrollo de la unidad didáctica

Guiar a los estudiantes en el desarrollo de competencias investigativas y críticas a través del análisis de los flavonoides como agentes bioactivos en la prevención de la enfermedad de Alzheimer, mediante una secuencia didáctica estructurada bajo el modelo ABP.

En la siguiente unidad didáctica está orientada para usted como docente donde debe tener en cuenta el diseño didáctico el cual es fundamental para implementar el Aprendizaje Basado en Problemas (Barrows, 1986) el cual considera las siguientes fases:

1. Identificación del problema.
2. Exploración.
3. Discusión y análisis.
4. Solución del problema.

En esta unidad didáctica podrá encontrar cada una de las fases donde se describen los objetivos, las orientaciones para usted como docente y las actividades para sus estudiantes.

2. ESTRUCTURA

Apreciado docente a continuación se le proporcionará una herramienta fundamental que le permitirá organizar y estructurar el proceso de enseñanza aprendizaje, de manera coherente y efectiva. Se establecen objetivos de aprendizaje, se seleccionan los contenidos, se definen las estrategias metodológicas y se establecen los criterios de evaluación, asegurando que se responda a las necesidades y características de los estudiantes.

Se especifica en la tabla los contenidos que se abordarán en cada una de las sesiones respectivas, para que usted comprenda mejor lo que se llevará a cabo en cada sesión.

Tabla 1. Estructura de la Unidad Didáctica

Unidad: “Memorias vivas: descubriendo el rol de los flavonoides en la prevención del Alzheimer”	
--	--

Contenido científico	Introducción a los flavonoides		Sesión
	Conceptual	<ul style="list-style-type: none"> - Definición de los flavonoides, estructura y función. Propiedades beneficiosas de los flavonoides como antioxidante, antiinflamatorio, etc... - Alzheimer: estrés oxidativo, inflamación y daño neuronal. - Aplicar el método de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) en el análisis y propuesta de tratamiento 	<ul style="list-style-type: none"> - 1 - 1 - 1 y 4
	Procedimental	<ul style="list-style-type: none"> - Realizar una investigación bibliográfica sobre flavonoides en diferentes plantas medicinales y sus beneficios en las enfermedades neurodegenerativas. - Realizar ensayos fitoquímicos y pruebas experimentales para detectar flavonoides en el extracto de diferentes especies vegetales. - Métodos de extracción y análisis de los compuestos bioactivos en plantas. - Proponer y justificar científicamente un tratamiento basado en flavonoides para el Alzheimer. 	<ul style="list-style-type: none"> - 1 - 2 y 3 - 2 y 3 - 4
	Actitudinal	<ul style="list-style-type: none"> - Fomentar el trabajo colaborativo y la investigación activa en el contexto de ciencias de la salud. - Desarrollar una actitud crítica frente a un posible tratamiento de la enfermedad neurodegenerativa Alzheimer. - Incentivar la aplicación de conocimientos teóricos a la resolución de problemas reales en el ámbito de la salud. 	<ul style="list-style-type: none"> - 1, 2, 3 y 4 - 4 - 4
Objetivo	Investigar un posible tratamiento con flavonoides para pacientes con Alzheimer.		
Objetivos específicos	<ul style="list-style-type: none"> - Comprender la estructura química y propiedades de los flavonoides. - Analizar la evidencia científica sobre los efectos de los flavonoides en la enfermedad neurodegenerativa Alzheimer. - Desarrollar la capacidad de análisis por medio de la unidad didáctica. 		
Aprendizajes esperados	<ul style="list-style-type: none"> - Comprender los mecanismos biológicos del Alzheimer y el rol del estrés oxidativo en la neurodegeneración. - Conocer las propiedades de los flavonoides y su potencial neuroprotector. - Realizar de manera efectiva una marcha fitoquímica. - Desarrollar la habilidad investigativa analizar dando validez a los estudios sobre flavonoides y Alzheimer. 		

Destinatarios	Estudiantes de octavo semestre de la licenciatura en química o carreras afines a la química, que hayan cursado la fase de fundamentación.
Sesiones	4 sesiones
Evaluación	<ul style="list-style-type: none"> - Participación en laboratorios y discusiones, así como la calidad y rigor de la marcha fitoquímica realizada. - Evidencias y soportes de la calidad del tratamiento con los flavonoides para la enfermedad neurodegenerativa alzheimer. - Presentación y defensa de la presentación de trabajo. - Propuesta de tratamiento coherente, científica y bien fundamentada.
Recursos	<ul style="list-style-type: none"> - Artículos científicos sobre flavonoides y Alzheimer. - Bases de datos de laboratorios o estudios previos. - Softwares bioinformáticos para analizar los resultados.

Elaboración propia

3. FUNDAMENTO TEÓRICO DE LA UNIDAD

En este apartado se le brindará información relevante sobre los temas que debe tratar con sus estudiantes, los cuales estarán involucrados en todo el proceso de la unidad didáctica enfocado en el ABP.

3.1. Enfermedad neurodegenerativa Alzheimer (EA).

Lorenzo, Lozano, Ghazi, y González (2023) Es un trastorno neurodegenerativo que se caracteriza por la acumulación de péptidos β -amiloide (β -40 y β -42) y la formación de ovillos neurofibrilares, lo que conduce a una progresiva pérdida de la función cognitiva. A pesar de su creciente prevalencia y el significativo impacto en la salud pública, aún no existe una cura para esta enfermedad. Dada la complejidad de los mecanismos patogénicos subyacentes, la investigación se ha enfocado en identificar factores modificables que puedan reducir el riesgo de desarrollar EA. En este sentido, la nutrición ha emergido como una posible vía para prevenir o retrasar la aparición de esta enfermedad. El presente trabajo tiene como objetivo revisar la evidencia científica disponible sobre el papel de la nutrición en la prevención de la EA.

3.2 Importancia en las plantas medicinales.

Cortés, (2022) Las plantas medicinales han sido utilizadas por diversas culturas a lo largo de la historia como una fuente de compuestos bioactivos con propiedades terapéuticas. En los últimos años, se ha incrementado el interés en el potencial de estas plantas para el tratamiento de enfermedades neurodegenerativas como el Alzheimer. La razón principal detrás de este interés es la presencia en las plantas de una amplia variedad de compuestos químicos, como flavonoides, terpenoides y alcaloides, que poseen propiedades antioxidantes, antiinflamatorias y neuroprotectoras. Estas propiedades pueden ayudar a modular los

procesos patológicos asociados a las enfermedades neurodegenerativas, como la formación de placas amiloides y la muerte neuronal.

Además, los extractos de plantas medicinales suelen contener una combinación compleja de compuestos que pueden actuar de forma sinérgica, potenciando sus efectos terapéuticos. A diferencia de muchos fármacos sintéticos, los compuestos naturales presentes en las plantas medicinales generalmente tienen un perfil de seguridad más favorable, con menos efectos secundarios. Sin embargo, es importante destacar que la eficacia y seguridad de los tratamientos a base de plantas medicinales pueden variar dependiendo de la calidad de los productos, la dosis utilizada y las características individuales de cada paciente.

Otro aspecto a considerar es la diversidad química de las plantas medicinales, que ofrece un amplio abanico de moléculas con potencial terapéutico. Esto permite explorar nuevas estrategias para el tratamiento de enfermedades neurodegenerativas y superar las limitaciones de los tratamientos convencionales. Además, el costo relativamente bajo de muchas plantas medicinales las convierte en una opción atractiva para poblaciones con recursos limitados.

No obstante, es fundamental reconocer que se requiere más investigación para comprender plenamente los mecanismos de acción de los compuestos bioactivos presentes en las plantas medicinales y para establecer su eficacia y seguridad a largo plazo. La variabilidad en la calidad de los productos a base de plantas medicinales también representa un desafío importante, ya que dificulta la estandarización de los tratamientos y la comparación de los resultados de diferentes estudios.

3.3 Importancia de los flavonoides como compuestos bioactivos.

Hernández, Isern y Irurzun (2019) Los flavonoides son compuestos bioactivos de gran importancia debido a sus múltiples beneficios para la salud y su papel en la prevención de diversas enfermedades. Estos compuestos, presentes en una amplia variedad de frutas, verduras y plantas, actúan como antioxidantes, lo que significa que ayudan a neutralizar los radicales libres en el organismo. Esta propiedad antioxidante es crucial para reducir el riesgo de enfermedades crónicas, como enfermedades cardiovasculares y ciertos tipos de cáncer, al proteger las células del daño oxidativo.

Además, los flavonoides tienen efectos antiinflamatorios y antimicrobianos, lo que contribuye a la mejora de la salud general. Se ha demostrado que su consumo está asociado con la reducción de la presión arterial y la mejora de la función endotelial, lo que es

fundamental para la salud cardiovascular. También se ha observado que los flavonoides pueden modular la respuesta hormonal, actuando como fitoestrógenos, lo que puede ser beneficioso durante la menopausia y en la prevención de enfermedades relacionadas con el desequilibrio hormonal. En el ámbito de la medicina tradicional y natural, los flavonoides han sido utilizados por sus propiedades terapéuticas, y su inclusión en la dieta se ha relacionado con una mejor calidad de vida y bienestar. La investigación continúa explorando sus efectos en la salud, lo que resalta la importancia de estos compuestos en la nutrición y la prevención de enfermedades.

4. RUTA METODOLÓGICA.

Se presentan las diversas actividades propuestas las cuales se pueden llevar a cabo en cuatro sesiones, con el propósito de familiarizar a los estudiantes con los conceptos que se abordarán y que generen una solución a la situación problema. Se realiza la contextualización mediante un caso ficticio de un familiar diagnosticado con Alzheimer y la búsqueda de alternativas de tratamiento natural basado en flavonoides.

A. Situación problema:

La enfermedad de Alzheimer representa una creciente crisis de salud pública en Colombia, donde se estima que más de 200.000 personas viven con demencia, siendo el Alzheimer la causa más común. Esta cifra, que tiende a aumentar debido al envejecimiento de la población, impacta no solo a los individuos afectados, sino también a sus familias y al sistema de salud.

En respuesta a esta problemática, el Plan de Acción Global sobre la Respuesta de Salud Pública a la Demencia 2017–2025, promovido por la Organización Mundial de la Salud (OMS), propone como objetivo lograr que la demencia sea prevenible y que las personas afectadas, junto a sus cuidadores, reciban atención digna y adecuada. Colombia, como país de ingresos medios, enfrenta una situación especialmente compleja.

Las estimaciones de prevalencia de demencia en el país varían entre 1,3% y 23,6%, según diferentes estudios. Además, Colombia alberga la mayor población mundial afectada por una mutación genética (PSEN1), asociada al Alzheimer de inicio temprano. Los costos asociados al cuidado de personas con Alzheimer, tanto directos como indirectos, representan una carga significativa para la sociedad colombiana, y la falta de acceso a servicios especializados agrava aún más la situación.

Por esta razón, la investigación y la implementación de intervenciones innovadoras son cruciales para mitigar el impacto del Alzheimer en el país.

