

**BIOQUÍMICA EN CONTEXTO: IMPLICACIONES DIDÁCTICAS DEL MODELO ABP,
A TRAVÉS DE LA METODOLOGÍA FLIPPED CLASSROOM.**

**LEIDY JOANNA RAMÍREZ GAONA
BRENDA ARDILA VELÁSQUEZ**

**DIRECTOR
RODRIGO RODRÍGUEZ CEPEDA**

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

2023

AGRADECIMIENTOS

A mis padres y hermano, cuyo amor incondicional y apoyo constante han sido mi fuente de fortaleza y motivación a lo largo de este arduo pero gratificante camino. A ustedes les dedico este trabajo.

A mis compañeros, quienes compartieron risas, lágrimas y momentos de desafío durante este viaje académico. Su amistad ha enriquecido mi experiencia y me ha inspirado a seguir esforzándome por la excelencia.

A Rodrigo Rodríguez Cepeda, cuya guía experta y paciencia fueron fundamentales en la realización de este proyecto. Aprecio profundamente su dedicación y conocimientos compartidos, que han dejado una huella duradera en mi carrera de vida como docente.

A todos aquellos que, de una u otra manera, contribuyeron a mi crecimiento y éxito académico, les ofrezco mi más sincero agradecimiento. Este trabajo es un testimonio de la importancia de la colaboración y el apoyo mutuo en la consecución de metas significativas.

Con cariño Brenda Ardila Velásquez.

Como respuesta a su amor, compañía, motivación y formación para afrontar los retos de la vida, dedico este trabajo a mis padres: Luvín Ramírez y Ana Elvia Gaona, por apoyarme a cumplir esta meta importante para mi vida, por enseñarme a no rendirme bajo ninguna circunstancia, por secar mis lágrimas y darme fortaleza en los momentos difíciles.

A mi hermosa hija Silvana Gutiérrez Ramírez, quien vino a acompañarme en las últimas etapas de este duro pero gratificante proceso, siendo el motor de mi vida y la principal fuente de inspiración para seguir adelante.

Al amor de mi vida Wilmer Gutiérrez, por su compañía y cariño, por su apoyo incondicional en los momentos en que sentía que ya no podía y por las enseñanzas impartidas.

Agradezco al profesor Rodrigo Rodríguez Cepeda por brindarme la orientación, conocimiento, paciencia y tiempo para poder construir el presente trabajo de investigación.

Agradezco a mis familiares: hermanos; sobrinos; tías y cuñadas, por su cariño que llena de alegría mi alma, por su acompañamiento y consejos.

Agradezco a mis evaluadoras, por las observaciones y guía que encaminaron la investigación de la mejor manera.

Con cariño Leidy Joanna Ramírez Gaona.

TABLA DE CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN	1
2	JUSTIFICACIÓN	3
3	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5
4	OBJETIVOS	6
4.1	OBJETIVO GENERAL	6
4.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	6
5	MARCO TEÓRICO	7
5.1	ORIGEN DEL APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS (ABP)	7
5.2	¿QUÉ ES EL ABP?	8
5.2.1	CARACTERÍSTICAS ESENCIALES DEL ABP	9
5.2.2	EL PROBLEMA COMO CENTRO Y MOTOR DEL ABP Y CARACTERÍSTICAS DE UN BUEN PROBLEMA	10
5.2.3	ETAPAS DEL PROCESO ABP	11
5.3	FLIPPED CLASSROOM “AULA INVERTIDA”	12
5.3.1	CARACTERÍSTICAS DEL FLIPPED CLASSROOM	13
5.4	APRENDIZAJE	14
5.5	ESTRÉS OXIDATIVO	14
5.5.1	EFFECTOS DEL ESTRÉS OXIDATIVO	15
5.6	RADICALES LIBRES	16
5.7	ANTIOXIDANTES	16
6	ANTECEDENTES	18
7	METODOLOGÍA	23
7.1	FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS	23
7.1.1	Hipótesis nula (H_0)	23
7.1.2	Hipótesis alternativa (H_1)	23
7.2	FASES DE INVESTIGACIÓN	23
	Primera fase. Identificación de conceptos previos:	23

Segunda fase. Diseño y aplicación de la unidad didáctica:	24
Tercera fase. Sistematización y Análisis de resultados:	24
7.2.1 Población	24
7.2.2 Instrumentos.....	24
8 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	25
8.1 Fase 1. Identificación de conceptos previos.....	25
8.1.1 Pregunta 1.....	26
8.1.2 Pregunta 2.....	27
8.1.3 Pregunta 3.....	31
8.1.4 Pregunta 4.....	32
8.1.5 Pregunta 5.....	35
8.2 Fase 2 Diseño y aplicación de la unidad didáctica	37
8.2.1 Actividad 1	41
8.2.2 Actividad 2	51
8.2.3 Actividad 3	67
8.3 Tercera fase. Sistematización y Análisis de resultados.....	72
9 CONCLUSIONES.....	86
10 RECOMENDACIONES.....	88
11 REFERENCIAS.....	89
12 ANEXOS	1
12.1 Anexo A. Resultados de Prueba de entrada.....	1
12.2 Anexo B. Evaluación Prueba de entrada	1
12.3 Anexo C. Evaluación Actividad 1 – Puntos 1,2 y Reto.....	1
12.4 Anexo D. Evaluación actividad 1 – Punto 3	2
12.5 Anexo E. Evaluación Actividad 2.....	2
12.6 Anexo F. Evaluación Actividad 3.	3
12.7 Anexo G. Evaluación Prueba de Salida.....	3
12.8 Anexo H. Correlación Prueba de Salida -.....	4
13 UNIDAD DIDÁCTICA	5

Unidad 1	7
Estrés Oxidativo	7
Instrumento de entrada – Cuestionario	11
Rubrica 1 de evaluación - Prueba de entrada.	13
Unidad 2	15
Daño a estructuras celulares.....	15
Actividad 1	18
Rubrica 2 de evaluación - Actividad 1	21
Unidad 3	23
Enfermedades cancerígenas (Cáncer de mama).....	23
Actividad 2	27
Rubrica 3 de evaluación - Actividad 2	30
Unidad 4	33
Actividad 3	33
Rubrica 4 de evaluación – Actividad 3	33
Evaluación para el Storytelling (punto 1)	33
Obtención de Aceite esencial de (<i>Elettaria cardamomum</i>)	37
Unidad 5	52
Guía de laboratorio	52
(Propuesta de laboratorio).....	52
Instrumento de salida - Prueba final	55
Rubrica 5 de evaluación - Prueba de salida.	58
14 REFERENCIAS	60

CONTENIDO DE TABLAS

<i>Tabla 1. Prueba de entrada</i>	25
<i>Tabla 2. Contenido de actividades a desarrollar por sesión.</i>	38
<i>Tabla 8. Evaluación cualitativa de prueba de entrada punto 1 de actividad 3</i>	73
<i>Tabla 9. Primera correlación</i>	74
<i>Tabla 10. Evaluación cualitativa de prueba de entrada punto 2 de actividad 2 punto 1.</i>	76
<i>Tabla 11. Segunda Correlación.</i>	76
<i>Tabla 12. Evaluación cualitativa de prueba de entrada punto 3 de actividad 1 puntos 1,2 y Reto.</i>	78
<i>Tabla 13. Tercera Correlación.</i>	79

Tabla 14. Evaluación cualitativa de prueba de entrada punto 4 de actividad 1 punto 3.	81
Tabla 15. Cuarta Correlación	81
Tabla 16. Evaluación cualitativa de prueba de entrada punto 5 de actividad 2 puntos 2, 3 y 4	83
Tabla 17. Quinta Correlación	84
Tabla 18. Resultados marcha fisicoquímica	39
Tabla 19. Resultados de muestras de aceites – Equipo Rancimat	45
Tabla 20. Aplicación de extracto en aguacate.....	50
Tabla 21. Materiales de extracción de aceite esencial	52
Tabla 22. Materiales para marcha fisicoquímica - Pruebas Cualitativas	53

CONTENIDO DE GRAFICAS

Grafica 1. Resultados pregunta 1 - Prueba de entrada	27
Grafica 2. Resultados Actividad 1	42
Grafica 3. Resultados pregunta 2 - Mapa Conceptual.....	44
Grafica 4. Resultados - Pregunta 3	47
Grafica 5. Resultados - Pregunta 3 - Análisis de mapa conceptual	58
Grafica 6. Resultados pregunta 1 - Reto No. 2 - Actividad 2.....	64
Grafica 7. Resultados Pregunta 1 - Actividad 3	68
Grafica 8. Evaluación Cuantitativa de Prueba de Entrada punto 1 de Actividad 3.....	73
Grafica 9. Evaluación Cuantitativa de Prueba de Entrada Punto 2 de Actividad 2 Punto 1	76
Grafica 10. Evaluación Cuantitativa de Prueba de Entrada Punto 3 de Actividad 1 Puntos 1,2 y Reto	78
Grafica 11. Evaluación cualitativa de prueba de entrada punto 4 de actividad 1 punto 3.....	80
Grafica 12. Evaluación cualitativa de prueba de entrada punto 5 de actividad 2 puntos 2, 3 y 4.....	83
Gráfica 1. Espectro infrarrojo de aceite esencial de <i>Elettaria cardamomum</i>	42
Grafica 2. Caracterización química por cromatografía de gases.....	43
Grafica 3. Caracterización química por cromatografía de gases masas – identificación de α -Pinene.	44
Grafica 4. Espectro de aceite esencial de Cardamomo con presencia de <i>Eucalyptol</i>	44
Grafica 5. Espectro de aceite esencial de Cardamomo con presencia de 3- Careno.....	44
Grafica 6. Espectro de aceite esencial de Cardamomo con presencia de Limoneno.	44
Gráfica 8. Resultados de estabilidad oxidativa del aceite esencial de cardamomo (Curva general).....	47

CONTENIDO DE IMÁGENES

Imagen 1. Respuesta de estudiante 5.....	43
Imagen 2. Mapa Conceptual - Pregunta 2.....	45
Imagen 3. Mapa Conceptual - Pregunta 2.....	46
Imagen 4. Apartado de diapositivas - Pregunta 3	48
Imagen 5. Resultados exploratorios - Actividad 1 - Pregunta 3.....	48
Imagen 6. Respuesta pregunta a - Reto	51
Imagen 7. Resultados exploratorios - Actividad 2 - Pregunta 1.....	52
Imagen 8. Respuesta Pregunta 1 - Actividad 2.....	53
Imagen 9. Respuesta Pregunta 1 - Actividad 2.....	53
Imagen 10. Diagrama de ciclo, Estudiante 3.	55
Imagen 11. Pregunta 2 - Actividad 2	56
Imagen 12. Diagrama de ciclo - Actividad 2	57
Imagen 13. Mapa conceptual - Actividad 2 - Pregunta 3.	57
Imagen 14. Respuesta a la pregunta 3 - Actividad 2.....	60

<i>Imagen 15. Construcción de la respuesta a la pregunta 3 - Actividad 2.....</i>	<i>60</i>
<i>Imagen 16. Resultados exploratorios - Actividad 2 - Pregunta 4.....</i>	<i>61</i>
<i>Imagen 17. Construcción respuesta pregunta 4 - Actividad 2.....</i>	<i>62</i>
<i>Imagen 18. Padlet: Reto 2</i>	<i>63</i>
<i>Imagen 19. Resultados exploratorios - Actividad 2 - Reto.....</i>	<i>64</i>
<i>Imagen 20. Concepto estrés oxidativo - Reto - Actividad 2.</i>	<i>66</i>
<i>Imagen 21. Diagrama de Venn - Reto - Actividad 2.....</i>	<i>66</i>
<i>Imagen 22. Fragmento de storytelling - Actividad 3 - Pregunta 1.....</i>	<i>69</i>
<i>Imagen 23. Red conceptual - Actividad 3 - Pregunta 1.....</i>	<i>70</i>
<i>Imagen 24. Respuesta pregunta 2 - Actividad 3.....</i>	<i>71</i>
<i>Imagen 25. Método Rancimat.....</i>	<i>47</i>
<i>Imagen 26. Recubrimiento en papa.....</i>	<i>49</i>
<i>Imagen 27. Recubrimiento en papa.....</i>	<i>49</i>

CONTENIDO DE FIGURAS

<i>Figura 1. Análisis exploratorio pregunta 2, prueba de entrada.....</i>	<i>28</i>
<i>Figura 2. Red de concurrencias asociado a la "importancia de la bioquímica"</i>	<i>30</i>
<i>Figura 3. Red conceptual. Pregunta 3 - Prueba de entrada.....</i>	<i>31</i>
<i>Figura 4. Red conceptual. Pregunta 4 - Prueba de entrada.....</i>	<i>33</i>
<i>Figura 5. Red conceptual - Pregunta 5, prueba de entrada.....</i>	<i>36</i>
<i>Figura 6. Fases para el desarrollo del Proceso de ABP</i>	<i>40</i>
<i>Figura 7. Actividad 1 - Pregunta 1</i>	<i>43</i>
<i>Figura 8. Concurrencias - Diapositivas, grupo 1.</i>	<i>49</i>
<i>Figura 9. Actividad 1 - Reto</i>	<i>50</i>
<i>Figura 10. Concurrencia - Actividad 2, pregunta 1</i>	<i>54</i>
<i>Figura 11. Red Pregunta 3 – Actividad 2</i>	<i>59</i>
<i>Figura 12. Red conceptual para la respuesta 4 - Actividad 2.....</i>	<i>61</i>
<i>Figura 13. Red conceptual - Reto - Actividad 2.....</i>	<i>65</i>
<i>Figura 14. Estrés oxidativo: desequilibrio entre la producción</i>	<i>7</i>
<i>Figura 15. Formación de radical libre por pérdida de un electrón.....</i>	<i>7</i>
<i>Figura 16. Generación de especies reactivas de oxígeno y daño celular.</i>	<i>9</i>
<i>Figura 17. Hidroxilo y membrana plasmática.....</i>	<i>10</i>
<i>Figura 18. Estímulos nocivos</i>	<i>10</i>
<i>Figura 19. Metabolismo celular.....</i>	<i>11</i>
<i>Figura 20. Mecanismos de daño oxidativo del ADN.....</i>	<i>16</i>
<i>Figura 21. Metabolismo celular.....</i>	<i>16</i>
<i>Figura 22. Antioxidantes.....</i>	<i>17</i>
<i>Figura 23. Tipos de antioxidantes.....</i>	<i>18</i>
<i>Figura 24. Oxidación de lípidos.....</i>	<i>24</i>
<i>Figura 25. Lipoproteínas.....</i>	<i>24</i>
<i>Figura 26. Oxidación proteica.....</i>	<i>25</i>
<i>Figura 27. Oxidación del ADN.....</i>	<i>26</i>
<i>Figura 28. Funciones celulares de los radicales libres.....</i>	<i>26</i>
<i>Figura 29. Enfermedades.....</i>	<i>27</i>
<i>Figura 30. Estructura de un tanino.</i>	<i>41</i>
<i>Figura 31. Función antioxidante de un tanino.</i>	<i>41</i>

CONTENIDO DE ILUSTRACIONES

<i>Ilustración 1. Interacción entre radicales libres y antioxidantes.....</i>	<i>17</i>
<i>Ilustración 1. Ejemplo de montaje arrastre por vapor.....</i>	<i>54</i>

1 INTRODUCCIÓN

El modelo Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) surge a partir de las problemáticas educativas que se presentan en la enseñanza tradicional para elevar la actitud crítica del estudiante, un ejemplo de estos problemas es la ausencia del aprendizaje activo y el aprendizaje centrado en el estudiante, lo cual afecta en gran medida el desarrollo de habilidades de pensamiento y competencias que surgen continuamente en el aula. Por tanto, estas problemáticas indudablemente continuaran emergiendo sino hay transformación en el currículum.

En consecuencia, surge la necesidad de adoptar un modelo que promueva el mejoramiento del aprendizaje para formar ciudadanos críticos y competentes, que aporten activamente en la resolución de problemas reales. Bajo este contexto, la implementación del ABP en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias permite colocar al estudiante frente a un reto, promoviendo competencias cognitivas, colaborativas, comunicativas y de pensamiento crítico. En relación con lo anterior Poot, (2013), expone que el ABP aborda que el desarrollo del pensamiento crítico hace parte del proceso de enseñanza y aprendizaje.

Por lo tanto, el aprendizaje basado en problemas como estrategia educativa de enseñanza y aprendizaje, no solo permite que el estudiante adquiera conocimiento y desarrolle habilidades interpersonales, especialmente la habilidad de trabajar en equipo, sino que además permite el desarrollo integral del profesional en formación (Gonzales et al., 2014). Así mismo, el ABP tiene la finalidad de indagar que sabe el estudiante y que sabe hacer con ese conocimiento, permitiendo el desarrollo de competencias en la resolución de problemas y la comprensión e interpretación de datos, (Maureira & Uribe Fuenzalida, 2015),

Desde esta perspectiva, el trabajo propuesto consiste en diseñar y aplicar una unidad didáctica estructurada bajo el modelo ABP relacionado con enfermedades cancerígenas, especialmente cáncer de mama, lo cual contribuye al mejoramiento del aprendizaje de los conceptos asociados al estrés oxidativo. Teniendo en cuenta, su proyección y efectividad en la sociedad.

Este documento cuenta con siete capítulos. En el primer capítulo se realiza una justificación del problema, se plantea la pregunta problema; en el capítulo de los objetivos, se plantea el objetivo general y los objetivos específicos que orientan el trabajo investigativo. De igual forma, en el capítulo tres se construye el marco teórico, donde se presentan las definiciones más importantes de los conceptos que estructuran esta investigación, especialmente ABP, Flipped Classroom, Aprendizaje, Estrés Oxidativo, Radicales libres y Antioxidantes; el cuarto capítulo muestra los antecedentes en una ventana de tiempo de los últimos diez años, sobre los trabajos realizados en investigación que abordan Estrés Oxidativo, ABP y Flipped Classroom; en el quinto capítulo se plantea la metodología que guía el trabajo, la cual consta

de tres fases; en el sexto capítulo se muestran los resultados obtenidos con sus respectivos análisis y finalmente en el capítulo siete se encuentran las conclusiones.

2 JUSTIFICACIÓN

Actualmente, la bioquímica facilita sentar las bases para la comprensión de los fenómenos que ocurren en los seres vivos y su papel en los procesos bioquímicos, aplicados con la producción de alimentos, medicamentos, plaguicidas, técnicas genómicas, diagnóstico de enfermedades, entre otros. Por tanto, las diversas sustancias que componen la materia viva permiten la interpretación de reacciones, tales como el estrés oxidativo que generan enfermedades que inhiben en el desarrollo celular, propiciando la propagación de células malignas.

Cabe resaltar, que los aspectos del estrés oxidativo ejercen un papel importante en los cursos de bioquímica, siendo esenciales para la comprensión adecuada del mismo y en particular para su aplicación al mundo real. Por ello, la enseñanza y el aprendizaje de estos temas se han visto obstaculizados por dificultades que se derivan principalmente, de unos modelos de enseñanza superficiales, con baja conexión en el aula dentro de las temáticas sociales. (Alguier, 2008).

No obstante, la aplicación en el aula de estrategias didácticas y pedagógicas contribuyen al aprendizaje de los conceptos asociados al estrés oxidativo, por medio de la metodología ABP, lo cual permite que el estudiante adquiera habilidades de interpretación y argumentación, vinculadas al efecto y tratamiento del cáncer de mama interconectadas con flipped Classroom.

Esta enfermedad genera contrastes familiares, sociales y económicos que no distingue de género, afectando a la sociedad y posicionando en jaque en algunas ocasiones la medicina tradicional. “El cáncer de mama es una patología que sigue y a futuro seguirá siendo un reto para la ciencia y medicina hasta no descubrir totalmente su anatomía patológica, puesto que con “ la medicina moderna se sabe que la enfermedad comprende más allá de lo hormonal, incluyendo la genética” (Madrigal & Mora,2018). Por lo cual, desde el aprendizaje basado en problemas, los conocimientos sobre estrés oxidativo se pueden aplicar con el fin de constituir un campo de investigación pedagógico generando educación para la prevención.

Se pretende, que el estudiante a través de la ciencia relacione interdisciplinariamente la bioquímica, asociándola a enfermedades que afectan las células. En consecuencia, se espera evidenciar algunas implicaciones didácticas dentro del aula enfocadas al aprendizaje, que favorezcan en el estudiante la comprensión de conceptos y aplicación en su cotidianidad.

Por ende, las implicaciones de este proyecto de investigación es identificar la enseñanza y aprendizaje de los conceptos bioquímicos referentes a la oxidación y estrés oxidativo a nivel universitario, porque en la actualidad principalmente el aprendizaje es memorístico.

Este proyecto de investigación se justifica porque aborda los objetivos planteados en la línea de investigación Alimentómica y enseñanza de las ciencias en el marco del semillero de investigación χημεία (Chiemeía) International Student Chapter ACS-UPN, sobre enseñanza-aprendizaje de la química y bioquímica en contexto.

3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

“La enseñanza de la química se ha caracterizado por estar llena de contenidos; como producto un aprendizaje sin sentido, ni una aplicabilidad en contextos reales” (Piñeros & Parga, 2014). Por lo que se hace importante promover una educación acorde con las necesidades sociales y relacionada al mundo real, para ello, se deben adoptar paradigmas educativos como metodologías y modelos que mejoren la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, en particular de la bioquímica, debido a que esta ciencia articula la biología con la química asumiendo un gran reto por su complejidad en contenidos.

Por tanto, al realizar una revisión bibliográfica sobre la enseñanza y aprendizaje de los conceptos asociados al estrés oxidativo en el marco del modelo Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) y metodología Flipped Classroom, se identificó que la información recolectada en artículos de revistas indexadas y no indexadas, trabajos de grado, tesis y libros es escasa a nivel educativo, por ende, se requiere usar herramientas de enseñanza y estrategias didácticas que permitan favorecer el aprendizaje de la bioquímica en contexto.

Visto de esta manera, el problema de la enseñanza del concepto estrés oxidativo en el contexto universitario se aborda de una manera muy superficial, puesto que la búsqueda de información es limitada frente al proceso de enseñanza y aprendizaje.

Desde esta perspectiva, el aprendizaje basado en problemas como método didáctico permite enfocar al estudiante en la resolución de problemas desde su contexto. Siendo una estrategia de aprendizaje, que permite enfocar los problemas como eje principal para la construcción y desarrollo de nuevos conocimientos, adaptándose a las necesidades de las diferentes áreas.

En tal sentido, se propone diseñar y aplicar una estrategia didáctica, para estructurar un contexto de enseñanza a través del cáncer de mama y el uso de extractos bioactivos que controlan el estrés oxidativo, promoviendo el aprendizaje. Así mismo, los conceptos relacionados con el estrés oxidativo permiten la enseñanza en diferentes contextos educativos como en ciencias naturales, medicina, química, bioquímica, etc.

De acuerdo con lo anterior, se plantea la siguiente pregunta problema: **¿Cuáles son las implicaciones didácticas en el aprendizaje del concepto estrés oxidativo, al aplicar una unidad didáctica, estructurada en el modelo ABP dentro del marco Flipped Classroom desde la enfermedad cáncer de mama?**

4 OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Evidenciar las implicaciones didácticas en la enseñanza aprendizaje del concepto estrés oxidativo, desde una mirada del aprendizaje basado en problemas, a través de la metodología flipped Classroom, en el contexto del cáncer de mama. En estudiantes del ciclo de profundización de la Universidad Pedagógica Nacional, para favorecer la comprensión y aplicación en su cotidianidad.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar los conceptos previos asociados al estrés oxidativo en estudiantes universitarios.
- Diseñar y aplicar una unidad didáctica desde el ABP sobre el concepto estrés oxidativo en el contexto del cáncer de mama, a través de la metodología flipped Classroom.
- Describir y analizar las implicaciones didácticas de la intervención basada en el ABP desde la metodología flipped Classroom, a través de un instrumento que evidencie la construcción de conceptos.

5 MARCO TEÓRICO

5.1 ORIGEN DEL APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS (ABP)

Uno de los retos más importantes de la educación, es lograr que la enseñanza día a día logré adoptar paradigmas educativos, que promuevan la participación proactiva del estudiante y la actitud autocrítica del docente (Gutiérrez et al., 2012). En tal sentido, se busca adoptar enfoques o características comunes entre sí dentro de estos paradigmas educativos, tales como: aprendizaje activo, aprendizaje centrado en el estudiante y aprendizaje colaborativo. Según Gutiérrez et al.,(2012) sugieren que:

Estos enfoques se complementan entre sí, puesto que el aprendizaje que tiene como finalidad centrarse en el estudiante es activo, independientemente si las diferentes formas de aprendizaje activo se centran en él. Así mismo, estas dos formas de aprendizaje incitan el propio hecho de aprender sin obtener un estímulo externo como por ejemplo la calificación (p.15).

Desde esta perspectiva, el ABP surgió en las décadas de los 60's y 70's cuando en Canadá los educadores médicos de la Universidad de McMaster, decidieron adoptar y replantear el currículum y sus contenidos para generar un proceso de enseñanza más activo y autónomo en el estudiante, esto con el fin de cumplir con las necesidades de la práctica profesional (Morales Bueno & Landa Fitzgerald, 2004).

En tal sentido, se adoptó una propuesta educativa, que permitió desarrollar habilidades pertinentes para solucionar problemas y fortalecer el proceso de aprendizaje, a través de hipótesis. Tal como el autor aclara “que le facilita comprender mejor la situación planteada y efectuar los propósitos de aprendizaje establecidos con antelación, lo que denominaron Razonamiento Hipotético Deductivo” (Morales Bueno & Landa Fitzgerald,2004).

El Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), se identifica porque es un aprendizaje que está centrado en el estudiante, con el fin de desarrollar y fortalecer competencias y habilidades que le permiten ejercer significativamente en el ámbito profesional (Morales Bueno & Landa Fitzgerald, 2004, p.145). Por consiguiente, esta metodología nació como una propuesta educativa de carácter práctico, promoviendo la resolución de problemas de la vida real.

Howard Barrows (1980) creador del ABP, tuvo como objetivo evitar el trecho “entre cómo se aprende durante los periodos de estudio y cómo ejercer la profesión, puesto que el verdadero aprendizaje sucede al enfrentar problemas en el entorno laboral, vinculando la

teoría con la práctica” (Gutiérrez Ávila, del puente Alarcón , Martínez González, & Piña Garza, 2012).

5.2 ¿QUÉ ES EL ABP?

El ABP como método didáctico de enseñanza aprendizaje enfocado en el estudiante, permite replantear el curriculum y modificar los paradigmas de la educación, enfocado en la construcción del conocimiento. Por tanto, “el Aprendizaje basado en Problemas (ABP) tiene como objetivo desarrollar un aprendizaje autodirigido, enmarcado en las ideas del constructivismo” (Savery & Duffy (1996), citado en Calvopiña & Bassante, 2016, p.343).

Sin embargo, Rossman, Dewey, Osborn, Nerrifield y Simberg, tienen el método científico como las solución de problemas. Es decir, “primero se identifica el problema, seguidamente las necesidades que se requieren de aprendizaje, luego se realiza la indagación de la información requerida y finalmente se retoma el problema para dar solución.” (Palencia et al., 2022, p.677).

Por ejemplo, para Barrows (1986), como se citó en Morales Bueno & Landa Fitzgerald (2004):

El ABP 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 (p,148).

En concordancia con lo anterior, el ABP fortalece el aprendizaje autocritico del estudiante, guiando la búsqueda y construcción de nuevos conocimientos a partir de un problema. Por ello, el objetivo principal del ABP es ubicar al estudiante frente a retos, que son problemas desconocidos y en base a ello, construir y adquirir nuevos conocimientos por medio de un técnica investigadora (Gutiérrez et al.,2012,p.46).

Es así como esta metodología parte de un problema, permitiéndole al estudiante desarrollar habilidades y competencias para crear hipótesis, que conllevan a comprender la situación planteada y el desarrollo de objetivos, tal como lo señalan al respecto Duch et al., (2006). Estas habilidades se destacan porque incitan a que el estudiante adquiera el reto de examinar y cuestionar diversas problemáticas que se forman en el contexto. También, conllevan a hallar, valorar y manejar diversas fuentes de información apropiadas junto con el trabajo colaborativo.

De esta manera, el paradigma del ABP tiene como reto intelectual los problemas del mundo real, partiendo del aprendizaje autodirigido y colaborativo, donde el estudiante es el principal autor y responsable de su proceso de aprendizaje, puesto que es el que toma la iniciativa de

buscar los objetivos, comprender y profundizar para conocer más y retroalimentar el proceso, siendo autónomo de generar un pensamiento crítico (González et al., 2014, p. 98).

Por tanto, el papel del profesor se transforma como guía, tutor o facilitador del aprendizaje, con el fin de mejorar y ofrecer diversas oportunidades de aprendizaje, que buscan la iniciativa y motivación del estudiante, complementando la adquisición de habilidades, capacidades que ayudan a fortalecer el pensamiento crítico, formulando cuestiones importantes. En el ABP el estudiante busca formular una posible respuesta teniendo en cuenta sus conocimientos básicos (Gutiérrez et al., 2012,p.47). Es decir, como ente principal de su proceso de formación es visto como un sujeto que aprende por cuenta propia.

5.2.1 CARACTERÍSTICAS ESENCIALES DEL ABP

Para Barrows, (1996) como se cita en Gutiérrez et al.,(2012) en su texto “*Aprendizaje basado en problemas: un camino para aprender a aprender*” las características fundamentales del ABP son:

5.2.1.1 Centrado en el estudiante

El ABP tiene como principal objetivo el papel del estudiante, por tanto, los contenidos temas y objetivos deben ser de interés del estudiante, puesto que son los principales entes de su proceso de aprendizaje (Gutiérrez et al., 2012). Así mismo, las formas y herramientas en las que se apoya para obtener el conocimiento y la solución al problema.

5.2.1.2 Aprendizaje Activo

Para Barrows el estudiante en el ABP debe adoptar la idea de “aprender haciendo”. El estudiante adquiere la habilidad de trabajar en equipo, al igual que obtener experiencia en el trabajo intensivo y efectivo, teniendo en cuenta diferentes puntos de vista, lo cual permite que este en constante actividad y construya su aprendizaje. (Morales Bueno & Landa Fitzgerald, 2004).

5.2.1.3 Aprendizaje Colaborativo

Teniendo en cuenta la anterior característica, queda claro que el ABP únicamente no es activo sino también interactivo, por ello, los estudiantes al interactuar adquieren e intercambian ideas, conocimientos, destrezas y habilidades de comunicación y creatividad que le permiten facilitar la comprensión y participación en pequeños grupos (equipos) (Gutiérrez et al., 2012). Por tanto, cada estudiante respeta y escucha los diferentes puntos de vista y conserva las ideas, conceptos y conocimientos de interés para construir su propio concepto.

5.2.1.4 Razonamiento Crítico

Otra de las características fundamentales de este paradigma es que se centra en que el estudiante, adquiera un razonamiento crítico y se centre en el proceso y no en el resultado, de esta manera la memorización viene por añadidura.

5.2.1.5 Los problemas forman el foco de organización y estímulo para el aprendizaje

De acuerdo con Morales Bueno & Landa Fitzgerald (2004), el problema como estímulo de aprendizaje propicia en el estudiante un desafío por entender y manejar las diferentes variables que se presentan generando relevancia y motivación por el aprendizaje. Para ello, los estudiantes tomarán de la mano las ciencias básicas.

Teniendo en cuenta lo anterior, básicamente el currículum en el ABP se centra en el estudiante y el profesor es el guía del proceso de aprendizaje. Se tiene como expectativa que el estudiante aprenda desde el conocimiento que se obtiene del mundo real y de las experiencias durante la investigación. (Morales Bueno & Landa Fitzgerald, 2004).

5.2.2 EL PROBLEMA COMO CENTRO Y MOTOR DEL ABP Y CARACTERÍSTICAS DE UN BUEN PROBLEMA

El problema es uno de los componentes más significativos para el éxito del ABP, debido a que genera motivación en el estudiante por la búsqueda de nuevos conocimientos para poder encontrar el análisis y la solución del problema. Desde esta perspectiva, el problema para los estudiantes se asume como reto y oportunidad para construir y desarrollar nuevos ambientes de aprendizaje. Por ello, cuando se proponen y utilizan problemas que despiertan en el estudiante el interés por el aprendizaje, conviene que sean paulatinamente abiertos, para que se intensifiquen las habilidades de búsqueda de información (Restrepo Gómez, 2000).

En el ABP, el problema se orienta a enfocar al estudiante a que realice una indagación profunda en los temas de interés, para poder adquirir el conocimiento e ideas previas que le permitan obtener la solución del problema mismo. Para Rangachari, PK (2007), como se citó en Gutiérrez et al., (2012), existen ciertas características para la formulación de un buen problema.

1.

“ Un buen problema, activa el interés del estudiante por la búsqueda de conceptos e información que están relacionados al mundo real, con el fin de que el estudiante comprenda y descubra la importancia, y la relación que existe entre el problema y la solución.

2.

“ Se conecta con el mundo real, esto con el fin de unificar el campo de estudios y la cotidianidad”.

3.

“ Requiere que los estudiantes tomen temas que permitan la indagación de información antes no conocida ”.

4.

“Exige el compromiso y la colaboración de los integrantes del grupo, con el fin de poder trabajar en el nivel de dificultad , sabiendo buscar la congruencia con el nivel de conocimientos y las bases previas del estudiante”.

5.

“ Dentro del resultado, las respuestas son subjetivas. Es decir, las posibles soluciones se basan en la aplicación de nuevas formas de conocimiento obtenidas”.

5.2.3 ETAPAS DEL PROCESO ABP

Autores como Gutiérrez et al., (2012) mencionan que el foco central del ABP se encuentra constituido por tres mecanismos:

1. Definición del problema.
2. Formulación de hipótesis.
3. Validación de la hipótesis.

En la identificación del problema, se presenta el problema y comienza el primer reto para el estudiante, el cual consiste en comprender el problema para dar solución. Lo anterior, se logra a través de las huellas que suministra el problema y los conocimientos previos del estudiante. Sin embargo, la función del docente en la retroalimentación es muy importante puesto que, mediante esa retroalimentación se logran formular hipótesis a través de las ideas, de los conocimientos disponibles y de los que se necesitan adoptar.

En este sentido, los estudiantes identifican las pistas y las necesidades de aprendizaje para poder llegar a una conclusión por medio de un proceso de indagación, análisis y comprobación. Es allí donde el estudiante como ente principal de su proceso de aprendizaje, comienza a buscar recursos más sólidos para resolver las dudas que surgen durante la formulación de hipótesis y conclusiones, generándose más dudas nuevamente, esta etapa cumple unos de los propósitos del ABP, el cual consiste en promover el pensamiento crítico en la formación del estudiante.

Cabe resaltar que, en este mecanismo la presentación del problema es el primer paso, debido a que “la aplicación de los conocimientos depende de cómo se organizan y archivan los conocimientos en nuestro cerebro” (Gutiérrez et al., 2012. p.81). Seguido de esto, se realiza la lluvia de ideas donde el estudiante autoanaliza lo que sabe dando paso a la primera etapa del ABP: se presenta un aprendizaje mutuo entre los estudiantes.

En el segundo mecanismo, la formulación de hipótesis es de carácter riguroso, independientemente de que sea imprecisa, puesto que es el primer paso del aprendizaje autodirigido, en donde se expresan las ideas planteadas y el razonamiento del estudiante. Para Campbell,(1982), como cito Gutiérrez et al., (2012), “la hipótesis es la fase que brinda comprensión y solución al problema”, lo cual incita a que el estudiante se esfuerce y desarrolle habilidades que le permitan formular hipótesis.

Por último, en la validación de la hipótesis es necesario, compartir todas las posibles hipótesis planteadas, para luego ser ordenadas jerárquicamente, según su congruencia y contenido sólido. Según Rodríguez, (2004) citado por Gutiérrez et al., (2012, p. 90) las hipótesis se harán más reales y solidas a medida que se evolucione en la búsqueda de información.

5.3 FLIPPED CLASSROOM “AULA INVERTIDA”

El Flipped Classroom o aula invertida como método de enseñanza, permite la sustitución del método tradicional por nuevas tecnologías de enseñanza-aprendizaje. En este sentido, “se tiene como objetivo que, el estudiante tome un rol más activo en su proceso de aprendizaje, diferente al que estaba asumiendo tradicionalmente” (Berenguer, citado en Aguilera et al., 2017). Por tanto, el estudiante es el actor principal de su aprendizaje, estudia por sí mismo la información facilitada por el docente. Lo anterior permite el ahorro de tiempo lectivo, puesto que las clases son aprovechadas para despejar dudas, profundizar habilidades, realizar otras actividades como debates, ensayos, etc, que sean relevantes con el contenido (Aguilera et al., 2017).