En este momento docente debe relacionar al estudiante con el contexto sobre la enfermedad y la situación problema planteada, por ello, a los estudiantes se les involucra como el personaje principal, donde ellos tendrán a sus abuelas que comenzó a sufrir Alzheimer, diciéndoles la siguiente historia:

Hace un año, Rosa de 68 años, fue diagnosticada con Alzheimer en una consulta médica después de que su familia observa algunos cambios preocupantes en su comportamiento. Al principio, usted como niet@ y Armando su tío, pensaban que eran olvidos de la edad, como perder las llaves, no recordar que iba a realizar, confundir fechas, confundir nombres. Sin embargo, con el tiempo, su abuela comenzó a repetir las mismas preguntas constantemente, olvidar nombres de los familiares y hasta llegar a perderse en su vecindario.

Usted y Armando la llevaron al neurólogo, quien, tras varias pruebas cognitivas y estudios médicos como: pruebas de estado mental, pruebas neuropsicológicas (cognitivas, funcionales y conductuales), imágenes por tomografía computarizada, RMN (resonancia Magnética) y prueba de líquido cefalorraquídeo. Lo cual confirmó que Rosa tenía Alzheimer en una fase temprana. Aunque la noticia fue difícil y preocupante, usted y su familia se comprometieron a cuidarla y buscar soluciones para mejorar su calidad de vida.

Usted es estudiante de química de la universidad, está en el semestre donde debe seleccionar su tesis. Al pasar por esta situación difícil con su abuela decide buscar posibles tratamientos naturales para el Alzheimer y ayudarla. Comienza buscando información, leyendo e investigando sobre antioxidante, antiinflamatorio, estrés oxidativo, flavonoide y Alzheimer.

En su búsqueda encontró que los flavonoides presentes en algunas plantas, podrían tener efectos neuroprotectores por la estructura de este compuesto. Queriendo ayudar a su abuela para que pueda conservar un poco más su independencia por el mayor tiempo posible, decidió estudiar cómo extraer estos compuestos de manera efectiva para desarrollar una alternativa complementaria al tratamiento médico. Por consiguiente, usted realiza un proceso de extracción adecuado para obtener estos compuestos que permita desarrollar una alternativa viable para mejorar la calidad de vida y reducir la dependencia en la familia.

Pregunta

orientadora:

¿Por qué el ejemplar vegetal seleccionado es una buena alternativa para el posible tratamiento del Alzheimer de su abuela y como los flavonoides actuarían de manera efectiva?

Recuerde que sus estudiantes tendrán que tener en cuenta los siguientes aspectos para llevar de mejor manera la unidad didáctica:

- B. Investigación: Los estudiantes deben investigar y analizar la evidencia científica que tienen los flavonoides en relación con el Alzheimer, por medio de artículos científicos, laboratorios o diferentes software bioinformáticos. Posterior a esto se debe realizar un debate sobre la comprensión que tuvieron con los artículos.
- C. Exploración: Los estudiantes deben evaluar, analizar y mostrar evidencia de la efectividad de los flavonoides en el tratamiento del Alzheimer.
- D. Discusión: Los estudiantes realizan un posible tratamiento al caso que se les dio, considerando las necesidades, características encontradas y los análisis.
- E. Propuesta: Los estudiantes presentan el diseño de tratamiento y discuten los resultados obtenidos sobre las implicaciones que tienen los flavonoides de la planta seleccionada para la salud.

Tabla 2. Temporalización

Sesiones	Actividades principales	
1	Investigación	Análisis crítico de literatura científica
2	Exploración	Extracción de compuestos y análisis fitoquímico
3	Discusión	Interpretación de resultados y formulación de propuestas
4	Propuesta	Presentación de tratamientos basados en resultados experimentales.

Elaboración propia

4.1 Desarrollo metodológico

Esta unidad didáctica se desarrollará en cuatro sesiones de trabajo planificadas para facilitar el aprendizaje activo y significativo en los estudiantes. Desde la primera sesión, el docente guiará la introducción del problema de estudio a través de una historia contextualizada que conecte emocional y cognitivamente con el alumno. Se entregarán artículos científicos y se dirigirán actividades de análisis conceptual, promoviendo la comprensión inicial de los términos clave relacionados con la enfermedad de Alzheimer y los flavonoides. En la segunda y tercera sesiones, el enfoque será práctico: los estudiantes realizarán procesos de extracción de compuestos bioactivos a partir de especies vegetales seleccionadas, y caracterizarán los extractos utilizando diversas técnicas de laboratorio.

Finalmente, en la cuarta sesión, los estudiantes analizarán sus resultados experimentales, formularán propuestas fundamentadas de tratamiento y presentarán sus conclusiones en un espacio de discusión académica.

Cada sesión está diseñada para fortalecer progresivamente las habilidades investigativas. Esta metodología asegura que los contenidos teóricos se apliquen en contextos reales de aprendizaje, consolidando la formación científica y práctica de los futuros profesionales en química y áreas de la salud.

Sesión 1. Caracterización

Actividad 1. Se deberá aplicar la encuesta inicial, que consta de cinco preguntas cerradas, para identificar el desarrollo de la habilidad analizar en los estudiantes. Esta se encuentra en el siguiente enlace:

[INSTRUMENTO DE CARACTERIZACIÓN](#)

Actividad 2.

Debe entregar dos artículos los cuales se encuentran a continuación:

[ARTÍCULOS.](#)

Estos artículos tratan sobre la enfermedad neurodegenerativa del Alzheimer y los flavonoides, los cuales presentan diferentes conceptos que los estudiantes deberán analizar, a partir de las lecturas deberán llegar a una conclusión sobre el significado de los siguientes términos: antioxidante, antiinflamatorio, estrés oxidativo, flavonoide y Alzheimer.

Se debe habilitar un espacio de mesa redonda donde los estudiantes expresen sus ideas y reflexiones sobre estos términos, basándose en la información de los artículos. Se deben plantear preguntas relacionadas para fomentar la argumentación y el pensamiento crítico las cuales se podrán observar a continuación:

- ¿Qué es neurodegeneración?
- ¿Qué es estrés oxidativo?
- ¿Qué es el proceso de neurodegeneración?
- ¿Porque el cerebro es susceptible al daño?
- ¿Qué es la enfermedad alzheimer y por qué se caracteriza?
- ¿Qué son los flavonoides y cuáles son sus características?
- Describa cómo es la actividad antioxidante de los flavonoides.
- ¿Cómo los flavonoides ayudan en la enfermedad neurodegenerativa del alzheimer?

- ¿Cuáles son los principales flavonoides antioxidantes?

En caso de que alguna pregunta no genere suficiente discusión, usted podrá formular preguntas adicionales que estimulen la participación activa, tales como:

- ¿Es viable utilizar tratamientos alternativos, como plantas medicinales y aceites esenciales, para ralentizar el progreso del Alzheimer?
- ¿El estrés oxidativo es una causa directa del Alzheimer o solo un factor que promueve la progresión de la enfermedad?
- ¿Los antioxidantes naturales pueden ser más efectivos que los fármacos?
- ¿Los alimentos y el estilo de vida pueden prevenir o retrasar el Alzheimer más que los medicamentos?
- ¿Debería promoverse una dieta rica en flavonoides como estrategia de salud para reducir el riesgo de Alzheimer?
- ¿Cómo se comparan los efectos neuroprotectores de los flavonoides respecto a otros compuestos antioxidantes?
- ¿El consumo de flavonoides en la dieta es suficiente para obtener beneficios, o se deberían administrar en suplementos concentrados?

Para garantizar una mejor comprensión en los estudiantes, deberá concluir con una explicación de los conceptos abordados, integrando tanto los significados extraídos de los artículos como información proveniente de otras fuentes confiables. Esto permitirá a los estudiantes contrastar y ampliar su conocimiento sobre los términos clave.

Para mayor facilidad docente, se le proporcionará una presentación realizada en la plataforma canva, la cual podrá utilizar en esta actividad y encontrará en el siguiente link:

Presentación apoyo

[MATERIAL DE APOYO](#)

Actividad 3. Presentará el laboratorio donde se deben seleccionar las diversas especies vegetales con presencia de compuestos bioactivos, como los flavonoides que tendrá cada grupo de laboratorio. En este apartado se le proporcionan 5 especies vegetales de las cuales podrá elegir para los grupos de estudiantes.

- Romero (Salvia rosmarinus)
- Toronjil (Melissa Officinalis)
- Sacha inchi (Plukenetia volubilis)
- Uña de gato (Uncaria tomentosa)

- Albahaca morada (*Ocimum Sanctum*)

Sesión 2 y 3. Exploración

En estas sesiones se deberá realizar la práctica de laboratorio con el propósito de que los estudiantes obtengan y analicen distintos resultados. Esto les permitirá aplicar los conceptos estudiados y fortalecer su comprensión mediante la experimentación.

1. Los estudiantes realizan el secado de la especie vegetal asignada y se harán dos métodos de extracción (Soxhlet - Hidroalcohólico) para obtener el extracto y realizar la respectiva marcha fitoquímica con el fin de determinar la presencia o ausencia de los principales grupos de metabolitos.

Recomendación: El grupo al que se le asignó la extracción hidroalcohólica debe colocar 20 g de la muestra triturada en una botella ámbar con 100 mL de etanol al 90% en la máquina de agitación durante 8 días antes de la segunda sesión.

2. Los estudiantes analizarán la estructura de la oleorresina por medio de la espectroscopia infrarroja con el objetivo de identificar sustancias químicas y grupos funcionales en los extractos obtenidos.

En el siguiente enlace ([GUÍA DE LABORATORIO](#)) encontrará el link que lo remite a la guía de laboratorio, deberá tener cuidado con los reactivos que se utilizarán en la práctica de las sesiones 2 y 3. Los estudiantes deberán manipular los reactivos con una máscara para gases, gafas de protección, guantes y bata (que cubra hasta las rodillas). Se debe tener en cuenta las buenas prácticas de laboratorio (BPL) para no tener accidentes o incidentes.

Sesión 4. Discusión y análisis.

Deberá fomentar la discusión y el análisis como parte del proceso de aprendizaje, permitiendo que sus estudiantes reflexionen, intercambien ideas y construyan el conocimiento de manera colectiva. Se debe buscar el desarrollo del pensamiento crítico y la capacidad de aplicar conocimientos en situaciones reales. Para ello, usted debe fomentar el análisis, la reflexión y la propuesta de estrategias por parte de los estudiantes para resolver el desafío planteado, este proceso fortalece la autonomía y las habilidades para la toma de decisiones.

Deberá analizar la propuesta de tratamiento que den sus estudiantes para el Alzheimer con los compuestos bioactivos denominados flavonoides de las distintas especies vegetales seleccionadas, para que ellos demuestren comprensión científica, trabajo en

equipo y habilidades de comunicación, para lo cual deberán tener en cuenta los siguientes aspectos:

1. Los estudiantes crearán un plan de tratamiento basado en los flavonoides de una especie vegetal, explicando los mecanismos implicados (por ejemplo, acción antioxidante, reducción de la inflamación cerebral, etc.).
2. Interpretación de los resultados obtenidos y elaborar una propuesta de tratamiento para el Alzheimer basados en la posible efectividad de los flavonoides.
3. Los estudiantes deben entregar una V heurística donde se evidencie todo el trabajo realizado en el laboratorio, además se debe evidenciar la solución al problema planteado.
4. Se fomentará la crítica constructiva y el debate entre los equipos.

Actividad 1.

1. Los estudiantes deberán entregar una V heurística de la investigación realizada.
2. Cada grupo presentará su propuesta de tratamiento ante la clase y explicará los hallazgos encontrados, así como la viabilidad basándose en los laboratorios experimentales realizados, donde usted podrá fomentar la crítica constructiva.
3. Cada grupo entregará una reflexión sobre el proceso de aprendizaje, sus aportes y lo que han aprendido sobre el Alzheimer y los tratamientos alternativos.

Actividad 2.

Al finalizar esta unidad didáctica, los estudiantes habrán fortalecido la habilidad investigativa al analizar el papel de los principios bioactivos en el posible tratamiento de Alzheimer. A través de las actividades propuestas, han desarrollado competencias esenciales como la capacidad de análisis y la resolución de problemas en el ABP, las cuales son habilidades clave para su formación en el área de la química. Se espera que los conocimientos adquiridos sirvan como base para enfrentar futuros desafíos académicos y científicos.

Este apartado es fundamental, ya que permite identificar el nivel de desarrollo y comprensión que han alcanzado los estudiantes en relación con el aprendizaje esperado. Como docente, le permitirá reconocer dificultades, reforzar conceptos y ajustar la estrategia pedagógica según las necesidades del grupo.

- Análisis de muestras vegetales y prácticas de laboratorio.

- Evaluar la capacidad en la realización correcta de la marcha fitoquímica y espectroscopia infrarroja.
- Entrega de una V heurística que resume la investigación sobre los flavonoides de la especie vegetal escogida y su relación con el Alzheimer. Esta debe contener:
 - Calidad de las fuentes utilizadas (científicas, actualizadas, confiables).
 - Claridad y coherencia en la presentación de la información.
 - Capacidad de análisis crítico sobre el tema.
 - Capacidad en responder la pregunta problema.
- Presentación oral donde se evalúa la claridad, el rigor científico y la habilidad para defender la propuesta ante la clase.

Para mayor facilidad podrá guiarse de la siguiente rúbrica de evaluación que lo ayudara a tener mejor claridad en los requisitos de la presentación oral:

Tabla 3. Rúbrica de evaluación

Criterios de evaluación	excelente	bueno	aceptable	bajo
Comprensión del tema	El estudiante demuestra una comprensión profunda y clara del tema. Puede analizar en detalle los diferentes aspectos y relaciones.	El estudiante demuestra una comprensión adecuada del tema. puede identificar los principales aspectos y relaciones.	El estudiante demuestra una comprensión básica del tema. puede identificar algunos aspectos y relaciones	El estudiante demuestra una comprensión limitada del tema. No logra identificar los principales aspectos y relaciones
Análisis crítico	El estudiante realiza un análisis crítico exhaustivo del tema, identificando fortalezas, debilidades y	El estudiante realiza un análisis crítico adecuado del tema, identificando algunas fortalezas,	El estudiante realiza un análisis crítico básico del tema, identificando algunas fortalezas o debilidades,	El estudiante no logra realizar un análisis crítico del tema. No identifica fortalezas, debilidades ni posibles

	posibles mejoras.	debilidades y posibles mejoras.	pero sin profundizar.	mejoras.
Uso de evidencia y argumentación	El estudiante utiliza una amplia variedad de evidencias relevantes y argumenta de forma sólida y convincente.	El estudiante utiliza evidencias relevantes y argumenta de forma coherente y clara.	El estudiante utiliza algunas evidencias relevantes y argumenta de forma básica.	El estudiante no utiliza evidencias relevantes ni argumenta de forma clara.
Originalidad y creatividad	El estudiante presenta ideas originales y creativas, aportando nuevas perspectivas al análisis del tema.	El estudiante presenta ideas en su mayoría originales y creativas, aportando nuevas perspectivas al análisis del tema.	El estudiante presenta ideas en su mayoría convencionales y poco creativas	El estudiante no presenta ideas originales ni creativas.

Tomada de:

- Para finalizar se debe enviar la prueba de salida para evaluar la habilidad investigativa analizar, la cual encontrará a continuación:

[INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN.](#)

5. PONDERACIÓN DE PORCENTAJES

En este apartado se le da una posible ponderación de las actividades realizadas para las respectivas notas, dando en total un 100%. Estas pueden ser modificadas como usted desee y vea mejor para su grupo de estudiantes.

V heurística de la investigación: 25%

Actividad experimental: 25%
Propuesta de tratamiento: 25%
Presentación del proyecto: 20%
Reflexión final: 5%

1. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Castro, H. (2022) BÚSQUEDA DE PLANTAS MEDICINALES COMO ALTERNATIVA TERAPÉUTICA A ENFERMEDADES NEURODEGENERATIVAS EMPLEANDO COMO MODELO DE TAMIZAJE EL NEMÁTODO *Caenorhabditis elegans*. REVISIÓN
- Hernández, S. Marino, L. ; Isern, D.; Coria, I. y Irurzun, I. (2019). FLAVONOIDES: APLICACIONES MEDICINALES E INDUSTRIALES https://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/113738/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Lorenzo-Mora, Ana María, Lozano-Estevan, María del Carmen, Ghazi, Yalda, y González-Rodríguez, Liliana G. (2023). Enfermedad de Alzheimer. Evidencia actual sobre el papel preventivo de la nutrición. *Nutrición Hospitalaria*, 40(spe2), 41-45. Epub 18 de diciembre de 2023. <https://dx.doi.org/10.20960/nh.04954>
- 2010-2021. <https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1155&context=biologia>
Solis, J.C (2023). CUESTIONARIO DE ESCALA VALORATIVA SOBRE HABILIDADES DE INVESTIGACIÓN

UNIDAD DIDÁCTICA

**MEMORIAS VIVAS:
DESCUBRIENDO EL
ROL DE LOS
FLAVONOIDEOS EN
LA PREVENCIÓN
DEL ALZHEIMER**


**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA
NACIONAL**
Educadora de educadores


ημελιά
Bogotá
Colombia

 **ACS**
Chemistry for Life®

**VIVIANA GOMEZ Y
JESSICA PARADA**

1. SITUACIÓN PROBLEMA.

Querido estudiante se le dará una situación hipotética donde usted tendrá el objetivo de resolverla por medio del conocimiento que obtuvo con la metodología Aprendizaje Basado en Problemas.

La enfermedad de Alzheimer representa una creciente crisis de salud pública en Colombia, donde se estima que más de 200.000 personas viven con demencia, siendo el Alzheimer la causa más común. Esta cifra, que tiende a aumentar debido al envejecimiento de la población, impacta no solo a los individuos afectados, sino también a sus familias y al sistema de salud.

En respuesta a esta problemática, el Plan de Acción Global sobre la Respuesta de Salud Pública a la Demencia 2017–2025, promovido por la Organización Mundial de la Salud (OMS), propone como objetivo lograr que la demencia sea prevenible y que las personas afectadas, junto a sus cuidadores, reciban atención digna y adecuada. Colombia, como país de ingresos medios, enfrenta una situación especialmente compleja.

Las estimaciones de prevalencia de demencia en el país varían entre 1,3% y 23,6%, según diferentes estudios. Además, Colombia alberga la mayor población mundial afectada por una mutación genética (PSEN1), asociada al Alzheimer de inicio temprano. Los costos asociados al cuidado de personas con Alzheimer, tanto directos como indirectos, representan una carga significativa para la sociedad colombiana, y la falta de acceso a servicios especializados agrava aún más la situación.

Por esta razón, la investigación y la implementación de intervenciones innovadoras son cruciales para mitigar el impacto del Alzheimer en el país.

Hace un año, Rosa de 68 años, fue diagnosticada con Alzheimer en una consulta médica después de que su familia observa algunos cambios preocupantes en su comportamiento. Al principio, usted como niet@ y Armando su tío, pensaban que eran olvidos de la edad, como perder las llaves, no recordar que iba a realizar, confundir fechas, confundir nombres. Sin embargo, con el tiempo, su abuela comenzó a repetir las mismas preguntas constantemente, olvidar nombres de los familiares y hasta llegar a perderse en su vecindario.

Usted y Armando la llevaron al neurólogo, quien, tras varias pruebas cognitivas y estudios médicos como: pruebas de estado mental, pruebas neuropsicológicas (cognitivas, funcionales y conductuales), imágenes por tomografía computarizada, RMN (resonancia

Magnética) y prueba de líquido cefalorraquídeo. Lo cual confirmó que Rosa tenía Alzheimer en una fase temprana. Aunque la noticia fue difícil y preocupante, usted y su familia se comprometieron a cuidarla y buscar soluciones para mejorar su calidad de vida.

Usted es estudiante de química de la universidad, está en el semestre donde debe seleccionar su tesis. Al pasar por esta situación difícil con su abuela decide buscar posibles tratamientos naturales para el Alzheimer y ayudarla. Comienza buscando información, leyendo e investigando sobre antioxidante, antiinflamatorio, estrés oxidativo, flavonoide y Alzheimer.

En su búsqueda encontró que los flavonoides presentes en algunas plantas, podrían tener efectos neuroprotectores por la estructura de este compuesto. Queriendo ayudar a su abuela para que pueda conservar un poco más su independencia por el mayor tiempo posible, decidió estudiar cómo extraer estos compuestos de manera efectiva para desarrollar una alternativa complementaria al tratamiento médico. Por consiguiente, usted realiza un proceso de extracción adecuado para obtener estos compuestos que permita desarrollar una alternativa viable para mejorar la calidad de vida y reducir la dependencia en la familia.

Pregunta

orientadora:

¿Por qué el ejemplar vegetal seleccionado es una buena alternativa para el posible tratamiento del Alzheimer de su abuela y como los flavonoides actuarían de manera efectiva?

2. ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE.

En esta unidad didáctica, trabajaremos con la metodología de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), lo que significa que serán los protagonistas de su propio aprendizaje. En las actividades se enfrentarán a una situación problema real, que los guiará a investigar, analizar y proponer soluciones en equipo. Desarrollarán conocimientos teóricos, pensamiento crítico, comunicación y trabajo colaborativo. El objetivo no es solo encontrar respuesta, sino aprender a hacer preguntas y reflexionar sobre el proceso.

Sesión 1. Actividades.

Durante la clase. En la primera sesión, se aplicará una encuesta de 5 preguntas cerradas con el propósito de identificar sus percepciones respecto al tema.

Estimado(a) estudiante(a)

Agradecemos su apoyo y colaboración con su participación en este ejercicio de caracterización, le invitamos a diligenciar el instrumento completamente, de manera honesta

y de acuerdo con su criterio.