Esta herramienta dinámica, permite que los estudiantes mantengan el interés y el compromiso activo con su proceso de formación, pues dentro de sus beneficios proporciona diversas herramientas para desarrollar habilidades sociales, como videos que permiten visualizar los contenidos repetidas veces y el desarrollo de la expresión verbal y no verbal, así mismo, actualizar la información de interés.

Flipped Classroom, es una metodología óptima que promueve el pensamiento crítico y aprendizaje autónomo . También, puede ser personalizada por el estudiante, puesto que cada alumno tiene diversas formas y ritmos de aprendizaje Tourón & Santiago, (2015), como se

citó en Aguilera et al., (2017). Por otra parte, junto con las TIC'S, la enseñanza sincrónica y asincrónica son orientadas de forma muy positiva (Aguilera et al., 2017).

Se sabe que la educación avanza a pasos gigantescos, agilizando la innovación de nuevos métodos y tecnologías que facilitan remplazar la educación inactiva y los métodos tradicionales por metodologías y herramientas más dinámicas, que conllevan a que el estudiante adquiera protagonismo en su proceso (rol activo), pensamiento crítico y habilidades que le permitan construir y desarrollar soluciones a problemas del mundo real. Es por ello, que se necesita aplicar una modalidad de enseñanza-aprendizaje como la clase invertida dentro del contexto educativo.

5.3.1 CARACTERÍSTICAS DEL FLIPPED CLASSROOM

Las principales características que destacan este método de enseñanza según (UPM, 2020) son:

5.3.1.1 Finalidad

Flipped Classroom tiene como finalidad concretar y especificar los objetivos y competencias que se desean trabajar, así como organizar los tiempos en que se utilizará la metodología.

5.3.1.2 Planificación

El docente como facilitador de aprendizaje, organiza el trabajo y material de los estudiantes, quienes tienen claro el objetivo al que se quiere llegar y la responsabilidad de su aprendizaje, usando las herramientas adecuadas de esta metodología.

5.3.1.3 Preparación de los recursos

Los diferentes materiales, recursos y herramientas didácticos (videos, documentos, artículos, etc) deben ser seleccionados o creados por el docente, con la finalidad de enfocar el interés del estudiante por la temática planteada.

5.3.1.4 Preparación del trabajo en el aula

Al trabajar con Flipped Classroom, dentro del aula las actividades trabajadas en clase se enfocarán en la retroalimentación y continuación de lo aprendido del trabajo autónomo. En esta etapa el docente plantea alguna actividad que recoja los conocimientos previos del tema. Esta dinámica, permitirá el trabajo cooperativo, la solución de problemas y el desarrollo de habilidades para trabajar en equipo; es así como los estudiantes afianzan el compromiso con su proceso.

5.4 APRENDIZAJE

Existen diversas teorías y puntos de vista sobre el concepto aprendizaje. Sin embargo, el estudio de Bruce y Gerber (1995) resalta seis concepciones de aprendizaje, teniendo en cuenta que es el aprendizaje, como se obtiene y como se demuestra el aprendizaje realizado. Pero para este estudio, la tercera concepción es la de interés, la cual enfoca el concepto de aprendizaje como el desarrollo de habilidades de pensamiento, dado que los estudiantes a través de estas habilidades logran desarrollar estructuras cognitivas para construir conceptos y definiciones en diferentes áreas y de esta manera demostrar el conocimiento mediante la aplicación al mundo real y la capacidad de argumentar a través de la experiencia (González Cabanach, 1997).

Teniendo en cuenta el concepto de aprendizaje, es necesario mencionar el aprendizaje centrado en el estudiante debido a que es una característica muy importante del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) y de la metodología Flipped Classroom. En este sentido, el aprendizaje centrado en el estudiante engloba las experiencias, vivencias que va adquiriendo el estudiante a medida que socializa con su entorno, ya sean de tipo académico o social (Mendoza Moreira & Rodríguez Gámez, 2019).

Por otro lado Macías (2017), menciona que este tipo de aprendizaje conlleva a que el estudiante es el protagonista de su propio aprendizaje adquiriendo una serie de habilidades como el trabajo en equipo. Así mismo, tiene la capacidad de vincular el aprendizaje a la resolución de problemas reales asumiendo la construcción del conocimiento.

5.5 ESTRÉS OXIDATIVO

Autores como Galina Hidalgo (2018), definen el concepto de estrés oxidativo como un:

“Desequilibrio de las especies reactivas oxidantes de oxígeno/ nitrógeno (ROS/RNS) y la capacidad de respuesta antioxidante del organismo” (p.29).

Es decir, este efecto se debe al aumento de ROS/RNS y a al bajo nivel de protección antioxidante.

El estrés oxidativo se asocia con más de 100 enfermedades, se presenta en diferentes enfermedades especialmente en cáncer. Yousri et al., (2011), como se citó en Galina, (2018) mencionan que “las células cancerígenas se identifican por tener altas cantidades de especies reactivas de oxígeno (ERO) que las células libres de cáncer (células sanas), los estudios han demostrado que las (ERO) son entes fundamentales del sostenimiento del fenotipo del cáncer” (Galina, 2018). Sin embargo, la producción de (ERO) en bajas concentraciones son importantes y necesarias para el buen funcionamiento celular” (Ortiz & Medina.,2020, p.1).

Sies, (1985), como lo cita Galina, (2018, p. 30), fue el primero en definir este mecanismo celular como una irregularidad del equilibrio prooxidante con el antioxidante, para favorecer las sustancias oxidantes, originando un perjuicio viable (Galina, 2018).

Básicamente, Galina Hidalgo, (2018) menciona que:

Este desequilibrio oxidativo que se presenta en especies reductoras afecta todos los biocompuestos fundamentales de las proteínas, el ADN y los lípidos de la membrana, dando paso a la muerte celular (p.31).

Cabe resaltar que, las sustancias reactivas al oxígeno o nitrógeno (ROS y RNS) no solo son especies que originan daños biomoleculares, sino que también modifican las reacciones biosintéticas, afectando “el sistema enzimático para la protección química y el sistema de respuesta celular a señales moleculares” (López Alarcona & De Nicola, 2013, citado en Galina, 2018).

Por otra parte, biomoléculas importantes en el organismo como el ADN, proteínas, carbohidratos y lípidos son afectadas en gran medida por las ERO, debido a que contienen un alto nivel de reactividad y prácticamente nula selectividad, comprometiendo la homeostasis celular, lo que provoca el desarrollo de enfermedades. Young & Woodside, (2001), como citó Ortiz & Medina, (2020).

5.5.1 EFECTOS DEL ESTRÉS OXIDATIVO

El estrés oxidativo afecta la célula, dañando los biocompuestos de las proteínas y el ADN hasta causar la muerte celular, debido al desequilibrio entre las sustancias oxidantes y los antioxidantes, provocando la formación y desarrollo de algunas enfermedades como el cáncer, enfermedades neurodegenerativas, enfermedades cardiovasculares, diabetes, entre otras. En tal sentido, “la acción del radical libre afecta la célula, por ello ocurre que las mutaciones se transforman en células cancerosas si los radicales libres causan daños en el ADN (ácido desoxirribonucleico) (Coronado et al., 2015, p. 208).

Partiendo de lo anterior, “la reproducción descontrolada de células epiteliales o mesenquimatosas que han evadido los controles de replicación y diferenciación son las responsables del origen del cáncer” (De la Garza & Sánchez, 2014). En la actualidad, esta patología es un grupo de enfermedades bajo un solo nombre que afecta frecuentemente la humanidad, colocando en reto constante a la ciencia y medicina por su cura.

5.6 RADICALES LIBRES

Los estudios han demostrado que la oxidación es fuente de enfermedad al existir un desequilibrio entre agentes prooxidantes y agentes antioxidantes, lo cual produce estrés oxidativo cuando se generan radicales libres. En síntesis, los radicales libres (RL) son moléculas que poseen un electrón libre en su orbital externo, lo que los caracteriza por ser altamente reactivos e inestables.

Conviene subrayar que existen dos grandes grupos de Radicales Libres de Oxígeno (RLO): el primer grupo son los radicales primarios o inorgánicos, tales como el peróxido de hidrogeno (H_2O_2), radical hidroxilo (HO^\cdot), radical-anión superóxido ($O_2^{\cdot-}$), entre otros; unos con mayor carácter radicalario que otros. El segundo grupo son los radicales secundarios u orgánicos, en este grupo se destaca el radical peróxilo (ROO^\cdot): formado a partir de hidroperóxidos orgánicos como lípidos. En general, los RLO atacan las membranas celulares, principalmente en sus proteínas y lípidos causando peroxidación de lípidos (triglicéridos, fosfolípidos, lipoproteínas).

Hay que mencionar, además que los RLO se producen de forma rápida a través de reacciones redox. En el organismo se generan en los procesos redox celulares como: la cadena de transporte mitocondrial y las oxidaciones microsomales. Sin embargo, existen otros agentes externos que generan estas especies radicalarias, como por ejemplo la exposición a luz ultravioleta, contaminación ambiental, ejercicio forzado y desregulación de las enzimas que catalizan reacciones de oxido-reducción (Elejalde Guerra J. , 2018)

En consecuencia, el efecto de los RLO en nuestro organismo ocasiona lesiones y alteraciones graves en las estructuras y función de algunas macromoléculas (proteínas, lípidos y ácidos nucleicos), llevando una reacción en cadena que ocasiona el daño a células, tejidos y órganos.

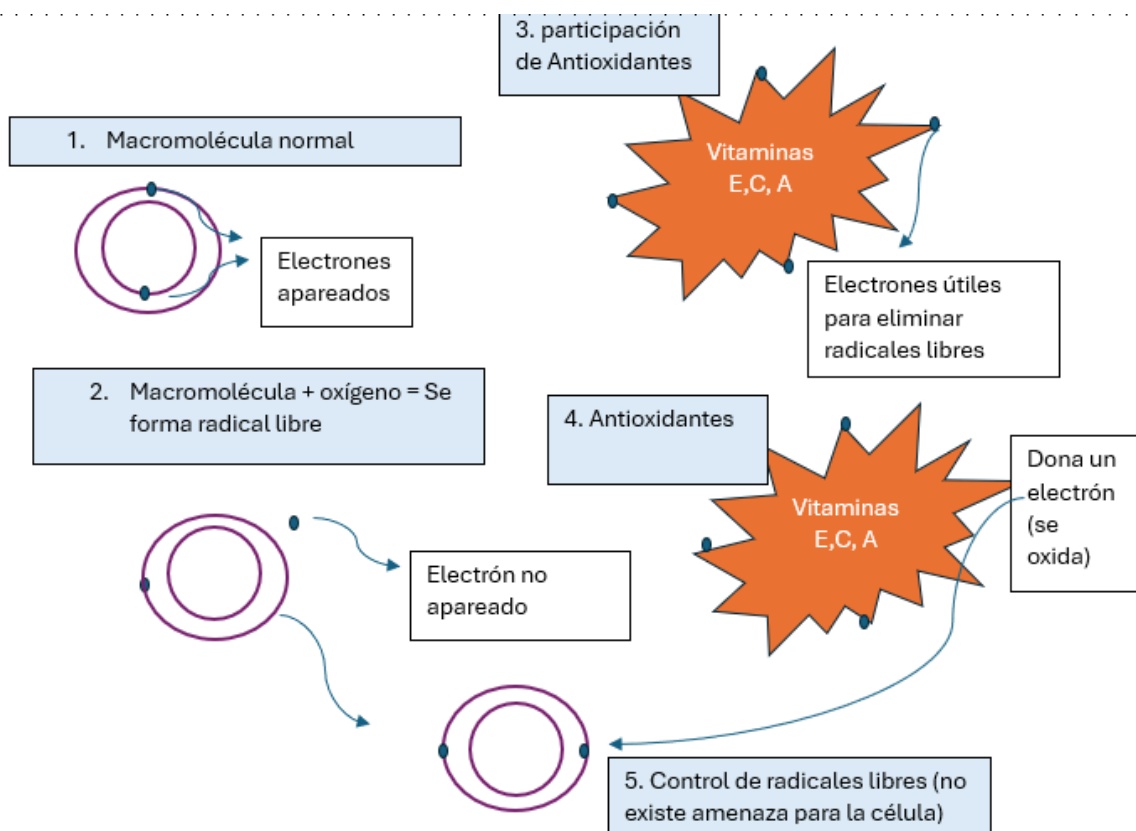
De acuerdo con lo expresado anteriormente, el daño oxidativo sobre las macromoléculas va a generar diversas alteraciones enzimáticas, afectación de los lípidos, alteraciones a nivel de la homeostasis y estructura celular, al igual que la peroxidación de los lípidos ingeridos por medio de la dieta, lo cual genera alteraciones en las estructuras celulares (Elejalde Guerra J. , 2018)

5.7 ANTIOXIDANTES

Teniendo en cuenta lo anterior y recordando que el estrés oxidativo está asociado al daño celular y al efecto que causa un radical libre, habría que decir también que existen mecanismos antioxidantes (exógeno y endógeno), que contrarrestan el daño celular y la oxidación. Puesto que los antioxidantes actúan como inhibidores de los efectos negativos de la salud, donando electrones a los RL sin convertirse en uno de ellos (ilustración 1).

Ahora bien, es importante tener en cuenta que los antioxidantes se clasifican en dos grupos: antioxidantes enzimáticos (catalasa, glutatión, superóxido dismutasa) y antioxidantes no enzimáticos (β -caroteno, vitaminas A, C y E). En el sistema de defensa, “los antioxidantes al interactuar de forma más rápida con las especies reactivas de oxígeno y radicales libres no dejan que otras moléculas se unan al oxígeno, impidiendo de esta forma la oxidación en las macromoléculas” (Venereo Gutiérrez, 2002).

Ilustración 1. Interacción entre radicales libres y antioxidantes



Fuente: (Coronado H, Vega y León, Gutiérrez T, Vázquez F, & Radilla V, 2015)

6 ANTECEDENTES

A largo de la historia, se han evidenciado dificultades en los estudiantes a la hora de aprender, y por parte de los profesores en identificar nuevas metodologías para enseñar bioquímica. Se asume que los conceptos abordados son complejos, lo que conlleva a utilizar metodologías tradicionales de enseñanza, es decir, donde el estudiante asume un rol pasivo, puesto que son limitadas las herramientas pedagógicas y didácticas en el área de la bioquímica.

Cabe resaltar que, en la actualidad, la educación tradicional prefiere adoptar modelos memorísticos donde el rol principal del estudiante se limita a ser un ente pasivo en la construcción de nuevos conceptos. Por ello, se pretende hacer un análisis reflexivo de los beneficios didácticos de utilizar el ABP a través del Flipped Classroom para el proceso de enseñanza aprendizaje de los conceptos asociados al estrés oxidativo.

Por esta razón, por medio del siguiente trabajo se procura investigar que implicaciones tiene el método de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), para la enseñanza del estrés oxidativo a través de la metodología flipped classroom. De esta manera, se presentan algunos antecedentes que fueron realizados en una ventana de tiempo de los últimos 10 años, que se estructuran a través de 3 ejes principales: Aprendizaje basado en problemas (ABP), flipped classroom (aula invertida) y estrés oxidativo, por medio de estos tres ejes se orienta y desarrolla el siguiente proyecto de investigación.

A continuación, se presenta un consolidado de las investigaciones realizadas en tesis de maestría y doctorado, artículos de revistas indexadas y no indexadas, trabajos de grado previos tanto a nivel regional, nacional e internacional.

En la Universidad Pedagógica Nacional, para el año 2020 se desarrolló e implemento una estrategia didáctica para la enseñanza de los conceptos antioxidantes, radicales libres y estrés oxidativo a estudiantes que pertenecían a la carrera de Licenciatura en Química que se encontraban cursando el espacio académico de Teorías química II (Valderrama Pérez, 2020) por medio de este trabajo se quería poner en evidencia que los conceptos de química en formación inicial, resulta ser alejado de procesos que les permite la comprensión de un conocimiento, por tanto, la estrategia didáctica trabajada en este trabajo es la indagación lo que permitió a los estudiantes valorar la curiosidad científica y la capacidad de análisis como fuente de aprendizaje, para si utilizarlo en el entorno cotidiano como un elemento de aprendizaje.

De otro lado, Galina Hidalgo, et al (2018) evidenciaron, que la producción de especies reactivas de oxígeno y nitrógeno son procesos que las células llevan a cabo en un metabolismo celular normal, el cual se subsana con compuestos que impiden los procesos de oxidación, retrasando o previniendo el estrés oxidativo, este compuesto son los antioxidante. No obstante, condiciones medioambientales, estilo de vida, patologías existentes. Pueden llegar a ocasionar un aumento de radicales libres y en consecuencia su acumulación, dando como resultado el estrés oxidativo. Por lo tanto, “el estrés oxidativo se relaciona con el envejecimiento, enfermedades crónicas. Generando un alto índice de afecciones en los últimos años”. (Sánchez & Méndez, 2018).

Por otra parte, Pupo, Robles & Marrero (2017), mencionan que el oxígeno es la molécula principal para que exista vida, pero a su vez es un elemento con una alta reactividad, generando que se convierta en un elemento altamente toxico, en donde una perturbación en el equilibrio entre las sustancias prooxidadas provocaran estrés oxidativo, produciendo radicales libres causando daños a nivel células, implícitos en diversas enfermedades.

Pese, a que la naturaleza ha desarrollado sistemas de control como son los antioxidantes, persisten daños que afectan la célula hasta daños irreversibles.

En relación con las implicaciones que genera el estrés oxidativo a nivel celular, Calderón, Muñoz & Quintanar, en su investigación publicada en el (2013). Mencionan que son gran número de enfermedades que se asocian a este concepto, como la diabetes mellitus. A través de diferentes modelos que trabajan los efectos del incremento de la concentración de glucosa, han propuesto que cada uno de los procesos oxidativos están involucrados con el mal diagnóstico de la *diabetes mellitus*.

De manera que, la excesiva producción de especies reactivas del oxígeno, que se produce de la cadena transportadora de electrones, la autooxidación de la glucosa, la vía del sorbitol, la glicación de proteínas, la capacidad redox de la célula, como lo describen Pupo, Robles & Marrero (2017) generan, un estado que predispone el daño oxidativo de las proteínas, lípidos, ácidos nucleicos y los carbohidratos, lo cual generara diferentes tipos de manifestaciones en los pacientes diabéticos (Calderón., et.al. 2013).

De ahí que, desde una perspectiva pedagógica, Torres, W (2022). En su investigación, titulada *Implicaciones del modelo Montessori en el aprendizaje del concepto estrés oxidativo*, analiza desde una perspectiva pedagógica científica, los alcances que tiene el proceso de enseñanza aprendizaje del concepto estrés oxidativo, para si realizar recubrimientos comestibles con en extractos bioactivos.

Por tanto, para Torres y Rodríguez (2022) el modelo científico de María Montessori, presenta una alternativa para enseñar conceptos asociados a la bioquímica como lo es el estrés oxidativo, el cual se estructura desde la libertad y la construcción del concepto por parte de

cada uno de los estudiantes, este estudio concede a la investigación anterior un enfoque de transformación, que facilita a los docentes, la estimulación y desarrollo de habilidades, investigativas, de observación y de conceptualización.

Desde una perspectiva didáctica Wilfredo, Gabino & Núñez (2016), describen los biomarcadores del estrés oxidativo tanto generales como específicos, así como las técnicas de laboratorio, que son tomadas para medir la eficacia de las terapias antioxidantes

Para el uso de productos antioxidantes, es necesario medir biomarcadores que sean específicos de un desorden fisiológico, patológico y progresión de la enfermedad, para así determinar el grado de estrés oxidativo de una persona. Y desarrollar terapias antioxidantes.

Por lo anterior, esta investigación propone, a los métodos de enseñanza aprendizaje como eje principal. En especial al Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) como herramienta central del proceso que orienta la enseñanza aprendizaje de bioquímica en contexto como concepto principal el estrés oxidativo, en relación con el cáncer de mama.

Desde otra perspectiva, el aprendizaje basado en problemas (ABP), se enmarca como un enfoque innovador en la formación académica del mundo contemporáneo, A través de este modelo, se buscan estrategias de producción y organización que estén en dirección con las ahora llamadas sociedades del conocimiento (Ulisses & Sastre, 2018).

Poot (2013), en su investigación titulada *Enseñanza e investigación en Psicología*. Describe a través de una estructura jerárquica y organizada, las dificultades y beneficios de llevar al aula de clase el método de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), donde realiza una reflexión en donde recomienda vincular otras metodologías, que cumplan con los objetivos establecidos por el profesor y la clase (Poot, 2013). Este aprendizaje generara en los estudiantes habilidades cognitivas de orden superior, como la reflexión, generación de hipótesis, comparación, entre otras. Otorgando en el estudiante un aprendizaje activo, y sin recurrir a las metodologías tradicionales, que buscaban principalmente la memorización.

Posteriormente, Luy (2019). Expone en su documento titulado: *Problem Based Learning (PBL) in the Development of Emotional Intelligence of University Students*, para esta investigación, la población objeto de estudio fueron 48 estudiantes universitarios de primer ciclo, que se dividieron, 24 grupo control y el restante como grupo experimental. Para la recolección de datos se utilizó la prueba de (Inventario de Inteligencia Emocional de Bar-On (I-CE)), para la prueba de entrada (pretest), aplicando la método del aprendizaje basado en problemas (ABP), para un total de 16 secciones dadas al grupo experimental, mientras que para el grupo control, se utilizó una metodología de enseñanza aprendizaje tradicional, finalmente se realizó una prueba de salida denominada BarOn, que se aplicó para los dos grupos. Los resultados de la investigación arrojaron diferencias significativas al utilizar el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) (Luy, 2019).

Por otra parte, Bueno (2018), plantea una propuesta metodológica, que se estructura en el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), la autora menciona que esta metodología ha generado nuevas estructuras cognitivas en los estudiantes, ha fortalecido los modelos educativos tradicionales, propiciando entornos de desarrollo de habilidades de pensamiento, y dejando de lado metodologías tradicionales (Bueno, P. 2018).

Finalmente. Villalobos, Ávila & Olivares (2016). Determinaron, si el Aprendizaje Basado en Problemas, promovería en los estudiantes un pensamiento crítico, para el desarrollo de la clase de química. Para ello se dividieron los estudiantes en grupo en control y grupo experimental, del cual se obtuvieron resultados en donde ABP promueve en los estudiantes habilidades de evaluación y pensamiento crítico desde las ciencias (Villalobos, A. & Olivares. 2016).

De la misma forma, Hawks (2014) describe al Flipped Classroom o también llamada aula invertida como una metodología que se centra en como aprende y deja de aprender el estudiante, otro aspecto importante del aula invertida es darle un rol activo en todo el proceso de enseñanza aprendizaje al estudiante. Generalmente esta metodología se centra en áreas como física, química, ciencias biológicas. Por otra parte, el aprendizaje en Flipped Classroom se extiende rápidamente en el mundo, pero aún no es bien reconocido en nuestro país. Es por ello, por lo que el objetivo del estudio es atraer la atención a su potencial, para la educación y proporcionar para que sea más reconocido por los educadores e investigadores. (Hawks, S. J. 2014).

Por otra parte, para Hinojo, Aznar y otros autores (2018). Realizan una investigación en torno a la metodología flipped classroom, lo describen como una metodología docente con gran proyección de implementación en la educación, este se estructura desde las tecnologías de la información y comunicación, que permite a los estudiantes un rol activo en su proceso de aprendizaje. En consecuencia, los autores proponen, analizar la educación en ciencias desde la perspectiva del flipped classroom y determinar su alcance y limitaciones en el aula (Hinojo, et al. 2019).

Para Berenguer (2016). La metodología Flipped Classroom, tiene como objeto desarrollar un modelo de enseñanza, en donde el estudiante asuma un rol activo (Berenguer, 2016). En el desarrollo de la clase y en su proceso de aprendizaje, y abandonar la tendencia de las metodologías tradicionales, en donde su papel era centrado en el profesor, que limitaba el desarrollo del pensamiento del niño, y lo encasillaba a repetir una instrucción (Berenguer-Albaladejo, C. 2016).

Berenguer, describe la posición del alumno desde una mirada del Flipped Classroom, en este sentido, el estudiante trabaja los conceptos que se desarrollaran en clase, por sí mismo a través de herramientas que el profesor designa; como lo son ayudas audiovisuales, podcasts principalmente que son realizados por el profesor, para cumplir un objetivo establecido en

clase, lecturas etc. Y en la siguiente fase, se desarrollará en el interior del aula de clase, se resolverán preguntas que se hayan generado a través del trabajo independiente, estas preguntas se resolverán por medio de debates (Berenguer-Albaladejo, C. 2016), no por una respuesta concreta del profesor, si no cada uno de los estudiantes ira desarrollando su propia respuesta, lo que genera implícitamente un aprendizaje significativo en él.

Debido a, que los estudiantes se han convertido en lo que Berenguer denomina *e-alumnos*, esto quiere decir, que los niños utilizan las tecnologías no solo en hábitos educativos, si no en su vida cotidiana, al consultar en bases de datos lo que les llama la atención, jugar, hablar con otras personas, entre otras. La autora por medio de su investigación pretende analizar la utilidad de las tecnologías aplicadas a Flipped Classroom y así realizar una adaptación curricular del plan de estudios de las áreas en ciencias (Berenguer-Albaladejo, C. 2016).

En conclusión, el flipped classroom es un modelo pedagógico que ha ido ganando adeptos en los últimos años, gracias a su capacidad para involucrar a los estudiantes en su propio proceso de aprendizaje y fomentar la colaboración y cooperación del trabajo en equipo. Su bibliografía es extensa y variada, lo que indica la importancia y el interés que ha despertado en el mundo de la educación.

En conclusión, el presente trabajo procura investigar que implicaciones tiene el modelo del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), para la enseñanza de concepto en bioquímica, especialmente el estrés oxidativo a través de la metodología Flipped Classroom, teniendo en cuenta los aspectos teóricos, anteriormente descritos. Se evidencia la falta de información integrada en cuanto, la metodología Flipped Classroom y el modelo del Aprendizaje Basado en Problemas a través de un contexto social como son las enfermedades cancerígenas, por tanto, este proyecto de investigación pretende aportar en la integración de estos modelos de enseñanza aprendizaje, en la construcción de conceptos propios de la bioquímica.

7 METODOLOGÍA

El siguiente trabajo de investigación está enfocado bajo una metodología mixta (MM), la cual integra el enfoque cualitativo y cuantitativo, orientada en el contexto de investigación cuasiexperimental sin grupo control. Autores como Álvarez Juan & Jurgenson Gayau, (2012) citaron a Hernández Sampieri & Mendoza, (2008), definen los métodos mixtos dentro de la investigación como técnicas sistemáticas, empíricas y críticas que permiten recolectar datos cualitativos y cuantitativos, con el fin de entender la problemática a trabajar.

De acuerdo con Hamui-sutton, (2013, p.212), la metodología mixta utiliza una gran variedad de fuentes de información que se ajustan de diferentes formas, con la finalidad de apoyar los análisis de la problemática educativa planteada de un modo más comprensivo. De esta manera, esta metodología se caracteriza por juntar los aspectos cuantitativos y cualitativos en un mismo estudio, llevando a recoger y analizar rigurosamente los datos basados en la pregunta de investigación.

7.1 FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS

7.1.1 Hipótesis nula (H_0)

La aplicación de la unidad didáctica en el marco del modelo Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) y la metodología Flipped Classroom no influye en la enseñanza aprendizaje del estrés oxidativo, ni en el desarrollo de competencias cognitivas, colaborativas y de pensamiento crítico en los estudiantes del ciclo de profundización de la Licenciatura en química.

7.1.2 Hipótesis alternativa (H_1)

La aplicación de la unidad didáctica en el marco del modelo Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) y la metodología Flipped Classroom influye positivamente en la enseñanza aprendizaje del estrés oxidativo y en el desarrollo de competencias cognitivas, colaborativas y de pensamiento crítico en los estudiantes del ciclo de profundización de la Licenciatura en química.

7.2 FASES DE INVESTIGACIÓN

Primera fase. Identificación de conceptos previos: En esta fase se realizó la presentación del proyecto a la población objeto de estudio, con el fin de dar a conocer la problemática en la cual se basa la investigación. Posteriormente, se aplica el instrumento de entrada, apoyado en un cuestionario que aborda preguntas abiertas y cerradas con el fin de identificar los conceptos previos asociados al estrés oxidativo.

Segunda fase. Diseño y aplicación de la unidad didáctica: Teniendo en cuenta los conceptos previos identificados en la fase anterior, se diseñó y aplicó una unidad didáctica, la cual permite desarrollar habilidades de pensamiento a la población objeto de estudio, facilitando el aprendizaje de los conceptos asociados al estrés oxidativo, a través del modelo ABP, desde el abordaje de enfermedades cancerígenas. Esta unidad didáctica incluye un instrumento de evaluación final, con el fin de identificar y analizar el alcance didáctico de la unidad didáctica aplicada, teniendo en cuenta los análisis y resultados obtenidos.

Tercera fase. Sistematización y Análisis de resultados: Finalmente, se analizó a detalle el tratamiento de la información y análisis de los resultados obtenidos a través de los instrumentos aplicados, esto con el fin de recolectar los datos cualitativos y cuantitativos de la investigación con ayuda de softwares estadísticos como *ATLAS.ti* para datos cualitativos y *SPSS Statistics* para datos cuantitativos que calcula un valor de correlación, indicando la eficiencia o impacto de la unidad didáctica.

7.2.1 Población

La población objeto de estudio en esta investigación se caracterizó por ser finita, puesto que se enfoca especialmente en estudiantes universitarios de la Universidad Pedagógica Nacional, pertenecientes a la facultad de Ciencia y Tecnología del departamento de Licenciatura en Química del ciclo de profundización, especialmente en el énfasis disciplinar I llamado Química de alimentos y productos naturales, que abordan temáticas relacionadas con la bioquímica, este se encuentra conformado por 20 estudiantes.

Los resultados obtenidos de esta población se analizan de forma cualitativa y cuantitativa a través de instrumentos que permiten identificar las implicaciones didácticas de la unidad didáctica.

7.2.2 Instrumentos

Dentro de la unidad didáctica, se aplicaron algunos instrumentos que se construyeron dependiendo del resultado de la fase inicial, tales como actividades en donde se abordó la resolución de problemas reales; la interpretación y construcción de mapas conceptuales, donde están algunos conceptos relacionados con el estrés oxidativo, con el objetivo de evaluar el progreso de la construcción jerárquica de conceptos; relación entre conceptos; cuestionarios de selección múltiple con única respuesta que permitieron obtener respuestas concretas de la población; actividades investigativas, entre otros.

Para la sistematización y análisis de resultados se emplearon software de análisis estadístico y software de análisis cualitativo como *ATLAS.ti* y *SPSS Statistics*.

8 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

8.1 Fase 1. Identificación de conceptos previos

Para identificar y analizar los conceptos previos que posee el estudiante con respecto al concepto estrés oxidativo se aplicó una prueba de entrada. Este instrumento contribuye a la creación de la unidad didáctica como herramienta que planifica el proceso de enseñanza y aprendizaje, en donde se responden cuestiones curriculares enfocadas en que enseñar, cuando enseñar y como enseñar, lo cual se enmarca en ambientes vinculados al efecto y tratamiento del cáncer de mama interconectados con el desarrollo de actividades bajo el Aprendizaje Basado en Problemas y flipped Classroom.

Construcción, validación y aplicación de instrumento inicial

Esta fase se enmarca en la construcción, validación y aplicación de la prueba de entrada abordada desde el Aprendizaje Basado en Problemas, la cual permite conocer y entender que el estudiante generalmente identifica y relaciona conceptos previos asociados al estrés oxidativo, por ende, se parte de conocer como el estudiante obtiene, interpreta y sintetiza la información dada, apoyado en experiencias y concepciones. De igual forma, este instrumento también tiene la finalidad de mostrar al docente que sabe el estudiante, que hace falta y como se puede abordar la temática para saber desde donde se puede partir y así poder construir la unidad didáctica en base a los resultados obtenidos.

La prueba de entrada consta de 5 preguntas, las cuales permiten conocer las ideas y conceptos previos del estudiante frente al concepto estrés oxidativo y enfermedades asociadas al cáncer de mama. Así mismo, para la evaluación se realizó una rúbrica de evaluación. En este estudio el tema central es el estrés oxidativo y la población objeto de estudio fue 20 estudiantes del ciclo de profundización de la Licenciatura en Química de la Universidad Pedagógica Nacional.

A continuación, en la tabla 2 se describe el objetivo de cada pregunta que conforma la prueba de entrada y la forma en que se realizara su respectivo análisis:

Tabla 1. Prueba de entrada

Pregunta	Objetivo	Análisis
1	Identificar qué efectos conoce el estudiante frente a la generación de cáncer de mama.	Evaluar si el estudiante tiene conocimiento de las causas que afectan las células.
2	Comprender y analizar de qué manera el estudiante relaciona la bioquímica al mundo real y la importancia de la	Identificar y evaluar si el estudiante relaciona y comprende de forma coherente la bioquímica y su entorno.

	ciencia en el contexto de las enfermedades.	
3	Analizar y evaluar si el estudiante comprende la relación que existe entre los conceptos e ilustraciones asociados a estrés oxidativo, ciencia y tecnología.	Evaluar la coherencia de las relaciones establecidas entre cada concepto e imagen.
4	Analizar como el estudiante a través de una situación problema logra plantear una hipótesis coherente con el entorno propuesto.	Evaluar las habilidades de interpretación y argumentación que muestra el estudiante para el desarrollo de hipótesis coherentes.
5	Identificar y Analizar habilidades tales como: interpretación, redacción y argumentación que presentan los estudiantes a partir de conceptos previos para construir una definición.	Evaluar el logro si el estudiante comprende y asocia los conceptos para construir definiciones propias y coherentes.

Nota: Se describe el objetivo de las preguntas que conforman la prueba de entrada con su respectivo análisis.

Fuente propia.

El instrumento de entrada fue validado por un doctor en educación y licenciado en Química de la Universidad Pedagógica Nacional, el docente reviso cuidadosamente el formulario en forms office, en donde sugirió que en la pregunta 5, se incluyeran otras palabras para poder ampliar la definición del concepto antioxidante.

En este sentido, la prueba de entrada permitió conocer las implicaciones y el desarrollo de las diferentes concepciones científicas que presenta el estudiante frente al concepto estrés oxidativo, puesto que dentro del modelo Aprendizaje Basado en problemas (ABP) y la metodología Flipped Classroom, estas estrategias didácticas activas conllevan a que el estudiante sea el ente principal en su proceso de enseñanza aprendizaje.

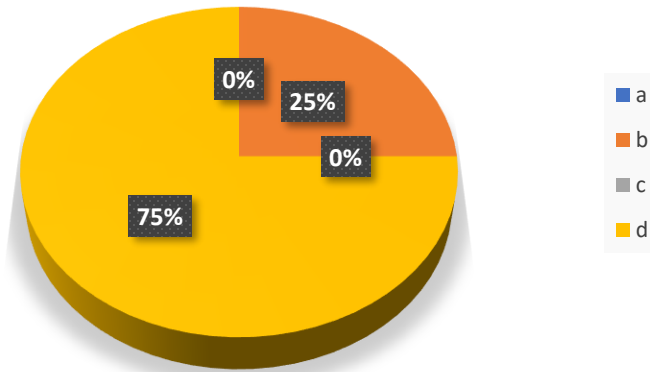
8.1.1 Pregunta 1

La pregunta uno, se enfoca en que los estudiantes reconozcan algunos factores que generan el cáncer de mama, por lo que se les solicita a los estudiantes responder “¿a qué se deben estos efectos? por medio de la afirmación: Las enfermedades como el cáncer, especialmente el cáncer de mama, afectan actualmente el género femenino, provocando daño en las proteínas, el ADN y los lípidos de la membrana, lo cual genera la muerte celular”, siendo esta una pregunta de selección múltiple con única respuesta, (a. Un mal manejo en la dieta de las personas; b. Un desequilibrio oxidativo que se presenta en especies reductoras; c. Baja ingesta de alimentos ricos en vitaminas; d. Todas las anteriores) . Esto con la finalidad de conocer de que, si los estudiantes identifican las causas de la enfermedad, tendrán la posibilidad de adoptar herramientas que le permitan construir y profundizar los conceptos asociados al estrés oxidativo.