El presente instrumento tiene como finalidad conocer sus percepciones y experiencias frente al contexto de los principios bioactivos y hace parte de la fase de caracterización del proyecto. Cuenta con una sección de preguntas cerradas con escala de calificación que es la siguiente 1: completamente en desacuerdo, 2: en desacuerdo, 3: ni en desacuerdo ni de acuerdo, 4: de acuerdo y 5: completamente de acuerdo

Instrumento de caracterización de la habilidad investigativa analizar.						
N°	Items.	1	2	3	4	5
1	Puedo discernir información relevante de información no relevante.					
2	Se como identificar sesgos o prejuicios en la información que revisó.					
3	Tengo la capacidad de evaluar la calidad de las evidencias presentadas de un estudio o fuente.					
4	Soy capaz de sintetizar información de múltiples fuentes de manera efectiva.					
5	Puedo formular conclusiones respaldadas por evidencia sólida.					

Tomada de: Solis. J.C (2023).

De los dos artículos entregados por el docente, deberá construir una definición clara de los siguientes términos: *antioxidante*, *antiinflamatorio*, *estrés oxidativo*, *flavonoide* y *Alzheimer*.

[ARTÍCULOS.](#)

Investigación: Estudiante deberá investigar y analizar la evidencia científica sobre la relación entre los flavonoides y el alzheimer utilizando artículos científicos, laboratorios o software bioinformáticos.

Clases 2 y 3.

Actividades. El docente le proporcionará la guía de laboratorio que utilizará en las siguientes dos sesiones.

1. Usted debe realizar el secado de la especie vegetal asignada y se harán por dos posibles métodos de extracción (Soxhlet - Hidroalcohólico) para obtener el extracto y realizar la respectiva marcha fitoquímica con el fin de determinar la presencia o ausencia de los principales grupos de metabolitos.

Recomendación: El grupo al que se le asignó la extracción hidroalcohólica debe colocar 20 g de la muestra triturada en una botella ámbar con 100 mL de etanol al 90% en la máquina de agitación durante 8 días antes de la segunda sesión.

2. Analizarán la estructura de la oleoresina por medio de la espectroscopia infrarroja con el objetivo de identificar sustancias químicas y grupos funcionales en los extractos obtenidos.

Material de aprendizaje.

[PRÁCTICA DE LABORATORIO.](#)

Características cualitativas de grupos funcionales.

1. Principio químico.

Análisis fitoquímico.

La fitoquímica se dedica a investigar los compuestos químicos de especies vegetales, conocidos como metabolitos secundarios. Estos incluyen los fenoles y polifenoles, quinonas, flavonoides y flavonoides, taninos, cumarinas, terpenoides y aceites esenciales, alcaloides, lectinas y polipéptidos, glucósidos y saponinas (Prashant. 2011). Para identificar la naturaleza química de estos compuestos presentes en el material vegetal se emplean diferentes técnicas, como pueden ser tamizaje fitoquímico, cromatografía de gases, cromatografía de capa delgada, entre otras

Tamiz fitoquímico.

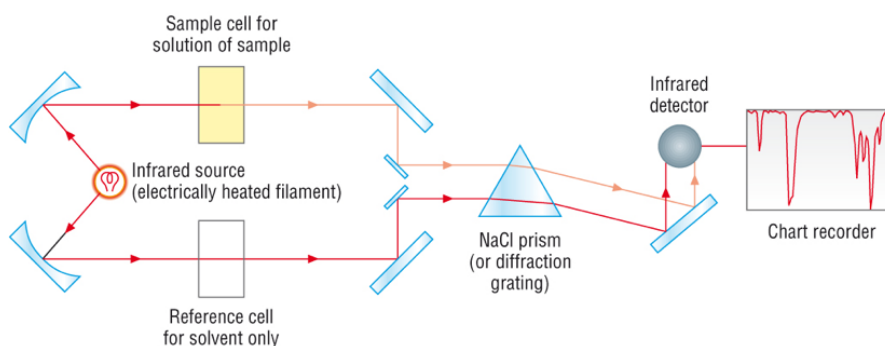
Los ensayos fitoquímicos tradicionales, basados en reacciones de coloración sencillas y económicas, continúan siendo una primera aproximación confiable para evaluar la composición química de los extractos vegetales. Aunque técnicas más avanzadas ofrecen una mayor resolución (Sharapin 2000). Esto permite detectar rápidamente la presencia de diversos grupos de compuestos. Esta información cualitativa es esencial para orientar estudios posteriores y seleccionar los extractos más prometedores para el aislamiento y caracterización de compuestos bioactivos.

Tabla 1. Reacciones de identificación de metabolitos secundarios en material vegetal.

<i>Metabolito o grupo</i>	<i>Reacciones</i>
<i>Alcaloides</i>	Mayer, Wagner, Dragendorff, Hager
<i>Carbohidratos</i>	Molisch
<i>Azúcares reductores</i>	Benedict y Fehling
<i>Glucósidos antraquinónicos</i>	Borntrager modificada
<i>Glucósidos cardiotónicos</i>	Legal
<i>Saponinas</i>	Formación de espuma
<i>Fitoesteroles</i>	Salkowski (triterpenos), Liebermann-Burchard (fitoesteroles en general)
<i>Fenoles</i>	Cloruro férrico
<i>Taninos</i>	Con gelatina
<i>Flavonoides</i>	Con hidróxido de sodio y con acetato de plomo
<i>Proteínas</i>	Xantoproteica
<i>Aminoácidos</i>	Con ninhidrina
<i>Diterpenos</i>	Con acetato de cobre

Tomado de: Prashant, 2011.

Espectroscopia infrarroja (IR). Aparicio, Ariza, Calvo, Daza y Echávez (2012) El principio fundamental IR radica en la capacidad de las moléculas para absorber radiación infrarroja a frecuencias específicas. En este proceso, un haz de luz infrarroja, modulado mediante un interferómetro, incide sobre la muestra. Dependiendo del tipo de análisis la luz puede atravesar la muestra o reflejarse en su superficie. La interacción de la radiación con las moléculas provoca cambios en la intensidad del haz, generando un interferograma. La absorción de esta radiación por parte de las moléculas de la muestra generan un patrón de interferencia único que es detectado y transformado matemáticamente para obtener el espectro infrarrojo característico de la sustancia.



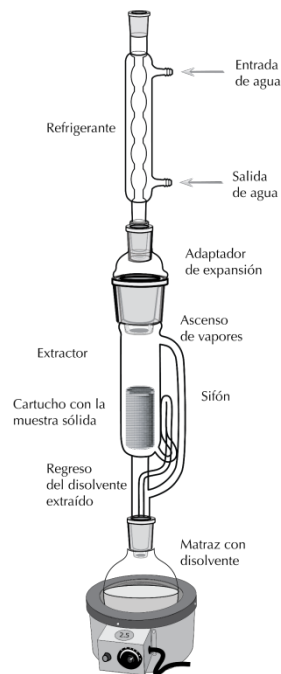
Tomado de: Xin Liu, (sf)

Métodos de extracción:

Las oleorresinas son extractos concentrados obtenidos de plantas. A diferencia de los aceites esenciales, las oleorresinas contienen compuestos volátiles, compuestos no

volátiles (pigmentos), siendo extractos más complejos. Son extractos ricos en compuestos capaces de aportar aroma, sabor y color. - (Ramalho, 2022)

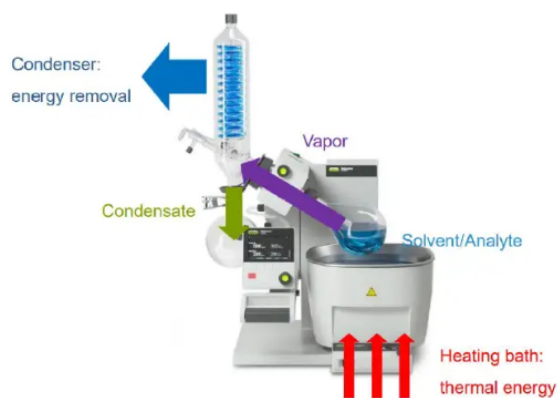
Extracción soxhlet. Este método de extracción permite la separación de compuestos por la acción de un solvente, la cual consiste en el continuo lavado de un bólido con un solvente que va extrayendo los compuestos activos, de esta manera se extrae el compuesto menos soluble. Esta extracción permite determinar y cuantificar grasas presentes en los alimentos.



Tomado de: Viresa (2021).

Destilación rotavapor. Es un instrumento que evapora sustancias mediante la destilación para luego volver a condensarlas y poder separar los componentes básicos entre sí. Tiene una conexión con la bomba de vacío al sistema cerrado del rotavapor, lo cual reduce la presión del sistema y disminuye el punto de ebullición del disolvente. Se utiliza para purificar un líquido, para destilar solventes o para concentrar una muestra.

Es importante el control del vacío, puesto que si la condensación tiene un alto nivel de presión baja existen muchas emisiones del solvente, lo cual hace llegar solvente a la bomba. Si la presión es alta, no hay evaporación por lo que demorará más tiempo. -(Keila Chaves, s,f)



Tomado de: Chaves. (s,f)

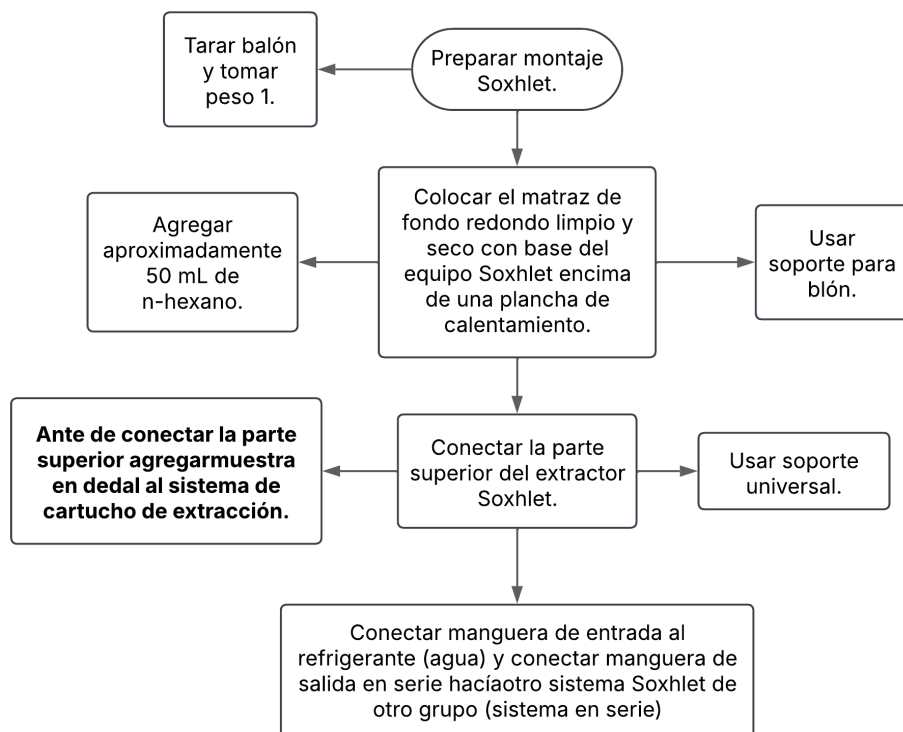
2. Materiales y reactivos.