En la gráfica 1 se muestran los resultados obtenidos del primer punto de la prueba de entrada.

Grafica 1. Resultados pregunta 1 - Prueba de entrada

Pregunta 1. Las enfermedades como el cáncer, especialmente el cáncer de mama, afectan actualmente el género femenino, provocando daño en las proteínas, el ADN y los lípidos de la membrana, lo cual genera la muerte celular. Estos efectos se deben a que exi



Fuente: Elaboración propia

Nota: Realizado por medio del software SPSS statistics y Excel

Para el análisis de los resultados de esta pregunta, se establecieron dos niveles de logro teniendo en cuenta la naturaleza de estos, el primero fue apropiado y el segundo no adecuado. Por ejemplo, si el estudiante seleccionó la respuesta correcta opción (d) obtuvo el nivel apropiado (5.0), de lo contrario nivel no adecuado (1.0).

En consecuencia, se evidencia que el 75% de los estudiantes seleccionaron la opción “Todas las anteriores (d)” y el 25% no presenta la respuesta correcta, indicando que la opción válida es la “b” (Un desequilibrio oxidativo que se presenta en especies reductoras).

En el caso particular, los estudiantes 9 y 17 por ejemplo, si identificaron los diversos factores que inciden en la generación del cáncer de mama y daño celular. Sin embargo, el estudiante 13, selecciono la opción “b” lo cual es incorrecto, debido a que la pregunta tiene un enfoque interdisciplinar, es decir, aborda un ámbito pedagógico y social. Cuando se habla de ámbito pedagógico se hace referencia a que los estudiantes conocen ciertos procesos metabólicos que ocasiona la mala alimentación y en cuanto al ámbito social se generan afectaciones en las macromoléculas generando enfermedades cancerígenas, desconociendo el origen de estas.

8.1.2 Pregunta 2

En esta pregunta, se aborda el origen, conocimiento y aplicación de la bioquímica en la vida cotidiana y la importancia de esta en la transformación y regulación de las enfermedades sustentadas en la ciencia y tecnología. En este sentido, se presenta un contexto de la importancia de la bioquímica en el avance científico: “El conocimiento sobre el origen, composición, relación, transformación y regulación de las enfermedades que afectan los

diferentes órganos del cuerpo humano, ha generado un avance científico que provee saberes necesarios en la sociedad para entender las investigaciones científicas y tecnológicas”, se solicita a los estudiantes por medio de la pregunta “¿Considera que conocer y aplicar la bioquímica es importante en nuestras vidas?, ¿Por qué y cómo se relaciona con el párrafo anterior?”. Debido a que, si los estudiantes comprenden la importancia de la bioquímica como ciencia facilita su aplicación y relación conceptual en diferentes áreas del conocimiento.

Como consecuencia, un estudiante menciona no tener respuesta para esta pregunta. Sin embargo, los otros 19 estudiantes relacionaron diferentes conceptos bioquímicos para responder la pregunta, el análisis exploratorio sobre las respuestas se muestra en la figura 1.

Figura 1. Análisis exploratorio pregunta 2, prueba de entrada



Fuente: Elaboración propia

Nota: Realizado por medio del Software ATLAS.ti

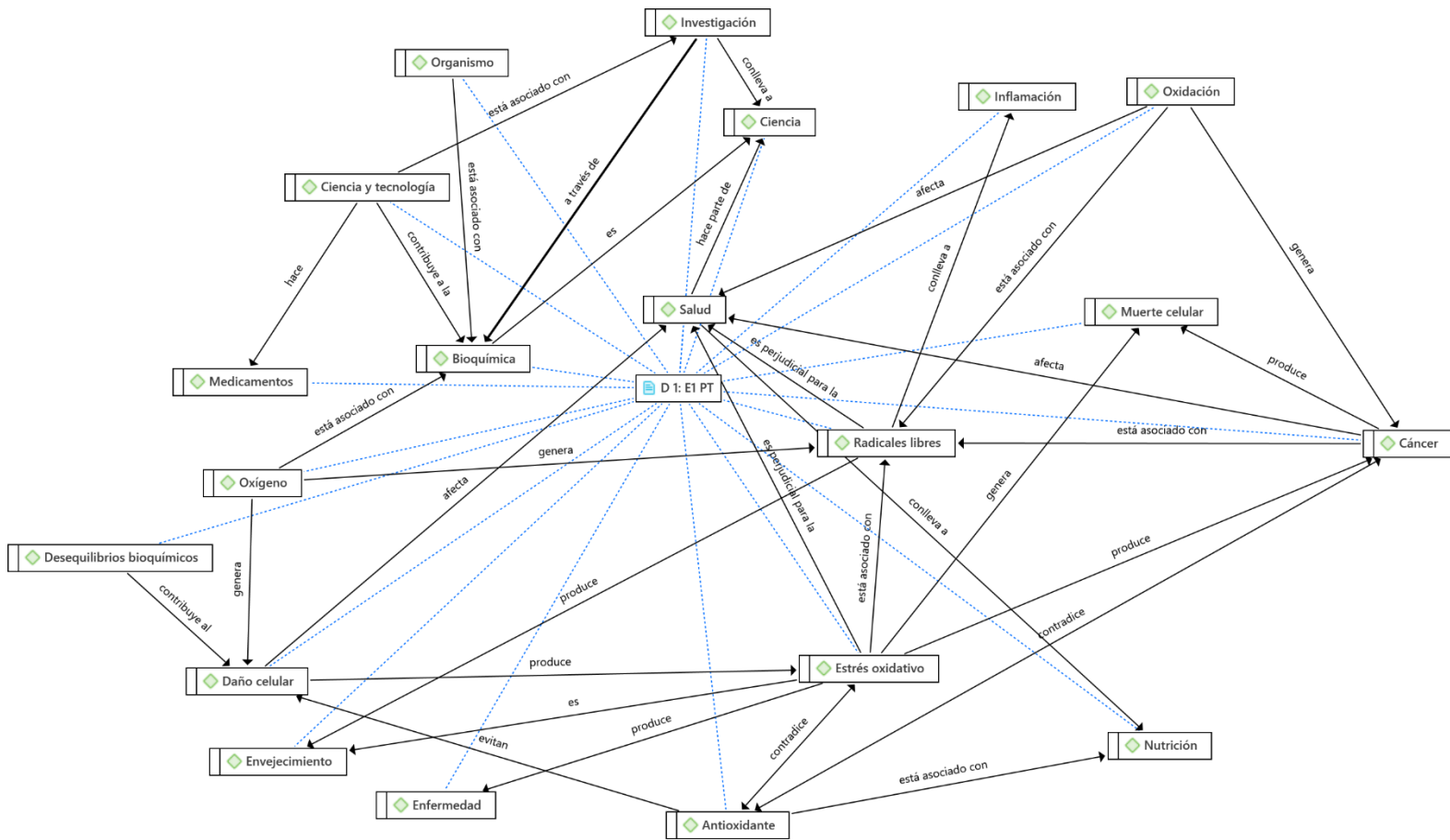
En la figura 1, las palabras con mayor tamaño indican una mayor frecuencia en las respuestas de los estudiantes y las de menor tamaño una menor repetitividad. Como la pregunta fue “¿Considera que conocer y aplicar la bioquímica es importante en nuestras vidas?, ¿Por qué y cómo se relaciona con el párrafo anterior?” se descartan las palabras “vida” y “bioquímico” por lo que las palabras con mayor frecuencia son oxígeno, organismo, célula, estrés, enfermedad y sustancias con 5 a 11 repeticiones. Como se evidencia en la figura 1, la palabra “oxígeno” es la que tiene mayor repetitividad, este concepto tiene como implicación que los estudiantes integren el conocimiento conceptual de los nuevos conceptos y establezcan nexos entre ellos, generando respuestas coherentes con los conceptos ya conocidos, de esta manera asocian el concepto oxígeno al origen de las enfermedades y a la importancia de la bioquímica en nuestras vidas.

En consonancia con Maldonado (2013), la bioquímica gracias a sus valiosos aportes permite sustentar la vida y comprender los diferentes procesos y mecanismos que acompañan la muerte celular, la evolución y transformación de los seres vivos, así como impartir herramientas y saberes para la comprensión de diferentes fenómenos apoyados en las investigaciones científicas y tecnológicas.

Hecha esta salvedad y haciendo un análisis desde las concurrencias de las respuestas presentadas por los estudiantes, se engloban los conceptos oxígeno, estrés, célula, organismo y sustancia, de ahí que, los estudiantes mencionaron que la bioquímica es importante debido a que permite relacionar las diferentes sustancias que interactúan en nuestro cuerpo, permitiéndonos conocer los procesos metabólicos en nuestro organismo y los procesos de regulación de las enfermedades desde los avances científicos y tecnológicos. En la figura 2 se observa la naturaleza de la concurrencia según las respuestas de los estudiantes, donde se evidencia que los estudiantes relacionan la bioquímica especialmente con conceptos tales como oxígeno, investigación, organismo, ciencia y tecnología, los cuales conllevan a asociar otros conceptos como salud, radicales libres, estrés oxidativo, entre otros. Lo anterior, permite aclarar que para los estudiantes en general la bioquímica es una ciencia que permite estudiar y conocer más sobre nuestro organismo.

Así que, haciendo un balance con lo mencionado y una comparación con lo descrito por Maldonado (2013), las respuestas presentan conceptos similares y un gran acercamiento de la importancia de la bioquímica aplicada al mundo real.

Figura 2. Red de concurrencias asociado a la "importancia de la bioquímica"



Fuente: Elaboración propia

Nota: Realizado por medio del Software ATLAS.ti

Dicho lo anterior, el estudiante 9 establece un gran acercamiento con su respuesta “Es importante aplicar la bioquímica en nuestras vidas porque nos permite conocer las relaciones necesarias de las diferentes sustancias que interactúan en nuestro cuerpo y que le permiten tener un funcionamiento adecuado. De tal forma y de acuerdo con el párrafo anterior conocer de qué forma se afecta nuestro organismo, con base en las diferentes acciones que realizamos en el día a día puede dar nuevas proyecciones sobre hábitos de vida saludable, cuidados especiales con el cuerpo, comida, y actividad física necesarias para tener una buena salud y buen funcionamiento del organismo”, indicando la relación e importancia de la bioquímica con el contexto presentado, sin embargo, se evidencia poca relación y profundización conceptual en el marco de la bioquímica. Aunque el mayor número de respuestas relacionan la bioquímica con la ciencia y tecnología, salud, investigación, enfermedad y oxígeno; estableciendo coherencia entre cada concepto.

Respecto a la información anterior, 13 estudiantes identificaron y relacionaron los conceptos con las imágenes presentadas, dando una respuesta coherente frente a su relación. Sin embargo, 4 estudiantes explicaron los conceptos sin establecer relación y 3 estudiantes afirmaron no saber o no estar seguros de la relación existente entre cada concepto e imagen. Por ejemplo, el estudiante uno, respondió de forma coherente “La imagen 1 se relaciona con la bioquímica dado el proceso natural por el que pasan los alimentos, este proceso altera sus nutrientes, función vital, propiedades organolépticas, producción y contenido de microorganismos entre otros. La imagen 2 representa el estrés oxidativo, dada la formación de especies químicas que pueden alterar las funciones del cuerpo que en su mayoría están mediadas por sustancias como las proteínas, donde la presencia de agentes químicos como los radicales libres pueden conducir a reacciones que afecten la función específica de la proteína y por ende la salud. La imagen 3 representa la ciencia y la tecnología y como estas se relacionan para poder dar explicación a los fenómenos bioquímicos que ocurren en el cuerpo y la forma en la que los procesos que afectan la salud se puedan reducir, un ejemplo es el ya mencionado estrés oxidativo” según la pretensión de la pregunta.

Por el contrario, el estudiante 8 respondió “ El estrés oxidativo provoca ciertas afectaciones en nuestro organismos que conllevan a daños en la célula y macromoléculas que tienen ciertas funciones importantes bioquímicamente”, esta respuesta no cumple el objetivo de la pregunta, debido a que no se presenta una relación entre los conceptos e imágenes, ni coherencia en la afirmación.

Se debe agregar que Corrales y Muñoz (2012), mencionan que la bioquímica está inmersa en el bienestar y daño a nivel celular puesto que el oxígeno presenta un perfil con doble efecto fisiológico, ya que es esencial en la vida aerobia, sin embargo, genera estrés oxidativo al presentar un desequilibrio en el sistema de defensa. No obstante, el estudio de los mecanismos de su génesis a través de la ciencia y la tecnología promueven el desarrollo y control de los procesos celulares, procesos degenerativos, enfermedades y síndromes. Se infiere que la mayoría de los estudiantes presentan un alto nivel de relación con lo mencionado por las autoras.

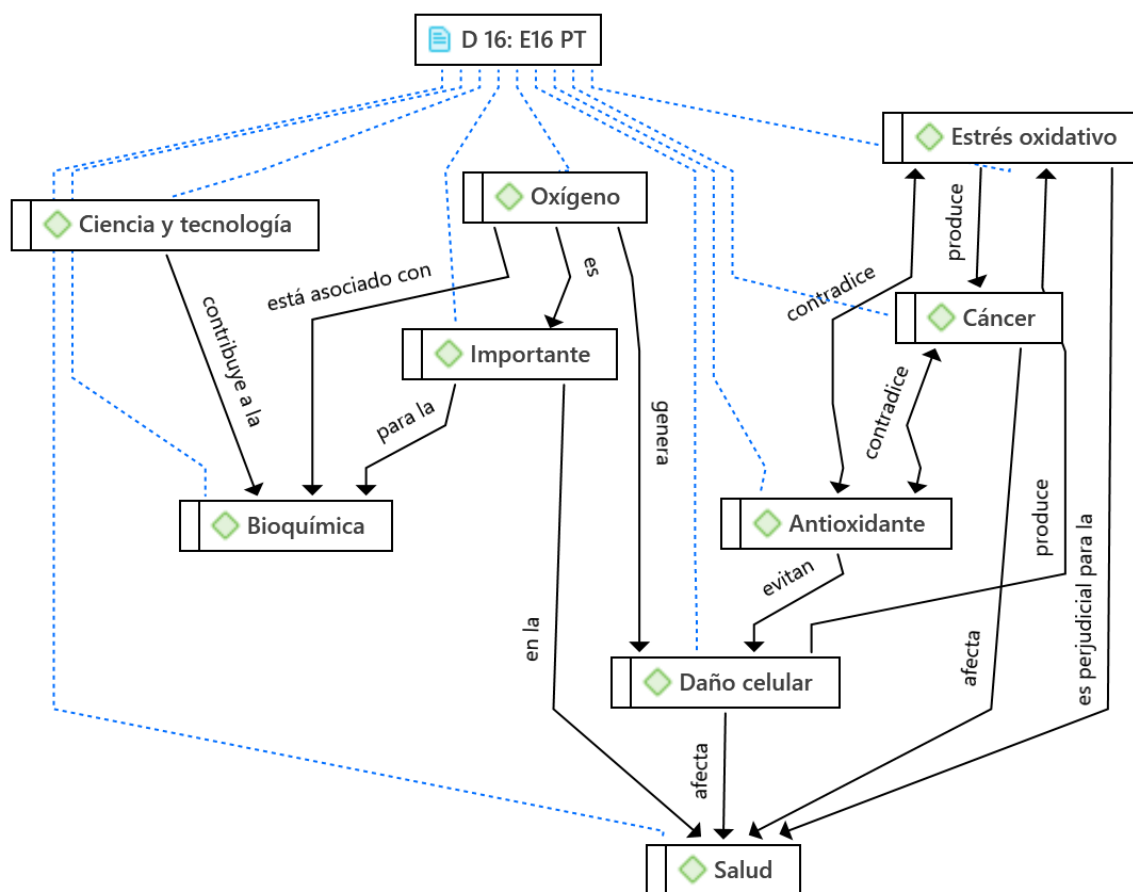
8.1.4 Pregunta 4

En esta pregunta se suministra un texto “Los estudios han revelado que las alteraciones metabólicas de las células neoplásicas (portadoras de anomalías genéticas o epigenéticas), la infiltración tumoral por células inflamatorias, la malnutrición y los tratamientos oncológicos específicos (radiaciones, tratamientos o cirugías para detener la propagación del cáncer), contribuyen a elevar los niveles de estrés oxidativo en los pacientes con cáncer. Sin embargo, existen otras sustancias como los radicales libres que dañan las células y nos hacen envejecer

más rápidamente, produciendo unas sustancias llamadas especies reactivas del oxígeno (sustancias que frente al oxígeno reaccionan), es decir son formas de oxígeno que lastiman nuestro organismo.” en modo de apoyo para la construcción de una hipótesis a partir de la pregunta “¿De qué manera y por qué el oxígeno, siendo el principal elemento en nuestras vidas y el que necesitamos cada fracción de tiempo para poder respirar, puede causar daño en nuestro organismo? Justifique su respuesta.”.

Cabe señalar que el objetivo de esta pregunta consiste en evidenciar las habilidades que posee el estudiante para interpretar, analizar y sintetizar la información en la formulación de hipótesis. Para este caso particular, se evidenció que 6 estudiantes lograron generar una hipótesis congruente a la pregunta, 12 estudiantes formularon hipótesis que no dieron respuesta a la pregunta, y 2 estudiantes mencionaron no saber la respuesta.

Figura 4. Red conceptual. Pregunta 4 - Prueba de entrada



Fuente: Elaboración propia

Nota: Realizado por medio del Software ATLAS.ti

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos, se logra evidenciar que los estudiantes desconocían la estructura de una hipótesis y los procesos que realiza el oxígeno a nivel celular, así mismo, se evidencio que los estudiantes no conocían el doble efecto fisiológico del oxígeno, lo cual conlleva a que la hipótesis no tuviera lógica científica.

En la figura 4 (red conceptual), se puede extraer que los estudiantes hacen uso de términos relacionados con estrés oxidativo, donde señalan que el oxígeno es importante para la salud y en la bioquímica, pero a su vez genera daño celular. Por ejemplo, el estudiante 6 desarrollo la hipótesis valida de la siguiente manera:

“El oxígeno, siendo esencial para nuestras vidas y la vida en general, puede causar daño en nuestro organismo debido a su capacidad para generar especies reactivas durante el proceso de respiración celular, estas especies reactivas (superóxidos, radical hidroxilo y peróxidos) pueden provocar daño oxidativo en las células. Trayendo a colación el proceso de respiración celular en donde las células producen energía en forma de ATP, durante este proceso el oxígeno se reduce agua liberando energía. sin embargo, en algunas ocasiones los electrones pueden escapar del sistema y formar especies reactivas en lugar de agua. Por otro lado, en el contexto del cáncer, las células a menudo tienen un metabolismo alterado y un aumento en la producción de las especies reactivas debido a un funcionamiento celular anormal. Además, las células inflamatorias presentes en el entorno tumoral también pueden contribuir a la generación de estas especies. El estrés oxidativo resultante puede dañar el ADN y contribuir a la progresión del cáncer. Por lo que el oxígeno a pesar de ser de vital importancia, debido a sus pares electrónicos libres también puede ser un elemento dañino para el organismo cuando este no se regula de manera adecuada” .

De esta manera se puede observar que el estudiante identifica cada una de las especies reactivas de oxígeno y procesos que genera en nuestro organismo al presentar reacciones de oxidación y reducción. Por otra parte, el estudiante 7 no presenta conocimiento del tema, ni presenta profundización lógica en el desarrollo de la hipótesis, es decir, desconoce su estructura respondiendo “En nuestro cuerpo hay unos elementos químicos que son muy oxidativos”.

De manera análoga, Emilio et al (2014), mencionan que el oxígeno es necesario para aprovechar la energía de los nutrientes, sin embargo, genera especies reactivas de oxígeno (ERO), que al reaccionar con moléculas del organismo producen daño celular, promoviendo enfermedades. Las ERO, no solo son especies nocivas sino también son especies que ayudan a proteger el sistema inmunitario, por ello, la alimentación y el estilo de vida influyen en el organismo para contrarrestar las ERO. En relación con lo mencionado por los autores, los

estudiantes coinciden al mencionar el doble efecto del oxígeno y la importancia de este en nuestro organismo.

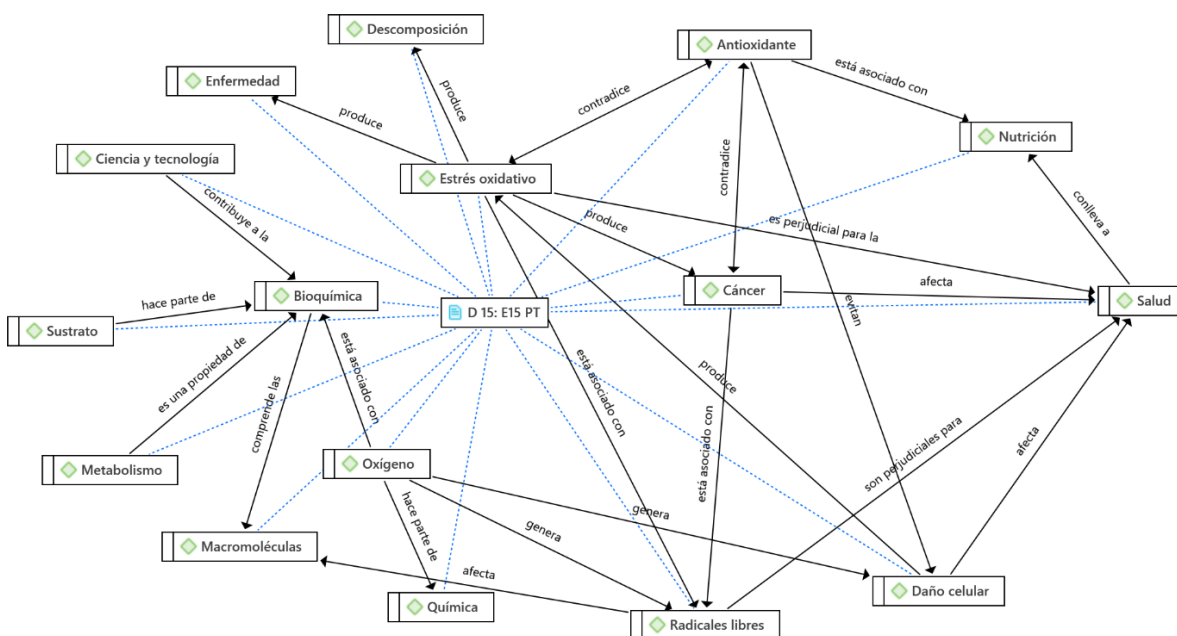
8.1.5 Pregunta 5

Esta pregunta aborda el concepto antioxidante, con el fin de saber la función que tiene en nuestro organismo, para ello se plantea el ejercicio de la siguiente manera “Con las siguientes palabras construya la definición del concepto **antioxidante**: oxidación, sustancia, sustrato oxidable, células, radicales libres, antioxidantes”, esto con la finalidad de identificar los conceptos asociados al estrés oxidativo que presentan los estudiantes, al igual que la habilidad que poseen para construir definiciones de conceptos de forma coherente. Se analizaron los resultados a través del software ATLAS.ti generando las siguientes concurrencias bajo los códigos más representativos.

A continuación se observa en general los resultados de los 20 estudiantes (figura 5), donde se pone en evidencia que la respuesta a esta pregunta direcciona al concepto estrés oxidativo, ya que este promueve el daño celular generado por un desequilibrio entre los radicales libres y las sustancias antioxidantes y con ello la aproximación a enfermedades como el cáncer.

Ahora bien, aunque el ejercicio tuvo el objetivo de construir la definición del concepto antioxidante, todas las respuestas nos acercaron a observar que el estudiante asocia diferentes conceptos bioquímicos referentes al estrés oxidativo.

Figura 5. Red conceptual - Pregunta 5, prueba de entrada.



Fuente: Elaboración propia

Nota: Realizado por medio del Software ATLAS.ti

En relación con los resultados obtenidos, 4 estudiantes lograron relacionar los conceptos dados para construir una buena definición, 11 estudiantes construyeron una definición poco confiable sin utilizar todos los conceptos dados, por lo cual se evidencia un concepto inconcluso y 5 estudiantes no presentaron una definición.

Según los estudiantes, “Un antioxidante es una especie química que previene la oxidación de otra especie química (sustrato oxidable) con el fin de reducir la producción de sustancias como por ejemplo radicales libres que puedan alterar el funcionamiento "normal" de los organismos a través de reacciones indeseadas”, sin embargo, son respuestas someras que no abarcan los conceptos dados y no describen a detalle el concepto.

En contraste con lo anterior, autores como Guíja-Guerra y Guíja-Poma (2023), mencionan que los antioxidantes se caracterizan por ser enzimáticos y no enzimáticos, los cuales protegen al organismo de la acción nociva de los radicales libres, donando electrones sin perder su naturaleza, así mismo, los sistemas antioxidantes están constituidos por constituidos por compuestos sintetizados a través de las células (endógenos) y sustancias que se ingieren a través de la alimentación (exógenos). En este sentido, los estudiantes generan una definición próxima a la descrita por los autores.

Desde el punto de vista general de los resultados de la prueba de entrada, se identifica que el 35 % de los estudiantes conoce los conceptos asociados al estrés oxidativo y el 65 % desconoce las definiciones propias de la temática a profundidad.

8.2 Fase 2 Diseño y aplicación de la unidad didáctica

- Diseño de la Unidad didáctica

Para el diseño de la unidad didáctica se tuvieron en cuenta ocho elementos fundamentales: Prueba de entrada o Instrumento de entrada, Objetivos didácticos, Competencias, Contenidos, Actividades y Evaluación, Metodología, Recursos y Estrategias. Así mismo, se establecieron sesiones de clases desarrolladas desde la metodología Flipped Classroom y el enfoque Aprendizaje Basado en Problemas (ABP).

En relación con el instrumento de entrada, el cual consta de 5 preguntas relacionadas con estrés oxidativo, antioxidantes y enfermedades cancerígenas (cáncer de mama) permitió conocer los conocimientos previos que poseen los estudiantes sobre dichos conceptos. En este sentido, al aplicar la prueba de entrada, se identificaron diferentes concepciones científicas planteadas por los estudiantes sobre el concepto estrés oxidativo. Sin embargo, se visualiza que el 65% de los estudiantes desconoce el origen, efecto y hasta el mismo significado del estrés oxidativo, al igual que su relación con la bioquímica y con las enfermedades cancerígenas.

Por ello, al tener los resultados de la prueba de entrada se procedió a la construcción y aplicación de la unidad didáctica para la enseñanza y fortalecimiento del estrés oxidativo y de esta manera ver la influencia de la unidad didáctica en la resolución de la prueba final.

Dentro de los objetivos didácticos planteados, se identificó que, a través de la metodología utilizada para exponer los conceptos asociados al estrés oxidativo, los estudiantes consolidaron y aplicaron conceptos aprendidos, vinculando la aplicación de su aprendizaje a la solución de problemas

En virtud de lo anterior, se hace pertinente abordar el desarrollo de las clases desde el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), en donde se desarrollaron competencias tales como la resolución de problemas, trabajo en equipo, comunicación, aprendizaje autodirigido, búsqueda y manejo de información.

Con lo anterior, se establecen cinco unidades de aprendizaje que enmarcan los contenidos necesarios para el desarrollo de la unidad didáctica (Anexo I), la primera unidad aborda el origen, factores y mecanismos del estrés oxidativo; la segunda relaciona el daño oxidativo a estructuras celulares; en la tercera unidad se engloban las enfermedades cancerígenas especialmente cáncer de mama. Por otro lado, la cuarta unidad se enfoca en la obtención y caracterización de extractos bioactivos, específicamente aceite esencial de cardamomo y finalmente en la unidad cinco se propone una guía de laboratorio abordando la obtención de extractos como posibles antioxidantes.

Ya teniendo las unidades con sus respectivos contenidos, se esboza la siguiente fase de la unidad didáctica donde se presentan las actividades y la evaluación continua. En esta última característica se establecen los niveles de evaluación e indicadores de logros .

A continuación, en la tabla 2, se hace un resumen de cómo están orientadas las actividades y los contenidos que se van a desarrollar en cada sesión con su respectivo nivel de evaluación.

Tabla 2. Contenido de actividades a desarrollar por sesión.

Sesión	Contenido	Actividades	Nivel de evaluación
1	Aplicación del Instrumento de entrada: Conceptos asociados al estrés oxidativo	Desarrollo de la prueba de entrada	
2	Introducción del tema: Teniendo en cuenta la metodología Flipped Classroom, se realizó por medio de un video la explicación del concepto estrés oxidativo	De forma Individual relación de conceptos y construcción de mapas conceptuales, asociando conceptos referentes al estrés oxidativo. De forma grupal Resolución de problemas asociados a casos reales y exposición de lectura. Reto A partir de un video responder una serie de preguntas enfocadas en los radicales libres y antioxidantes	Adecuado (A): si la respuesta expresa una opinión o idea adecuada sobre el tema (coherencia de los conocimientos). Plausible (B): no es totalmente adecuada la respuesta, sin embargo, expresa algún aspecto adecuado. No adecuado (C): la respuesta expresa un punto de vista que no es adecuado ni plausible
3	Profundización de la temática: Se abordó el daño a estructuras celulares causado por el estrés oxidativo	Interpretación de conceptos Construcción de reacciones químicas Relación de procesos y mecanismos del estrés oxidativo Construcción de conceptos Construcción y solución de problemas	

		Reto Interpretación de información Construcción de definiciones	
4	Construcción del concepto estrés oxidativo desde las actividades trabajadas	Análisis y desarrollo de problemáticas por medio del Storytelling Representación gráfica del estrés oxidativo a nivel celular	Se tuvo en cuenta una escala cuantitativa de 2.0 a 5.0, siendo 2.0 la comprensión de la temática limitada y 5.0 total comprensión
5	Aplicación del Instrumento final: conceptos asociados al estrés oxidativo	Interpretación de procesos experimentales Resolución de problemas reales Conocimiento de conceptos	Adecuado (A): si la respuesta expresa una opinión o idea adecuada sobre el tema (coherencia de los conocimientos). Plausible (B): no es totalmente adecuada la respuesta, sin embargo, expresa algún aspecto adecuado. No adecuado (C): la respuesta expresa un punto de vista que no es adecuado ni plausible

Fuente: Elaboración propia

Como la metodología que guía esta unidad didáctica se apoya en el Flipped Classroom o también llamado aula invertida; se construyeron los materiales, recursos y herramientas didácticos tales como videos, guía de laboratorio y actividades entorno a dicha metodología apoyadas en el modelo Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) como estrategia didáctica, con la finalidad de promover un aprendizaje activo en los estudiantes.

Después de aplicar la prueba de entrada para identificar los conocimientos previos del estudiante sobre estrés oxidativo y comprender sus necesidades se plantea la alternativa de usar la unidad didáctica para propiciar y potenciar el aprendizaje, debido a que se observa que el 65% de la población desconoce los conceptos referentes a oxidación y estrés oxidativo.

En la figura 6, se puede evidenciar como se llevó a cabo el proceso de enseñanza en el aula, en primer lugar se tiene en cuenta la prueba de entrada en donde se evalúa la concepción que tiene el estudiante frente al concepto estrés oxidativo, para luego realizar un diseño metodológico de acuerdo al Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) y Flipped Classroom, en donde se espera que a través de las actividades y recursos aplicados se recojan acciones que contribuyan a cumplir con los objetivos de aprendizaje.

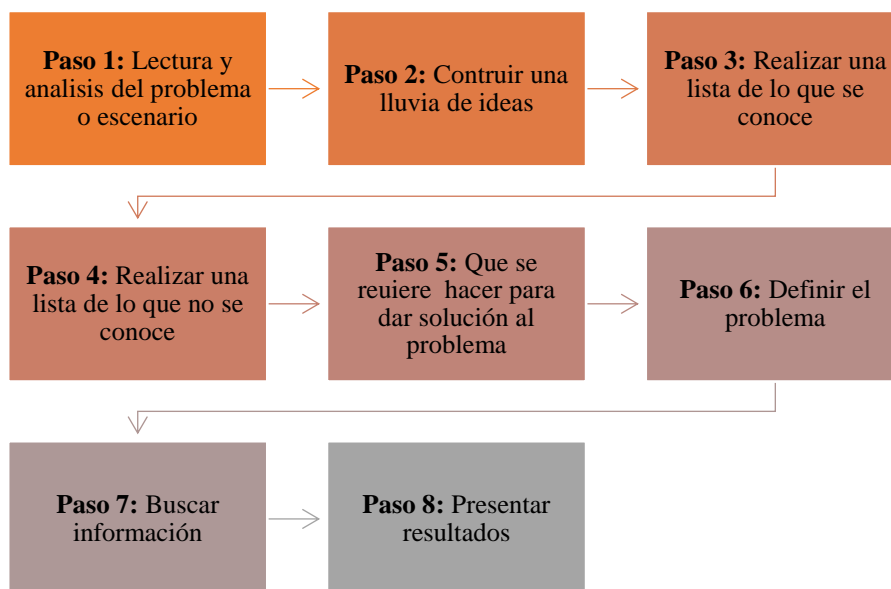
Cabe resaltar que cuando se construyó la unidad didáctica, se tuvo en cuenta las fases del proceso del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) descritos por Morales y Landa, (2004) como se puede ver en la figura 6.

Con la lectura y análisis del escenario o problema se buscó que las preguntas de cada actividad fueran de fácil comprensión. Los pasos 2,3,4 y 5 se enfocaron en que los estudiantes tomarán conciencia de la situación planteada, es aquí donde los estudiantes formulan hipótesis, plantean posibles soluciones, relacionan y construyen sus propias definiciones. De este modo, el paso 3 conlleva a que el estudiante aplique sus conocimientos adquiridos en otros espacios que le ayudarán a resolver el problema.

En la fase 4, los estudiantes investigan aquello que no saben y que es importante conocer para poder dar solución. En consecuencia, cuando el estudiante pone en conjunto todo esto, organiza sus ideas para realizar la investigación (paso 5) y de esta manera plantear una respuesta coherente (paso 6).

Por otro lado, el paso 7 hace referencia a los “retos asignados“, esto con el fin de que el estudiante estudie por su propia cuenta, buscando y comprendiendo información para dar solución al ejercicio planteado . Por último, los estudiantes logran dar solución al problema y presentan los resultados (paso 8).

Figura 6. Fases para el desarrollo del Proceso de ABP



Fuente: Tomado y adaptado de (Morales y Landa, 2004).

Por otro lado, vale la pena mencionar que al estructurar día a día la unidad didáctica se dio paso a espacios prácticos de laboratorio ejercidos por las investigadoras para la obtención de extractos bioactivos específicamente el aceite esencial de cardamomo, que orientó dentro del

proceso de enseñanza la evolución del concepto estrés oxidativo, esto con la finalidad de poder realizar pruebas cualitativas y cuantitativas al extracto para verificar su capacidad antioxidante y poder apoyar la unidad didáctica.

La unidad didáctica se diseñó para guiar y reforzar el proceso de aprendizaje del estrés oxidativo asociado a enfermedades cancerígenas específicamente cáncer de mama, esto con el fin de estructurar y organizar la temática del estrés oxidativo que se trabajó durante las cinco sesiones de clase, permitiendo así secuenciar los contenidos abordados para cumplir los objetivos planteados en el trabajo investigativo.

Aplicación de la unidad didáctica

A continuación, se describen los resultados obtenidos en la aplicación de la unidad didáctica bajo el modelo Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) a través de la metodología Flipped Classroom para la comprensión al grupo de estudiantes que cursan el espacio académico Énfasis Disciplinar I (Química e Industria de Alimentos) de la Licenciatura en Química de la Universidad Pedagógica Nacional bajo la supervisión del docente universitario.