<ul style="list-style-type: none"> ● 8 Tubos de ensayo ● Gradilla ● Espátula ● Erlenmeyer con desprendimiento lateral ● Gotero ● Papel filtro cualitativo ● Refrigerante boca abierta (reflujo) ● Balón fondo plano redondo 250 mL ● Extractor Soxhlet ● Refrigerante soxhlet ● 2 mangueras ● Desecador. ● Matraz de fondo redondo (250 mL) ● Papel filtro o thimbles (dedos de extracción) para Soxhlet ● Agitador de vidrio 	<ul style="list-style-type: none"> ● Tubo de ensayo con tapa ● Escobilla ● Ácido clorhídrico al 37% ● Reactivo de Mayer ● Reactivo de Dragendorff ● Cloruro de Aluminio ● Magnesio granulado ● Reactivo de Benedict 	<ul style="list-style-type: none"> ● Reactivo de Molish ● Etanol ● Hidróxido de sodio 10% ● Ácido sulfúrico ● Cloruro férrico 2% ● Reactivo de ninhidrina ● Ácido Nítrico ● N-hexano: Solvente para la extracción de grasas (C₆H₁₄) (50 mL)
--	---	---

<ul style="list-style-type: none"> ● Termómetro ● Estufa ● Algodón ● Muestra de alimento seco y molido ● Beaker 100 mL ● Beaker 50 mL ● Pipeta graduada de 10 mL ● Frasco lavador 		
---	--	--

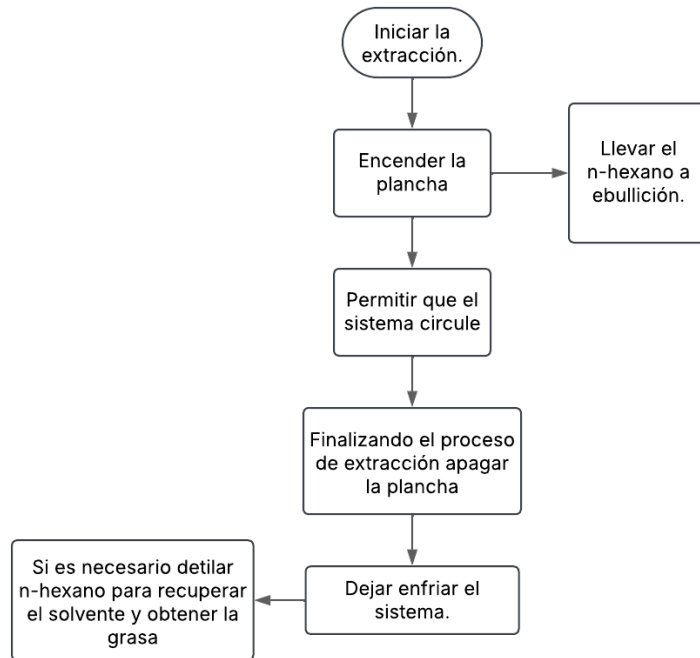
3. Metodología.

1. Montaje Soxhlet.



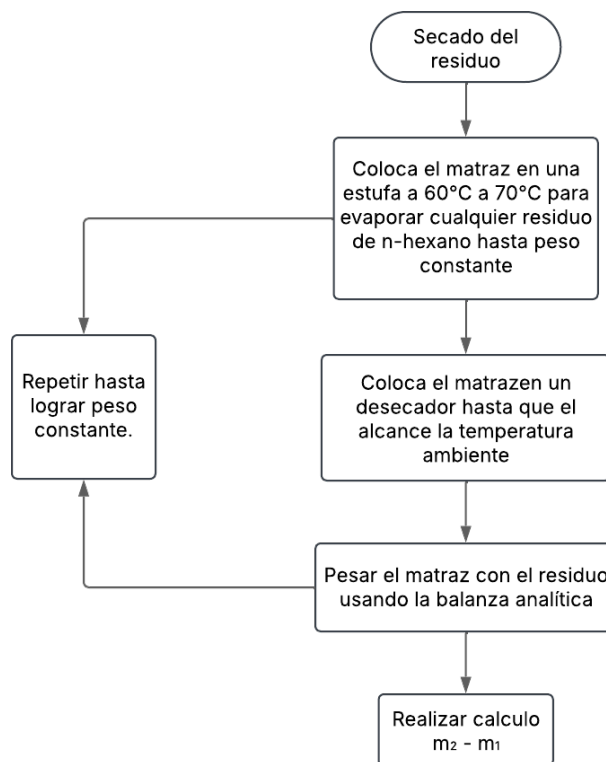
Tomado de: (Randall y Carpenter, 1980).

2. Extracción del solvente.



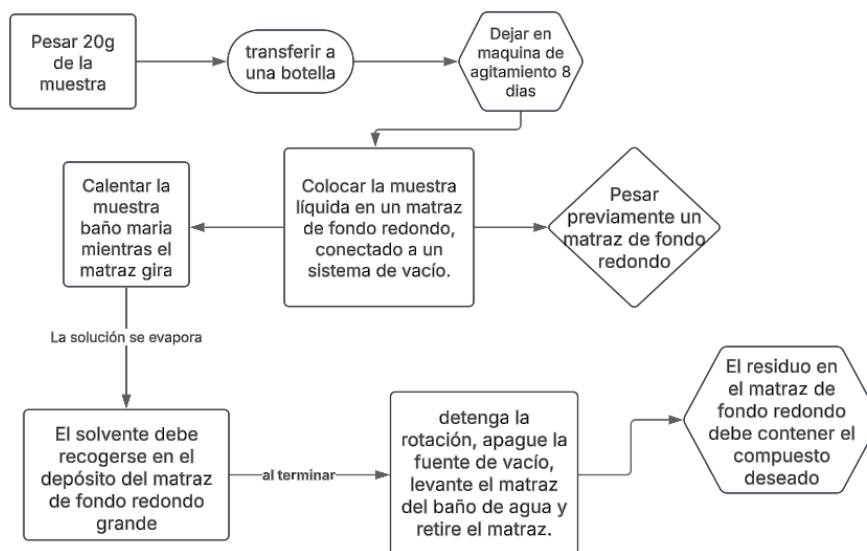
Tomado de: (Randall y Carpenter, 1980).

3. Determinación del contenido.



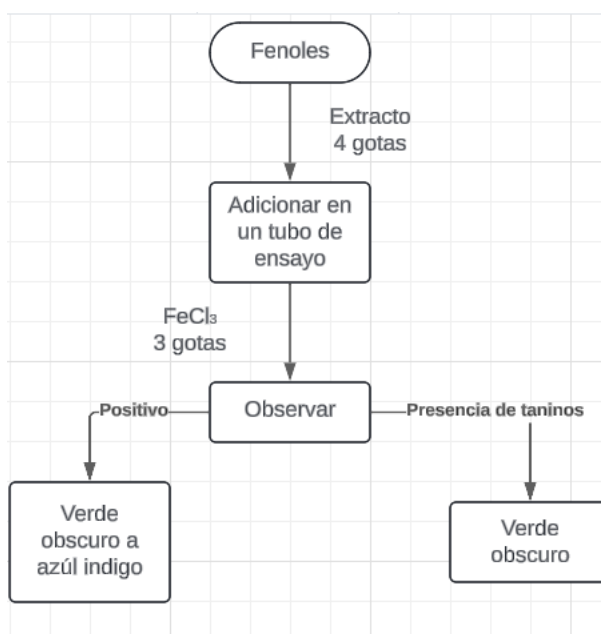
Tomado de: (Randall y Carpenter, 1980).

4. Montaje rotavapor.



Tomado de: (Nichols, s,f).

5. Presencia de fenoles. Prueba de cloruro férrico al 12.5% ($FeCl_3$):

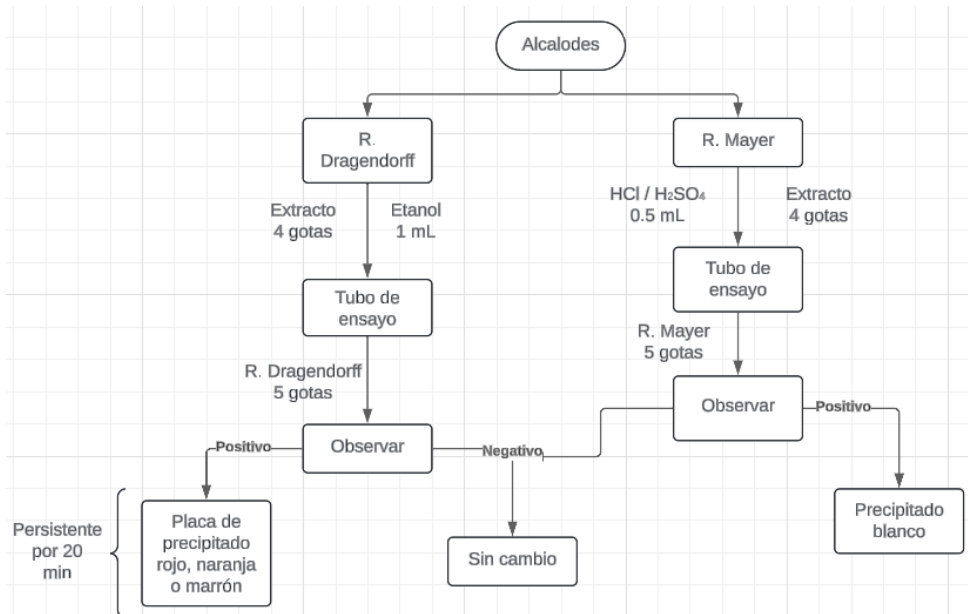


Tomado de: (Bulugahapitiya, 2013).

6. Presencia de alcaloides.

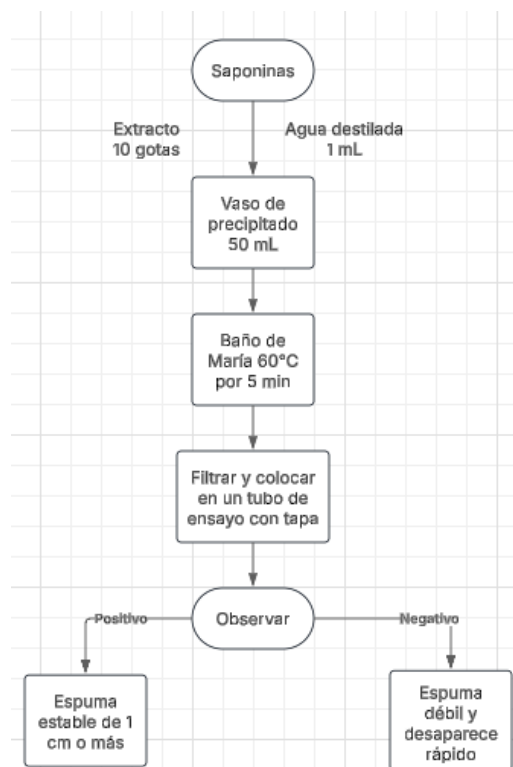
Preparación de Dragendorff: Se mezclan 8 g de Nitrato de Bismuto pentahidratado en 20 mL de Ácido Nítrico al 30% con una solución de 27.2 g de Yoduro de Potasio en 50 mL de agua. Se deja en reposo por 24 h, se decanta y se afora a 100 mL.