8.2.1 Actividad 1

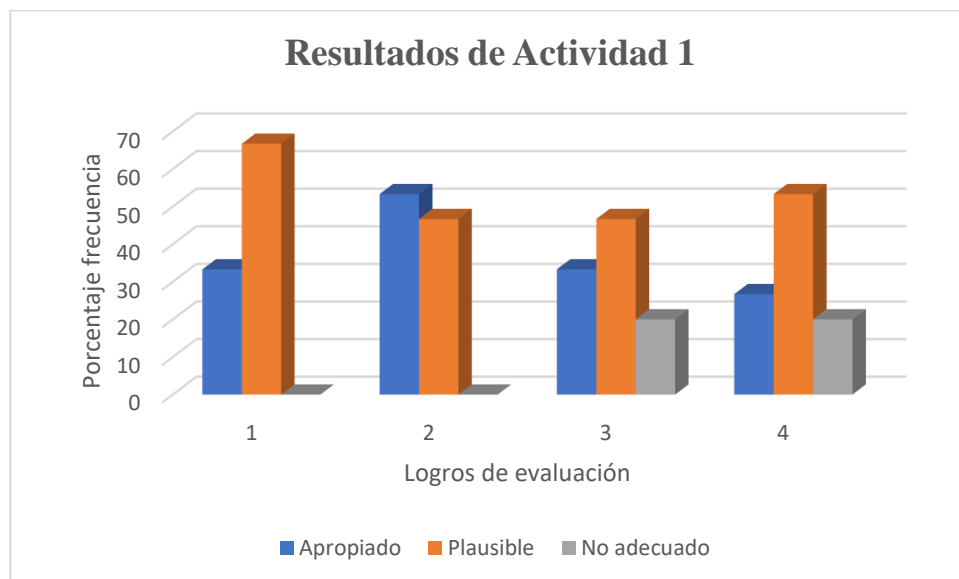
Esta actividad tiene como objetivo introducir a los estudiantes en la resolución de problemas reales abordando los conceptos asociados al estrés oxidativos y cáncer de mama, lo cual permite, que los estudiantes desarrollen pensamiento reflexivo, lógico, crítico, creativo, resolución de problemas y refuercen la habilidad para generar hipótesis de forma individual y colaborativa, siendo el estudiante el principal ente de su proceso de enseñanza aprendizaje asumiendo un papel activo. De esta manera se pretende fomentar el autoaprendizaje del fenómeno del estrés oxidativo desde la perspectiva del cáncer de mama.

Se debe agregar que la actividad se desarrolló en dos fases, la primera fase se realizó de forma individual abordando la pregunta uno, dos y el reto 1, debido a que se fomenta la autonomía, diversidad de pensamiento, perspectiva y enfoque permitiendo en el estudiante un aprendizaje significativo de la temática trabajada; la segunda fase se trabajó de manera grupal abordando la pregunta 3, lo cual permite el intercambio de ideas, desarrollo de destrezas y habilidades con el objetivo común de llegar a una solución, asumiendo habilidades individuales y grupales.

En el primer punto se espera que los estudiantes relacionen los conceptos suministrados (Estrés Oxidativo, Radical OH , Antioxidantes, Radicales libres, Enzimas, Cáncer de mama) y a su vez justifiquen por qué su relación. Esta actividad fue evaluada por medio de la rúbrica 2 en la cual se establecen los desempeños cualitativos apropiado (A), plausible (B) y no adecuados (C), así mismo se establecieron tres indicadores de logro, el primero hace

referencia a conocer y establecer relación entre conceptos; el segundo contempla la habilidad de organización e interpretación de información; el tercero se enfoca en la argumentación de conceptos.

Grafica 2. Resultados Actividad 1



Fuente: Elaboración propia

Nota: Realizado por medio del Software SPSS Y Excel®

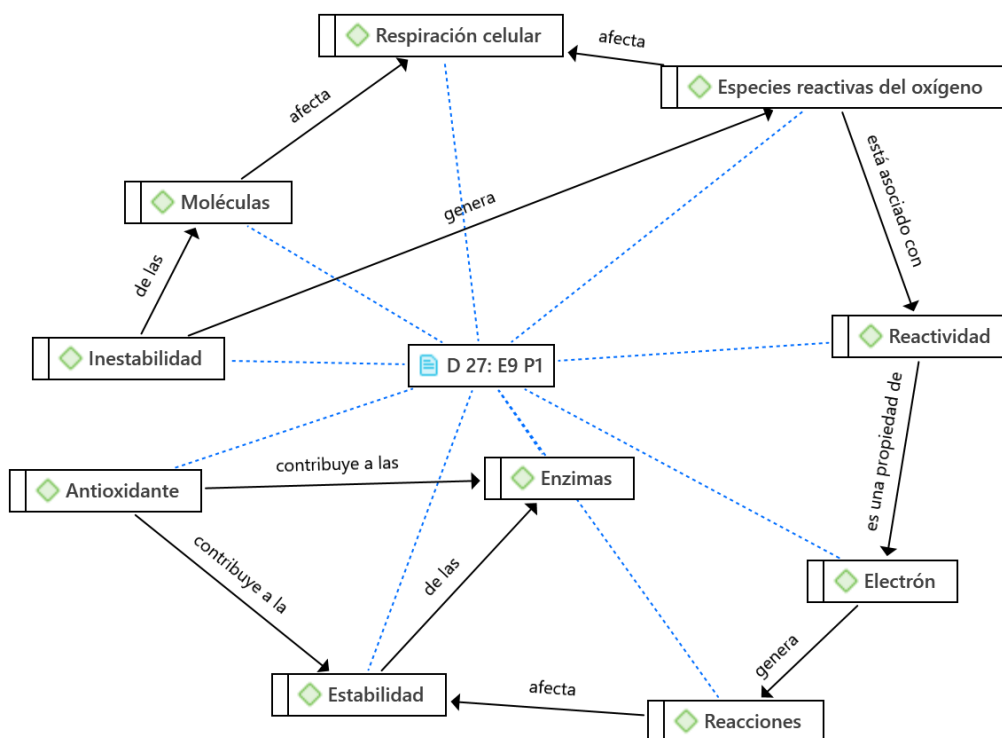
Teniendo en cuenta los resultados de la figura 7, se evidencia que solo cinco estudiantes expresaron de manera detallada y acertada la relación de los conceptos, lo cual permite evidenciar la apropiación del tema y la capacidad aceptable de relacionar como lo indica el logro 1. Sin embargo, diez estudiantes relacionaron de manera superficial cada concepto sin profundizar su relación. De la misma manera, en la figura 7 se resaltaron aspectos importantes tales como el origen, factores, procesos y tratamientos asociados al estrés oxidativo y cáncer de mama, estas características que competen a la descripción del concepto fueron demarcadas en su mayoría por un desempeño plausible.

Teniendo en cuenta las codificaciones en la red semántica (figura 7), se puede extraer que los estudiantes en general hacen uso de conceptos enfocados al estrés oxidativo y defensas antioxidantes, en donde señalan que las especies reactivas de oxígeno afectan moléculas por su alta reactividad, sin embargo los antioxidantes contribuyen a la estabilidad de las enzimas evitando que las especies reactivas generen daño en las células. Por ejemplo, en la imagen 1, se muestra la relación del estudiante 5, en donde hace énfasis en que los radicales libres como especies reactivas de oxígeno se generan por diferentes procesos como la respiración celular.

1. El estrés oxidativo es el producto de un desbalance entre especies reactivas de oxígeno denominada radicales libres y los antioxidantes. Un ejemplo de estos radicales libres puede ser el radical OH que es altamente reactivo debido a que no tiene sus electrones completos y por lo tanto no es estable, este estado de inestabilidad hace que la especie afecte a otras moléculas en busca de ese electrón para alcanzar la estabilidad. Los radicales libres se pueden generar por diferentes procesos entre ellos la respiración celular, esto como resultado de diferentes reacciones catalizadas por enzimas, además de ello también algunos factores externos pueden influir en la generación de radicales libres en el cuerpo. Que una especie ataque a otra puede ocurrir una afectación de moléculas que cumplan roles importantes en la prevención de enfermedades y por tanto provocando que estas se manifiesten. Un ejemplo de ello puede ser el cáncer de mama.

Fuente: Estudiante 5.

Figura 7. Actividad 1 - Pregunta 1



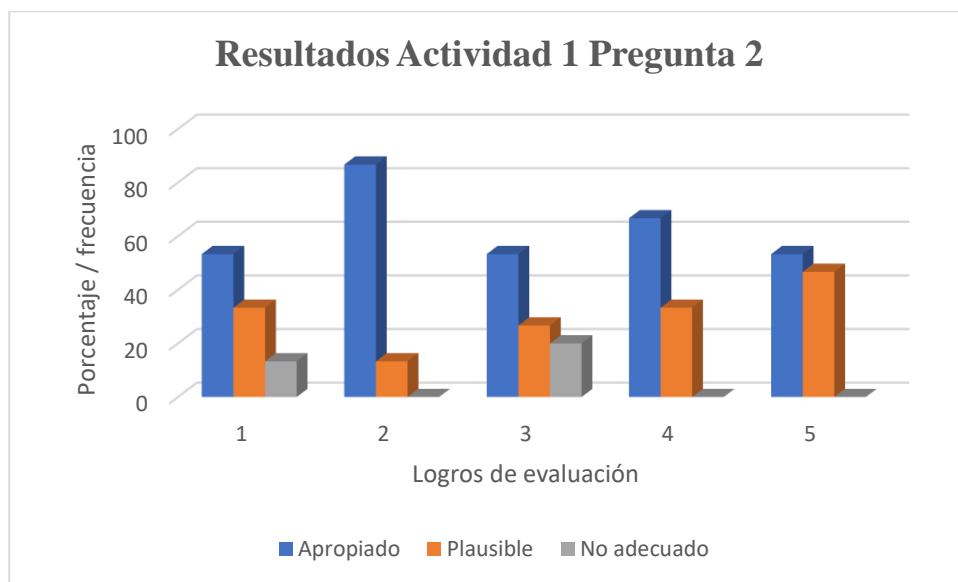
Fuente: Elaboración propia

Nota: Realizado por medio del Software ATLAS.ti

En relación con el segundo punto, se les solicitó a los estudiantes realizar un mapa conceptual con diecinueve conceptos referentes al estrés oxidativo. Para realizar la respectiva evaluación de los mapas conceptuales, los logros de evaluación abordan la cantidad de conceptos empleados, las ramificaciones, la estructuración jerárquica, las frases conectoras entre

conceptos y el nivel de profundidad en el desarrollo del concepto. Cabe resaltar que se tiene como objetivo que el estudiante desarrolle implicaciones didácticas tales como la comprensión y capacidad de síntesis de los conceptos, relaciones e interacciones asociados al estrés oxidativo.

Grafica 3. Resultados pregunta 2 - Mapa Conceptual



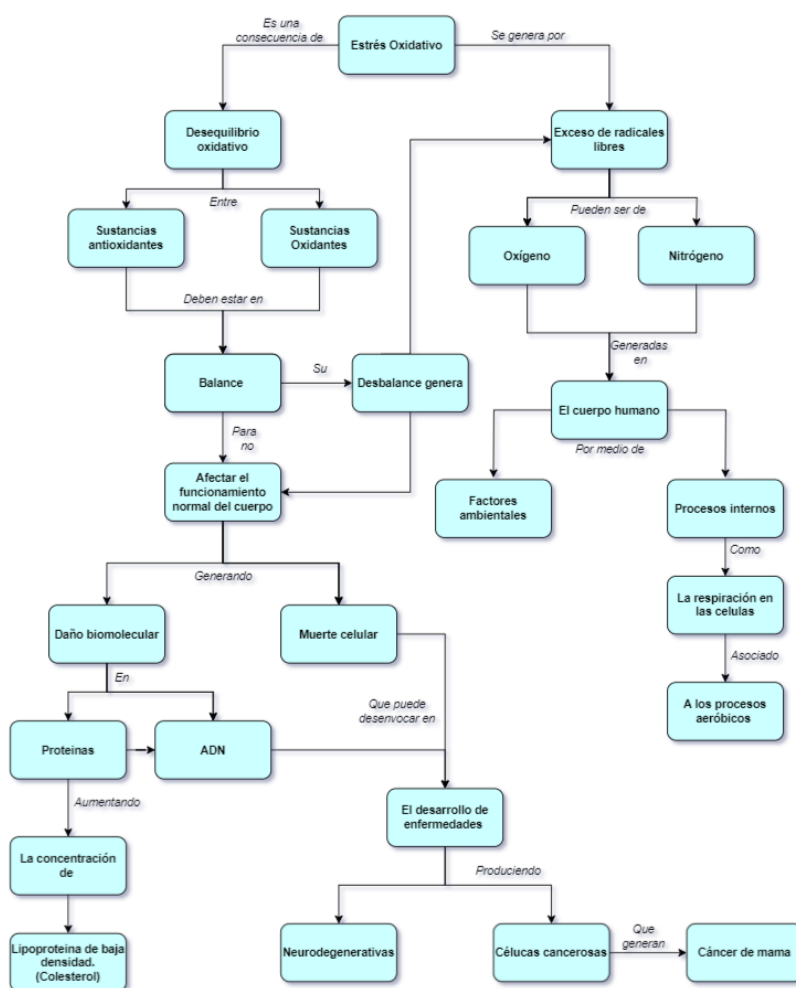
Fuente: Elaboración propia

Nota: Realizado por medio del Software SPSS y Excel®

El gráfico 3 muestra que el 50% de los estudiantes presenta un nivel apropiado en los cinco logros de evaluación, lo que indica que los estudiantes comprenden el contenido y construyen relación entre términos, donde se evidencia la buena concepción y el uso de otros conectores, lo cual ofrece un buen sentido, profundidad y explicación de la temática estrés oxidativo. Sin embargo, al hacerlo aún requieren de veracidad en cuanto al significado y uso del lenguaje científico.

Como ejemplo de evaluación se toma el mapa conceptual realizado por el estudiante 9 (Imagen 2), teniendo en cuenta los logros de evaluación descritos en la rúbrica de evaluación, donde se tiene en cuenta la relación entre conceptos, organización e interpretación de información y el uso de conectores lógicos.

Imagen 2. Mapa Conceptual - Pregunta 2

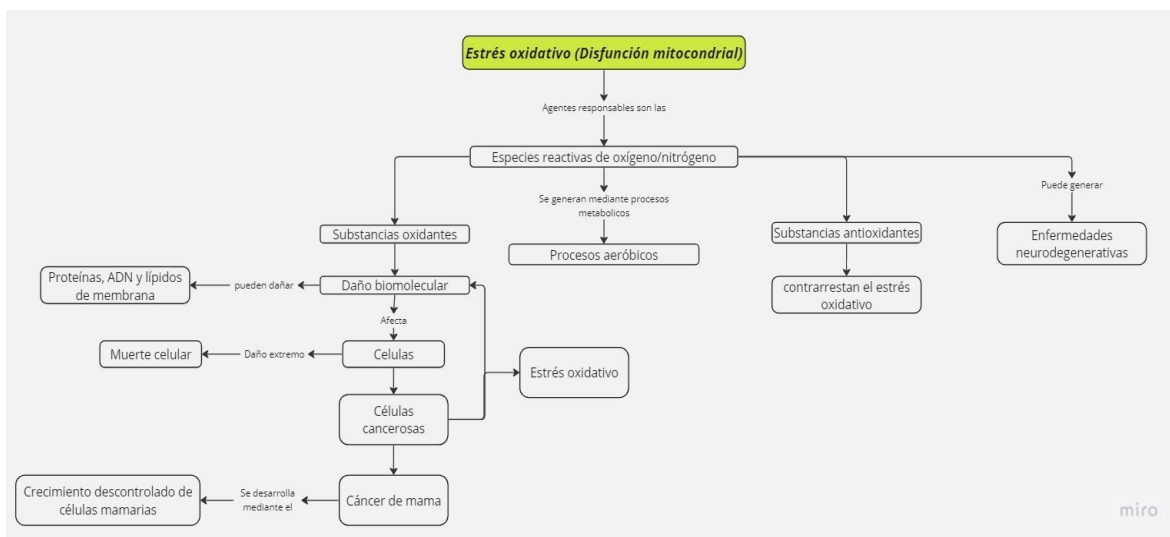


Fuente: Estudiante 9

Teniendo en cuenta la imagen 2, se puede inferir que el estudiante establece relación coherente entre conceptos, indicando que el estrés oxidativo ocurre debido al desequilibrio oxidativo entre sustancias oxidantes y antioxidantes, siendo el principal ente del daño biomolecular. Así mismo, el estudiante presenta claridad de los factores que generan este fenómeno y de los procesos internos que ocurren a nivel celular, lo cual conlleva al desarrollo de enfermedades como el cáncer de mama.

Por otro lado, el estudiante 4 desarrolló un mapa poco estructurado y detallado, donde no se evidencian frases conectoras, coherencia y profundidad del tema central. También se evidenció que el estudiante incurre en un error, debido a que las especies reactivas de oxígeno y nitrógeno no son antioxidantes (Imagen 3).

Imagen 3. Mapa Conceptual - Pregunta 2



Fuente: Estudiante 4

Es válido afirmar que a nivel general la implicación identificada en el desarrollo de este ítem es el aprendizaje significativo, debido a la relación y vinculación de nuevos conceptos, así mismo, se identificó en el estudiante habilidades de asociación y distinción.

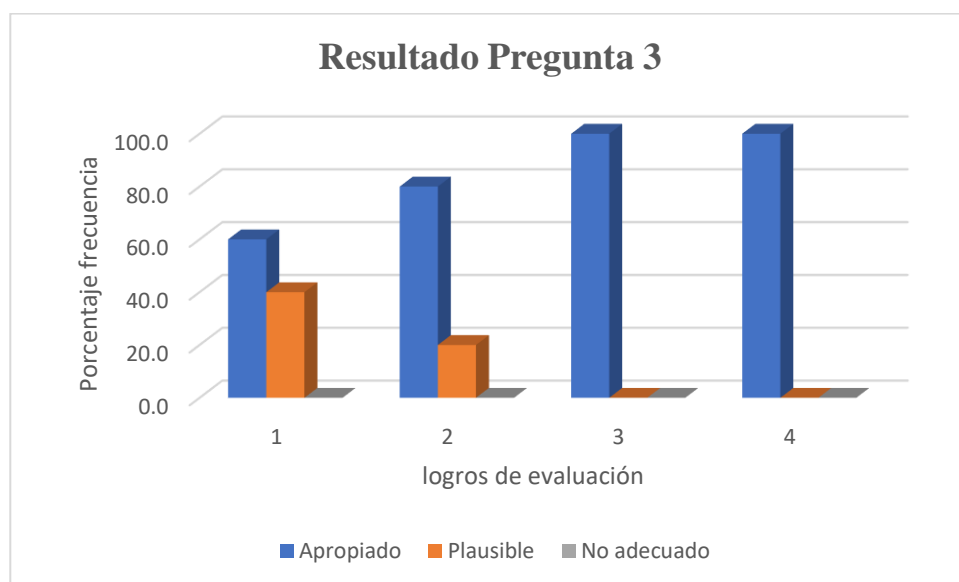
De acuerdo con las teorías de David Ausubel sobre el aprendizaje significativo, este ocurre cuando el sujeto vincula consciente y explícitamente nuevos conceptos a otros que ya posee, lo cual conlleva fácilmente a la resolución de problemas. Todo esto parece confirmar lo dicho por Novak “Los nuevos conceptos son adquiridos por descubrimiento” (Nilo Rodríguez, 2007), es decir, el mapa conceptual permitió a los estudiantes adoptar otros conceptos para la construcción de definiciones propias.