Preparación de Mayer: En un matraz Erlenmeyer de 125 mL, disolver 1.36 g de Cloruro de Mercúrico con 60 mL de agua. En otro matraz de la misma capacidad, disolver en agua 5 g de Yoduro de Potasio. Mezclar las soluciones y aforar a 100 mL con agua destilada.



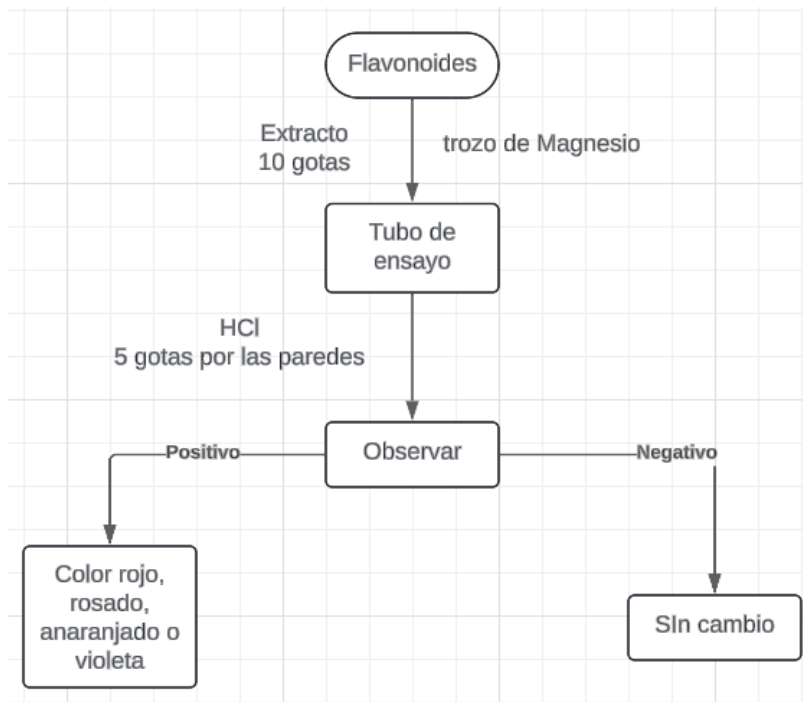
Tomado de: (Coy, C.A., Parra, J., Cuca, L.E. 2014).

7. Prueba de espuma (Saponinas).



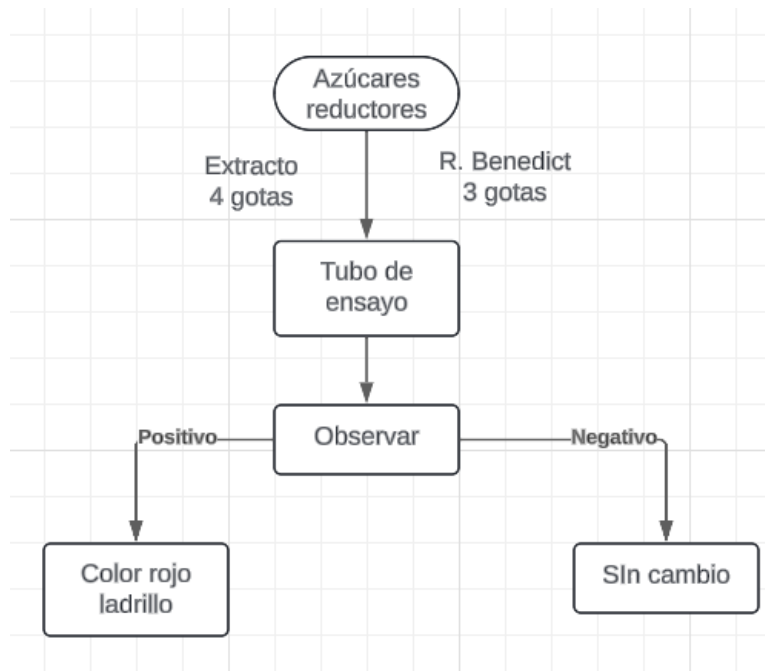
Tomado de: (Latinreco 1991).

8. Detección de flavonoides (Ensayo de Shinoda).



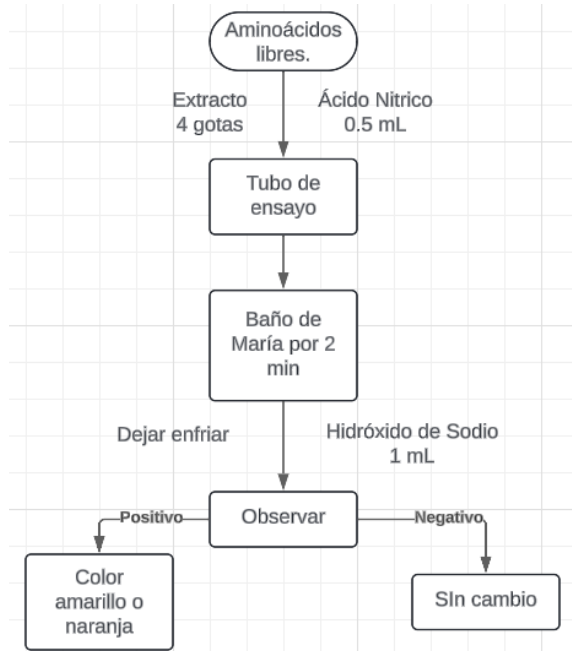
Tomado de: (Bulugahapitiya, 2013)

9. Azúcares reductores (Prueba de Benedict).



Tomado de: (Khattak, y otros, 2017).

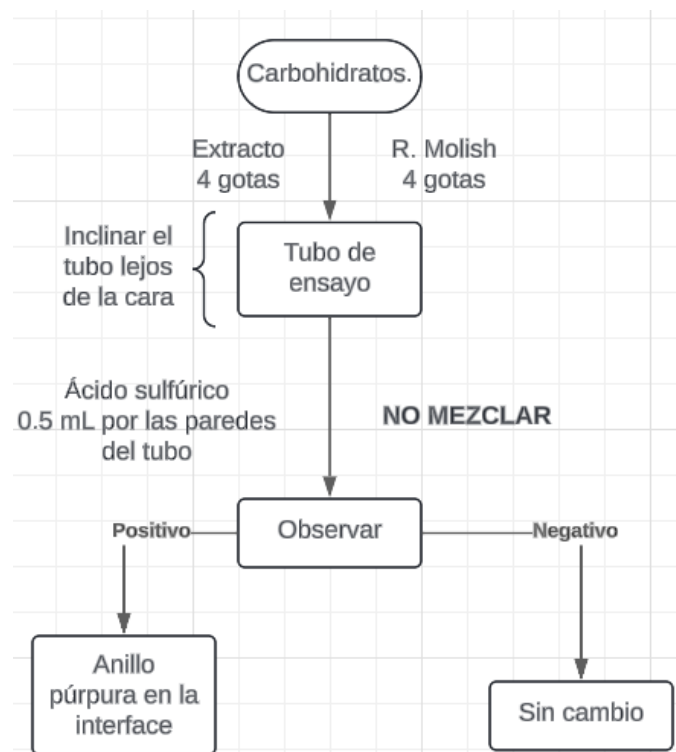
10. Aminoácidos libres (Prueba de Xantoproteica)



Tomado de: (Anónimo, 2020)

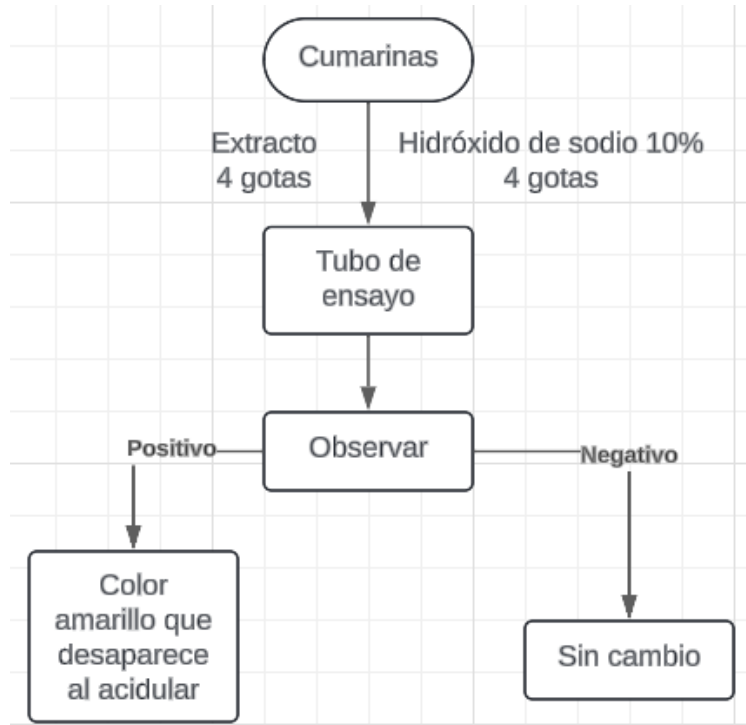
11. Carbohidratos (Reactivo de Molisch).

Preparación del reactivo de Molish: Disolver 0.5 g de α -naftol en 100 ml de etanol. Ácido sulfúrico concentrado (H_2SO_4).



Tomado de: (Calcedo, W. 2014)

12. Cumarinas



Tomado de: (J. T Baker, sf.)

5. Cálculo de porcentaje de oleorresina.

$$\% \text{ Oleorresina} = \frac{\text{Peso del residuo (g)}}{\text{Peso de la muestra (g)}} * 100$$

6. Referencias bibliográficas

Prashant, T., Bimlesh, K., Mandeep, K., Gurpreet, K. and Harleen, K. (2011). Phytochemical Screening and Extraction: a Review. *Internationale Pharmaceutica Scientia*. (1) 1: 98-106.

Lock, D. U. (1988). "Investigación Fitoquímica" Métodos En El Estudio De Productos Naturales. Pontificia Universidad Católica del Perú.

Randall, R. C., y Carpenter, D. E. (1980). Soxhlet extraction of fats from foods: A simplified procedure. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 57(6), 342-345.

<https://doi.org/10.1007/BF02582174>

Ramalho, F. (2022). *Oleorresinas de especias como ingrediente de valor añadido para la industria alimentaria: avances y perspectivas recientes*. ScienceDirect.

<https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/oleoresins>

Determinación de grasas en alimentos Método Soxhlet y Goldfish. (2021).

https://viresa.com.mx/blog_determinacion_grasas_soxhlet_goldfish

Sharapin, N. (2000). Fundamentos de la tecnología de productos fitoterapéuticos. Colombia: Roberto Pinzón.

Coy, C.A., Parra, J., Cuca, L.E. (2014) Caracterización química del aceite esencial e identificación preliminar de metabolitos secundarios en hojas de la especie raputia heptaphylla (rutaceae)

Latinreco (1990) "Quinua, hacia el cultivo comercial", Latinreco S.A.; Quito – Ecuador

Lisa Nichols (s,f). Procedimientos paso a paso para evaporación rotatoria:

<https://surl.li/jywoph>

Wilson Daniel Calcedo Chacon, (2014). Prueba de molish

Anónimo. (2020). Reacción Xantoprotéica para aminoácidos - Mecanismo Completo. Video youtube. Canal: organic tube.

Aparicio, Ariza, Calvo, Daza y Echávez (2012) Espectroscopia infrarroja: una técnica alternativa para la identificación de microorganismos

Clase 4. Actividades.

Entrega informe: Deberán presentar una V heurística que evidencie el trabajo realizado en el laboratorio, detallando tanto el proceso experimental como la solución propuesta al problema planteado.

Presentación: Cada grupo expondrá el diseño del tratamiento y resultados obtenidos, analizando el impacto de los flavonoides de la planta seleccionada para la salud. Para ello, debe tener en cuenta lo siguiente:

1. Elaboración de un plan de tratamiento basado en los flavonoides de una especie vegetal, explicando los mecanismos involucrados como: la acción antioxidante, reducción de la inflamación cerebral, etc.
2. Interpretación de los resultados experimentales y formulación de una propuesta de tratamiento para el Alzheimer, sustentada en la posible efectividad de los flavonoides.
3. Presentación de la propuesta ante la clase, argumentando los hallazgos y evaluando su viabilidad con base en los laboratorios experimentales obtenidos en el laboratorio.
4. Cada grupo deberá entregar una reflexión sobre el proceso de aprendizaje, en la que se destaquen sus aportes, las dificultades encontradas y los tratamientos alternativos. Esta reflexión permitirá analizar el desarrollo de la habilidad, la aplicación de los conceptos estudiados y la importancia del trabajo colaborativo en la construcción del conocimiento.

Estimado(a) estudiante(a)

Agradecemos su apoyo y colaboración con su participación en este ejercicio de evaluativo, le invitamos a diligenciar el instrumento completamente, de manera honesta y de acuerdo con su criterio.

El presente instrumento tiene como finalidad conocer sus percepciones y experiencias frente al contexto de los principios bioactivos y hace parte de la fase de evaluación del desarrollo de la habilidad investigativa analizar del proyecto. Cuenta con una sección de preguntas cerradas con escala de calificación que es la siguiente: 1: completamente en desacuerdo, 2: en desacuerdo, 3: ni en desacuerdo ni de acuerdo, 4: de acuerdo y 5: completamente de acuerdo.

Habilidad investigativa analizar.						
N°	Items.	1	2	3	4	5
1	Soy capaz de distinguir entre los diferentes mecanismos por los cuales los flavonoides pueden retardar la progresión de enfermedades neurodegenerativas.					
2	Se identificar definiciones pertinentes sobre las enfermedades neurodegenerativas (estrés oxidativo, antioxidante...)					
3	Puedes interpretar los resultados estadísticos de un estudio sobre flavonoides, como los intervalos de confianza					
4	Soy capaz de resumir las evidencias científicas que respaldan el uso de suplementos de flavonoides para mejorar la cognición en personas mayores.					
5	Puedo formular hipótesis comprobables sobre los mecanismos moleculares por los cuales los flavonoides pueden reducir el estrés oxidativo.					

3. CRITERIOS DE EVALUACIÓN.

En el siguiente apartado, tendrá los criterios de evaluación que su docente tendrá en cuenta para la entrega de notas y que usted debe entregarle.

Análisis de muestras vegetales y prácticas de laboratorio.

Evaluar la capacidad en la realización correcta de la marcha fitoquímica y espectroscopia infrarroja.

Entrega de una V heurística que resuma la investigación sobre los flavonoides de la especie vegetal escogida y su relación con el Alzheimer, esta debe contener:

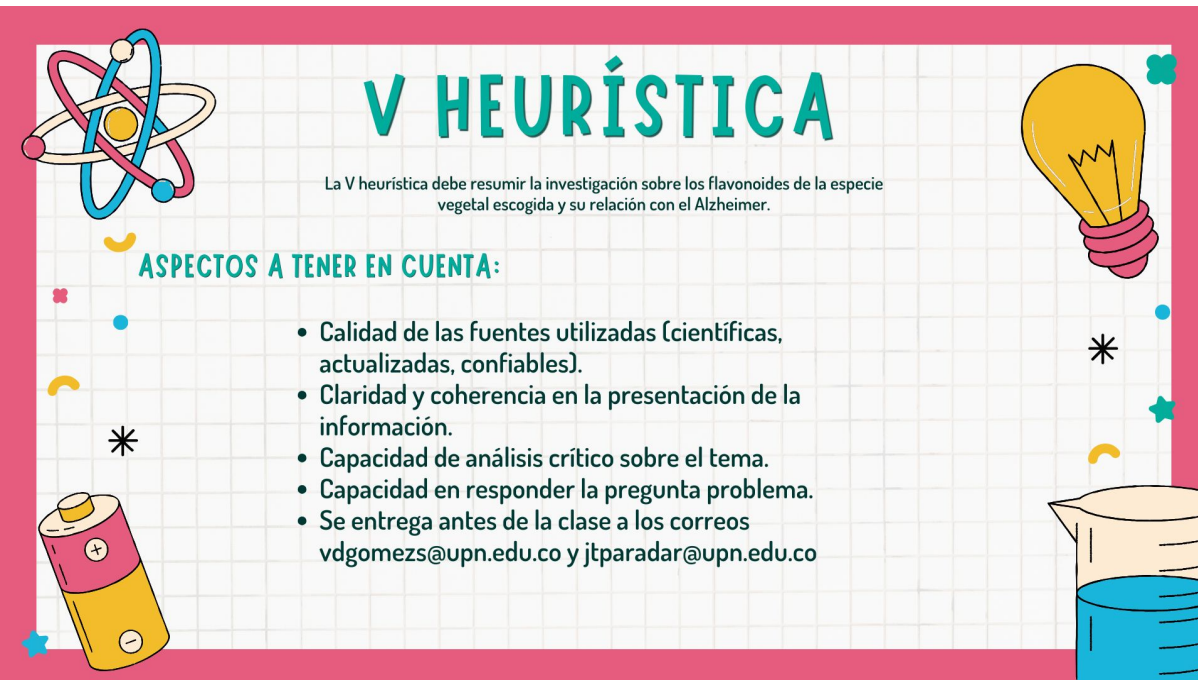
- Calidad de las fuentes utilizadas (científicas, actualizadas, confiables).
- Claridad y coherencia en la presentación de la información.
- Capacidad de análisis crítico sobre el tema.
- Capacidad en responder la pregunta problema.

Presentación oral donde se evalúa la claridad, el rigor científico y la habilidad para defender la propuesta ante la clase.



CRITERIOS DE EVALUACIÓN

FECHA DE ENTREGA: JUEVES 10 DE ABRIL



V HEURÍSTICA

La V heurística debe resumir la investigación sobre los flavonoides de la especie vegetal escogida y su relación con el Alzheimer.

ASPECTOS A TENER EN CUENTA:

- Calidad de las fuentes utilizadas (científicas, actualizadas, confiables).
- Claridad y coherencia en la presentación de la información.
- Capacidad de análisis crítico sobre el tema.
- Capacidad en responder la pregunta problema.
- Se entrega antes de la clase a los correos vdgomezs@upn.edu.co y jtparadar@upn.edu.co

* V HEURÍSTICA (DISEÑO)

CONCEPTUAL

Pensamiento

7) Teoría

¿Por qué sucede?

Explicarlo de manera razonada si hace falta utilizar modelos mentales de los fenómenos y objetos

5) Principios

¿Cómo sucede el fenómeno?

¿De qué manera funciona?
Argumentar a partir de las regularidades observadas

3) Conceptos relacionados

¿Cuáles son los conceptos claves involucrados?

Palabras que representan los fenómenos y objetos importantes.

PREGUNTA CLAVE

2) ¿Qué quiero conocer?

METODOLOGÍA

Acción

8) Conclusión

¿Qué puedo afirmar?

Conclusiones extraídas de los datos y sus transformaciones

6) Registro y Transformación de Datos

¿Qué mido directamente?

Cálculos y representaciones gráficas y/o tablas realizadas a partir de los datos

4) Procedimiento

¿Que cambios introduzco para observar el fenómeno?

Pasos seguidos para realizar la experiencia.

1) Fenómenos, objetos o acontecimiento a observar o estudiar

¿Qué fenómeno o acontecimiento estudio u observo?

Objetos que utilizo y como los dispongo

Tomado de: Porras Y. (2024)

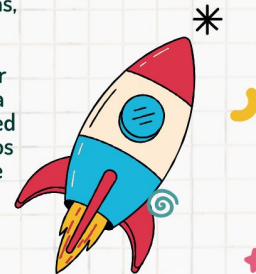
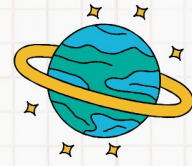
* SITUACIÓN PROBLEMA

Hace un año, Rosa de 68 años, fue diagnosticada con Alzheimer en una consulta médica después de que su familia observa algunos cambios preocupantes en su comportamiento. Al principio, usted como nieto y Armando su tío, pensaban que eran olvidos de la edad, como perder las llaves, no recordar que iba a realizar, confundir fechas, confundir nombres. Sin embargo, con el tiempo, su abuela comenzó a repetir las mismas preguntas constantemente, olvidar nombres de los familiares y hasta llegar a perderse en su vecindario.

Usted y Armando la llevaron al neurólogo, quien, tras varias pruebas cognitivas y estudios médicos como: pruebas de estado mental, pruebas neuropsicológicas (cognitivas, funcionales y conductuales), imágenes por tomografía computarizada, RMN (resonancia Magnética) y prueba de líquido cefalorraquídeo. Lo cual confirmó que Rosa tenía Alzheimer en una fase temprana. Aunque la noticia fue difícil y preocupante, usted y su familia se comprometieron a cuidarla y buscar soluciones para mejorar su calidad de vida.

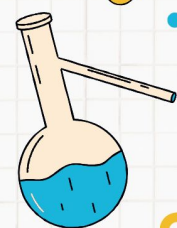
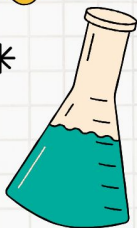
SITUACIÓN PROBLEMA

Usted es estudiante de química de la universidad, está en el semestre donde debe seleccionar su tesis. Al pasar por esta situación difícil con su abuela decide buscar posibles tratamientos naturales para el Alzheimer y ayudarla. Comienza buscando información, leyendo e investigando sobre antioxidante, antiinflamatorio, estrés oxidativo, flavonoide y Alzheimer. En su búsqueda encontró que los flavonoides presentes en algunas plantas, podrían tener efectos neuroprotectores por la estructura de este compuesto. Queriendo ayudar a su abuela para que pueda conservar un poco más su independencia por el mayor tiempo posible, decidió estudiar cómo extraer estos compuestos de manera efectiva para desarrollar una alternativa complementaria al tratamiento médico. Por consiguiente, usted realiza un proceso de extracción adecuado para obtener estos compuestos que permita desarrollar una alternativa viable para mejorar la calidad de vida y reducir la dependencia en la familia.



PREGUNTA ORIENTADORA:

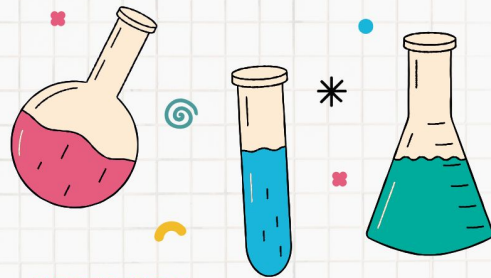
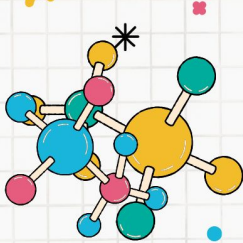
¿Por qué el ejemplar vegetal seleccionado es una buena alternativa para el posible tratamiento del Alzheimer de su abuela y como los flavonoides actuarían de manera efectiva?



02 PRESENTACIÓN ORAL

A continuación tendrá los criterios de evaluación:

- Análisis de muestras vegetales y prácticas de laboratorio.
- Evaluar la capacidad en la realización correcta de la marcha fitoquímica y análisis de espectroscopia infrarroja (I.R).
- Se evalúa la claridad, el rigor científico y la habilidad para defender la propuesta ante la clase.



RECUERDE:

- Cada grupo presentará su propuesta de tratamiento ante la clase y explicará los hallazgos encontrados, así como la viabilidad basándose en los laboratorios experimentales realizados.
- Asimismo, entregaran una reflexión sobre el proceso de aprendizaje, sus aportes y lo que han aprendido sobre el Alzheimer y los tratamientos alternativos.

Elaboración propia: Rúbrica de evaluación sesión 4.

4. RECURSOS PARA EL APRENDIZAJE.

Presentación de apoyo. Esta presentación, diseñada en Canva, ofrece una información clara y concisa sobre los conceptos tratados en las cuatro sesiones de clase.

MEMORIAS VIVAS: DESCUBRIENDO EL ROL DE LOS FLAVONOIDES EN LA PREVENCIÓN DEL ALZHEIMER


Realizado por: Viviana Daniela Gómez Santos y
Jessica Tatiana Parada Rodríguez.



CONTENIDOS



01 Introducción.




02 Estrés oxidativo y neurodegeneración

03 Estructura de los flavonoides.

04 Función de los flavonoides.

05 Implicaciones de los flavonoides en las enfermedades neurodegenerativas.



PREGUNTAS.



¿QUÉ ES NEURODEGENERACIÓN?

¿Qué es el proceso de neurodegeneración?

¿QUÉ SON LOS FLAVONOIDES Y CUALES SON SUS CARACTERÍSTICAS?


¿Cómo es la actividad antioxidante de los flavonoides? Describa

¿QUÉ ES ESTRÉS OXIDATIVO?

¿Qué es la enfermedad alzheimer y por qué se caracteriza?

¿POR QUÉ EL CEREBRO ES SUSCEPTIBLE AL DAÑO?


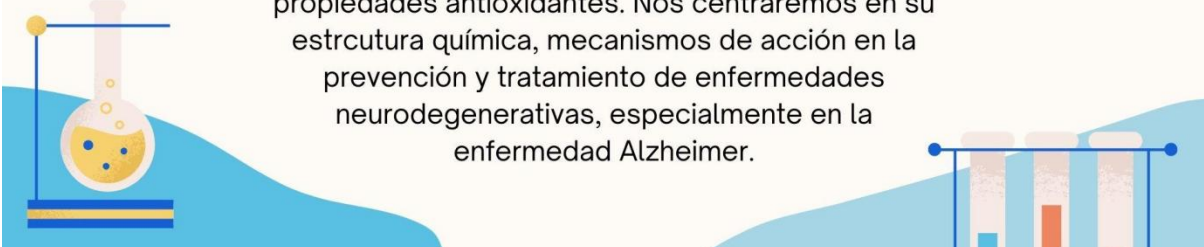
¿Cómo los flavonoides ayudan en la enfermedad neurodegenerativa del alzheimer?
¿Cuáles son los principales flavonoides antioxidantes?



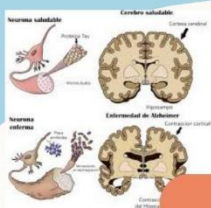


INTRODUCCIÓN

El gradual interés en la búsqueda de terapias neuroprotectoras ha llevado a explorar el potencial de compuestos bioactivos presentes en la dieta. Los flavonoides compuestos fenólicos con reconocidas propiedades antioxidantes. Nos centraremos en su estructura química, mecanismos de acción en la prevención y tratamiento de enfermedades neurodegenerativas, especialmente en la enfermedad Alzheimer.



ESTRÉS OXIDATIVO Y ENFERMEDADES NEURODEGENERATIVAS



NEURODEGENERACIÓN

El proceso de degeneración progresiva y muerte neuronal compromete el sistema nervioso.

ESTRES OXIDATIVO


El estrés oxidativo causa desequilibrio entre la generación de especies oxidantes y a capacidad de neutralización o reparación en los sistemas endógenos antioxidantes.

PROCESO

Proceso de neurodegeneración: Peroxido de hidrogeno, radical superóxido y radical hidroxilo, junto a especies reactivas de nitrógeno (radical óxido nítrico y peroxinitrito).

ALZHEIMER

Deterioro cognitivo y trastornos conductuales, característico por el depósito de proteicos de A β y proteína tau (τ), placas amiloides extracelulares de A β , ovillos neurofibrilares intracelulares de proteína tau (τ) hiperfosforilada y pérdida de las conexiones sinápticas



DEFINICIÓN.

Flavonoides. Pérez (2017) los flavonoides son compuestos polifenólicos de origen natural, se caracterizan por una estructura benzo- γ -pirona. Por las múltiples combinaciones de los diferentes hidroxilos, metoxilos y sustituyentes del grupo O-glucósido en la estructura benzo- γ -pirona

Alzheimer. Lorenzo, Lozano, Ghazi, y González (2023) Es un trastorno neurodegenerativo que se caracteriza por la acumulación de péptidos β -amiloide (β -40 y β -42) y la formación de ovillos neurofibrilares, lo que conduce a una progresiva pérdida de la función cognitiva

ESTRUCTURA QUÍMICA.

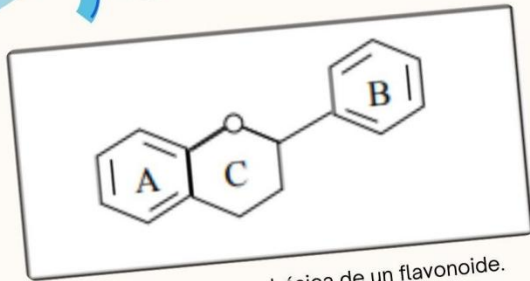
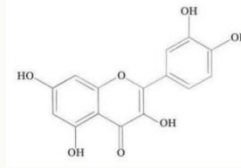


Figura 1. Estructura básica de un flavonoide.

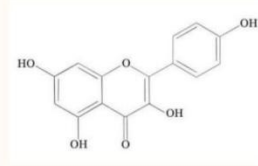
Los flavonoides tienen una estructura de anillos formada por 15 carbonos (C6-C3-C6), que consiste en dos anillos aromáticos (A y B) que contienen generalmente grupos hidroxilos, unidos por una cadena lineal de 3 carbonos como se muestra en la figura 1. En algunos casos, el anillo heterocíclico C ocurre en forma abierta

PRINCIPALES FLAVONOIDES ANTIOXIDANTES

Quercetina: Se diferencia de otros flavonoles por la adición de sustituyentes hidroxilo (OH) en las posiciones 3, 5, 7, 3' y 4' y un carbonilo en la posición 4.



Kaempferol: Se diferencia de otros flavonoles por la adición de sustituyentes hidroxilo (OH) en las posiciones 3, 5, 7 y 4' y un carbonilo en la posición 4.



FUNCIÓNES DE LOS FLAVONOIDES.

1.

Los flavonoides tienen un importante potencial terapéutico como antimicrobiana, antifúngica, antiviral, antibacteriana, antiparasitaria, actividad inmunomoduladora, antiinflamatoria y antioxidante

2.

Los flavonoides se clasifican en diferentes clases como alcaloides, terpenoides y fenólicos. Los flavonoides llevan a cabo una serie de funciones protectoras en el cuerpo humano

3.

Muchos flavonoides han evolucionado como compuestos bioactivos que interfieren con el ácido nucleico o las proteínas y muestran propiedades antimicrobianas o insecticidas y farmacológicas.

4.

Son un componente indispensable en una variedad de aplicaciones nutraceuticas, farmacéuticas, medicinales y cosméticas. Esto se atribuye a sus propiedades antioxidantes, antiinflamatorias, antimutagénicas y anticancerígenas

5.

Los flavonoides actúan en las plantas como antioxidantes, antimicrobianos, fotorreceptores, atractores visuales y repelentes de la alimentación

6.

Los flavonoides presentan actividades biológicas, incluidas acciones antialérgicas, antivirales, antiinflamatorias y vasodilatadoras.

IMPLICACIONES DE LOS FLAVONOIDES.

Los estudios recientes sobre diferentes metabolitos de plantas han demostrado que los flavonoides pueden desempeñar un papel clave en los sistemas enzimáticos y receptores del cerebro, ejerciendo efectos significativos sobre el sistema nervioso central.

Su actividad antioxidante de los flavonoides, se debe a su capacidad para reducir la formación de radicales libres y eliminarlos.

Estos estudios enfatizaron que los flavonoides pueden usarse como medicamentos potenciales para prevenir el estrés oxidativo.

Los antioxidantes interfieren con los sistemas productores de radicales y aumentan la función de los antioxidantes endógenos, protegiendo a las células del daño de estos radicales libres.



¡GRACIAS POR LA ATENCIÓN!

Referencias bibliográficas.

Elaboración propia: Presentación de conceptos iniciales sesión 1.

5. RECURSOS BIBLIOGRÁFICOS.

Castro, H. (2022) BÚSQUEDA DE PLANTAS MEDICINALES COMO ALTERNATIVA TERAPÉUTICA A ENFERMEDADES NEURODEGENERATIVAS EMPLEANDO COMO MODELO DE TAMIZAJE EL NEMÁTODO *Caenorhabditis elegans*.

REVISIÓN

Hernández, S. Marino, L. ; Isern, D.,; Coria, I. y Irurzun, I. (2019). FLAVONOIDES: APLICACIONES MEDICINALES E INDUSTRIALES

https://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/113738/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Lorenzo-Mora, Ana María, Lozano-Estevan, María del Carmen, Ghazi, Yalda, y González-Rodríguez, Liliana G. (2023). Enfermedad de Alzheimer. Evidencia actual sobre el papel preventivo de la nutrición. *Nutrición Hospitalaria*, 40(spe2), 41-45.

Epub 18 de diciembre de 2023. <https://dx.doi.org/10.20960/nh.04954>

2010-

2021. <https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1155&context=biologia>

Solis, J.C (2023). CUESTIONARIO DE ESCALA VALORATIVA SOBRE HABILIDADES DE INVESTIGACIÓN.