Asu vez, Estrada y Correa (2019), mencionan que el aprendizaje significativo está orientado por la concepción del conocimiento como una dinámica de construcción del saber a partir de la asimilación e integración de los conceptos aprendidos. De igual forma, las estructuras del pensamiento están sujetas a los elementos centrales en el uso de los mapas conceptuales, debido a que es un proceso de interacción entre lo recién aprendido y los conceptos existentes.

En cuanto a la pregunta 3, los estudiantes leyeron en grupo el fragmento asignado del artículo titulado “Cáncer de mama y dieta: revisión” del autor Jaira Alejandro Fernández Ortega (2010). Los grupos de trabajo a través de una presentación mostraron el contenido de cada uno de sus fragmentos, en donde toda la población tuvo conocimiento del artículo. Esto con el objetivo de que se construyera una hipótesis en base a un estudio de caso para dar respuesta a la siguiente pregunta problema “¿De qué forma se relaciona el metabolismo de la dieta con el consumo de alcohol para producir cáncer de mama?”

Se evidenció que de los seis grupos, cinco describieron las ideas principales del artículo donde se identificaron algunas implicaciones como síntesis, argumentación y reflexión de información para resolver la pregunta planteada, mientras que el otro grupo no entregó la actividad. Cabe resaltar que para el proceso de evaluación al igual que las preguntas anteriores se dispuso de la rúbrica de evaluación que comprende 4 logros de evaluación (argumentar, sintetizar, justificar, presentar la información de forma dinámica y captar la atención del grupo), los cuales están dirigidos por los desempeños Apropiado (A), Plausible (B) y No adecuado (C).

Grafica 4. Resultados - Pregunta 3



Fuente: Elaboración propia

Nota: Realizado por medio del Software SPSS y Excel®

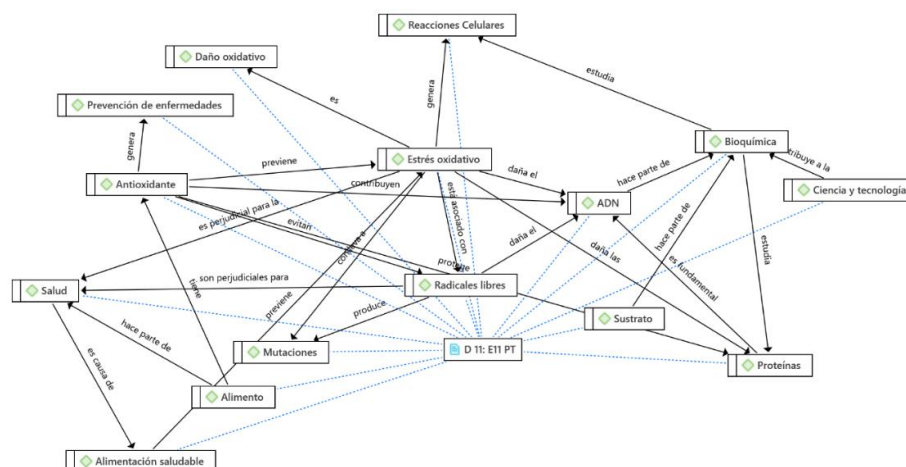
Teniendo en cuenta la gráfica 4, se evidencia que en general los grupos tienen una capacidad aceptable de síntesis de información como lo indica el logro uno. De esta manera, se evidencia que el 60% de los estudiantes comprendió el texto y realizó detalladamente una síntesis y el 40% no logró sintetizar la información requerida para construir la respuesta a la pregunta.

Así mismo, el proceso de argumentación (logro 2) que se evidenció en cada uno de los grupos, fue relevante, en donde se expresó la relación del metabolismo de la dieta y las características que competen a la descripción del cáncer de mama. Como ejemplo de la evaluación se toma la presentación realizada por los estudiantes 9,4 y 6 pertenecientes al grupo 1 (Imagen 4) y teniendo en cuenta los logros de evaluación, para el logro 1 se evidenció de forma relevante gran extracción de información, de la misma manera para los logros 2,3 y 4.

ambiente de interacción con la realidad, otorgando la posibilidad de que el estudiante se sienta participe del proceso de aprendizaje, construyendo su conocimiento de forma activa por medio de la observación y la práctica. De este modo, se mantiene a los estudiantes trabajando de forma grupal adoptando las ideas y el conocimiento de todos los integrantes.

En cuanto a lo que mencionan los estudiantes se infiere que el artículo permitió profundizar el concepto de estrés oxidativo y la relación de este con el metabolismo de la dieta, así mismo, la función de los antioxidantes y posibles mecanismos en el cáncer de mama. Sin embargo, se encontró una irregularidad con las concurrencias, debido a que los estudiantes no profundizaron la función de la dieta en el cáncer de mama, como se evidencia en la imagen 5. Es necesario mencionar que la construcción de la hipótesis no se evidencio dado que los estudiantes presentan dificultades para seguir instrucciones.

Figura 8. Concurrencias - Diapositivas, grupo 1.



Fuente: Elaboración propia

Nota: Realizado por medio del Software ATLAS.ti

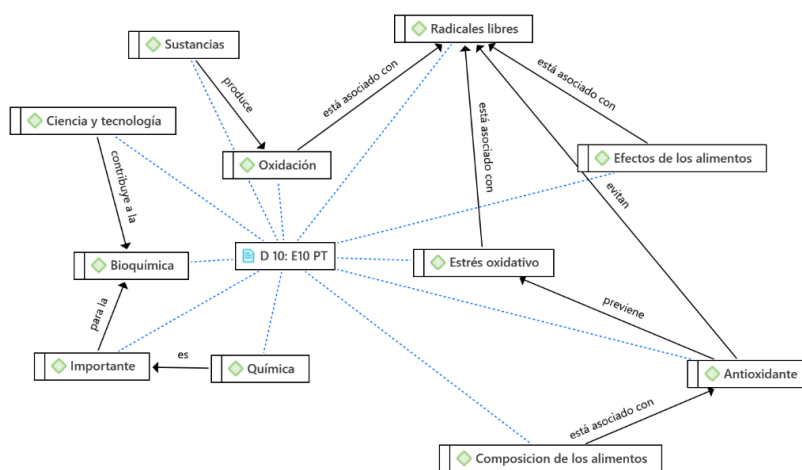
En cuanto a los resultados que se extraen de la red semántica en la figura 8, se puede analizar que los estudiantes infieren información clave de la lectura, debido a que conectan el mayor número de términos al estrés oxidativo y exponen que este fenómeno por medio de reacciones celulares afecta el ADN y proteínas provocando mutaciones y daño oxidativo a través de los radicales libres. Además se aprecia que relacionan la salud en el momento en el que señalan su relación con los alimentos ricos en vitaminas como fuentes de antioxidantes.

El último punto de la actividad es el planteamiento de un reto como ejercicio, debido a que los estudiantes aprenden en situaciones reales donde se enfrentan a problemas, lo cual les permite dar soluciones y participar de forma activa, obteniendo experiencias abiertas dentro de un contexto real. Aunado a ello, este modelo de aprendizaje permite que el estudiante adquiera habilidades transversales tales como el razonamiento para analizar y reflexionar, la resolución de problemas y el trabajo colaborativo (Reyes González & Carpio, 2013), al igual

que la habilidad para identificar y definir la hipótesis así como identificar conceptos, algunos relevantes y otros no. Todas estas observaciones se relacionan con el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) ya que el estudiante define hipótesis, aplica ideas, construye argumentos y reconstruye su conocimiento a partir de los resultados que se obtienen dentro de la experiencia.

Para el desarrollo del reto se tuvo en cuenta la plataforma Moodle en donde se presentó un corto video sobre estrés oxidativo y radicales libres abordado desde la metodología Flipped Classroom. Se solicitó a los estudiantes que a partir del video desarrollaran las preguntas planteadas.

Figura 9. Actividad 1 - Reto



Fuente: Elaboración propia

Nota: Realizado por medio del Software ATLAS.ti

En consecuencia con lo anterior, en la figura 9 se evidencia la concurrencia de los conceptos estrés oxidativo, antioxidante, radicales libres y alimentos, los cuales fueron abordados por los estudiantes para dar respuesta a las preguntas planteadas.

Como se puede detallar en la imagen 6 que corresponde a la respuesta del estudiante 15, en donde explica químicamente la relación entre antioxidantes y radicales libres en el organismo. Según autores como Avello et al (2016), mencionan que los radicales libres son átomos inestables y muy reactivos que pueden captar electrones de moléculas estables para tener una estabilidad electroquímica, lo cual produce disminución de la defensa antioxidante a través de reacciones enzimáticas. Sin embargo, los sistemas antioxidantes contrarrestan los efectos de las especies reactivas de oxígeno. Dicho lo anterior, los autores y el estudiante tienen gran similitud frente a la definición y procesos que presentan los antioxidantes y radicales libres en nuestro organismo.

a) Los antioxidantes cumplen una función importante en la inhibición de radicales libres, ya que tiene la posibilidad de donar un electrón a las especies reactivas (Radicales libres), y de esta forma volver menos reactivas estas especies químicas; sin embargo, a diferencia de otras sustancias que al donar un electrón también se convertirían en un radical libre. Estos actúan convirtiendo radicales libres en especies estables, pero no son capaces de combatir los efectos dejados en la búsqueda del electrón.

Fuente: Estudiante 15

Al observar la imagen 6, se puede inferir que el estudiante relaciona los conceptos antioxidante y radicales libres explicando su mecanismo y efecto en el organismo, abordando conceptos químicos. En tal sentido, las implicaciones que se resaltan las habilidades investigativas y de interpretación.

De acuerdo con los resultados obtenidos de la actividad 1, se puede decir que se contemplan contextos de aprendizaje para identificar, sintetizar y determinar problemas, al igual explorar estrategias de soluciones haciendo uso del pensamiento creativo. Por ende, el interés de la investigación se enfoca en demostrar que aprender está basado en la experiencia y no en la memorización de conceptos.

8.2.2 Actividad 2

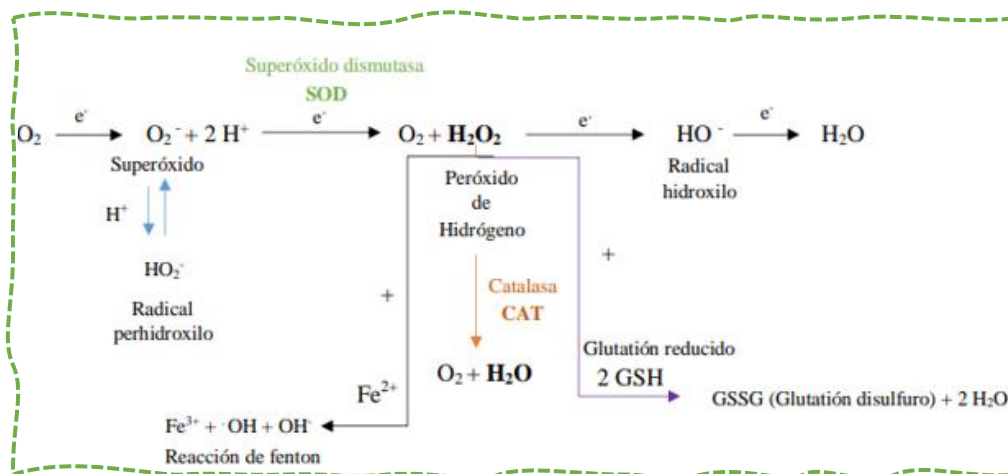
Para esta actividad se tiene en cuenta la observación de un video que aborda el estrés oxidativo y daño a estructuras celulares. Esta actividad combina la resolución de un problema real con la necesidad de comunicar información científica y compleja de manera efectiva.

Los estudiantes deben interpretar, indagar, analizar y comprender información relacionada al estrés oxidativo y su relación con el cáncer de mama, lo cual permite el desarrollo de habilidades de interpretación y argumentación de información en su proceso de enseñanza y aprendizaje, con la finalidad de fomentar el autoaprendizaje como elemento principal del AABP y Flipped Classroom.

Esta actividad consta de cuatro preguntas y un reto, los cuales se evalúan a través de una rubrica de evaluación que comprende los desempeños de evaluación cualitativos Apropiado (A) Plausible (B) y No adecuado (C), así mismo se establecieron los logros de evaluación para cada indicador de logro.

Para el primer punto que conforma esta actividad, se les solicito a los estudiantes de forma individual que a través de un texto, el cual describe los mecanismos bioquímicos de las Especies Reactivas de Oxígeno (ERO), expliquen detalladamente a través de una reacción

Imagen 8. Respuesta Pregunta 1 - Actividad 2

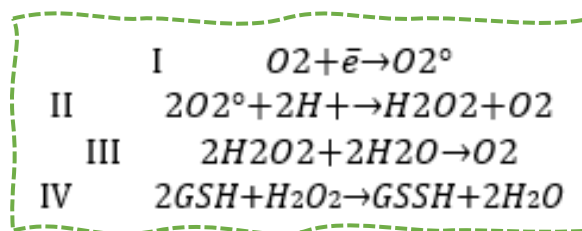


Fuente: Estudiante 7

Por otro lado, el estudiante explica de forma detallada cada proceso y los subproductos que se generan en cada reacción (Imagen 8), mostrando el conocimiento químico que posee. De esta manera, se infiere que el estudiante desarrolló con el ejercicio implicaciones de interpretación y relación de conceptos y formulas.

Examinaremos brevemente ahora la red conceptual (figura 10) que se obtuvo de las respuestas generadas por los estudiantes, donde se resaltan palabras con enfoque bioquímico tales como enzimas, compuestos químicos y especies reactivas de oxígeno, cabe resaltar que la palabra con mayor relevancia está asociada al tópico de enzimas, ya que cumplió con la intencionalidad de vincular la temática con las ERO. También se evidencia que los estudiantes presentaron conocimiento de las diferentes enzimas que actúan como agentes en contra de la oxidación en nuestro organismo. Sin embargo, el análisis de 4 estudiantes carece de estructura y congruencia. Por ejemplo, el estudiante 7 (Imagen 9) presenta errores conceptuales, puesto que al formular reacciones desconoce los productos formados de las especies que reaccionan entre sí. Del mismo modo, se observan errores en la escritura de cada uno de los compuestos.

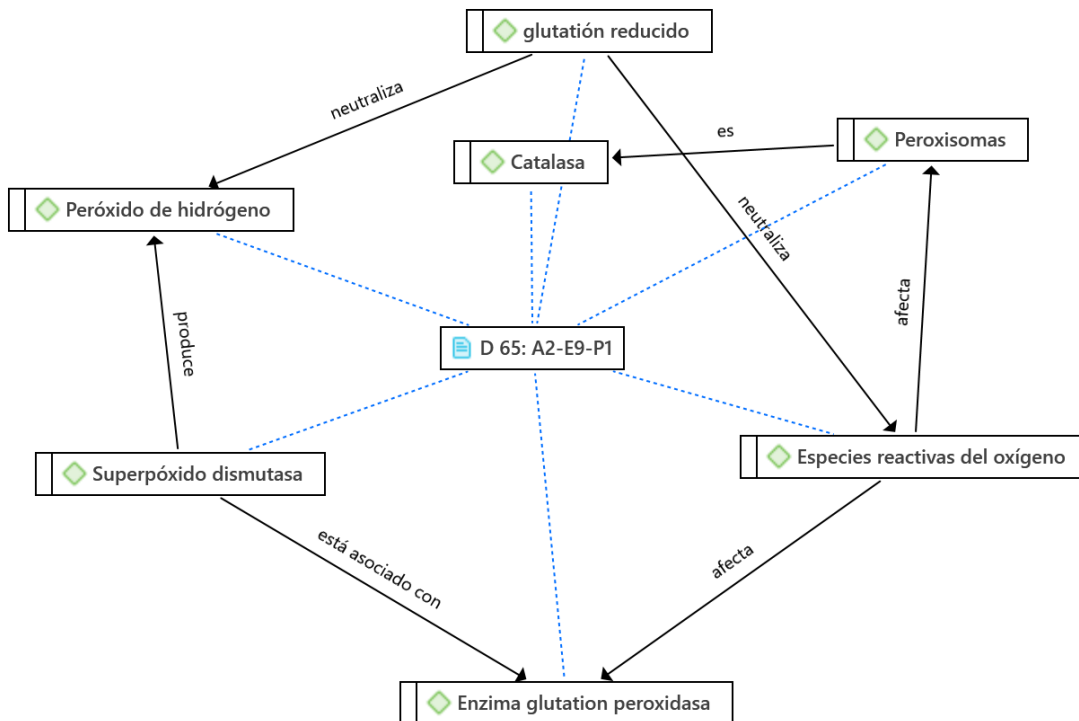
Imagen 9. Respuesta Pregunta 1 - Actividad 2



Fuente: Estudiante 7

Lo dicho hasta aquí supone que el estudiante 7 presenta dichas falencias debido a que posiblemente no se ha adaptado al modelo Aprendizaje Basado en Problema (ABP) y presenta vacíos conceptuales de sus conocimientos ya adquiridos.

Figura 10. Concurrency - Actividad 2, pregunta 1



Fuente: Elaboración propia

Nota: Realizado por medio del Software ATLAS.ti

De manera semejante “las ERO son producto del metabolismo celular y fuentes exógenas (rayos X, humo de tabaco, contaminación ambiental), las cuales tienen una participación dual en la célula, ya que pueden adoptar un papel benéfico o perjudicial en los sistemas vivos” (Sánchez Valle & Méndez Sánchez, 2013). Así, por ejemplo, el metabolismo oxidativo produce una alteración en el equilibrio prooxidante/antioxidante de los seres vivos afectando biomoléculas (lípidos, proteínas y ADN).

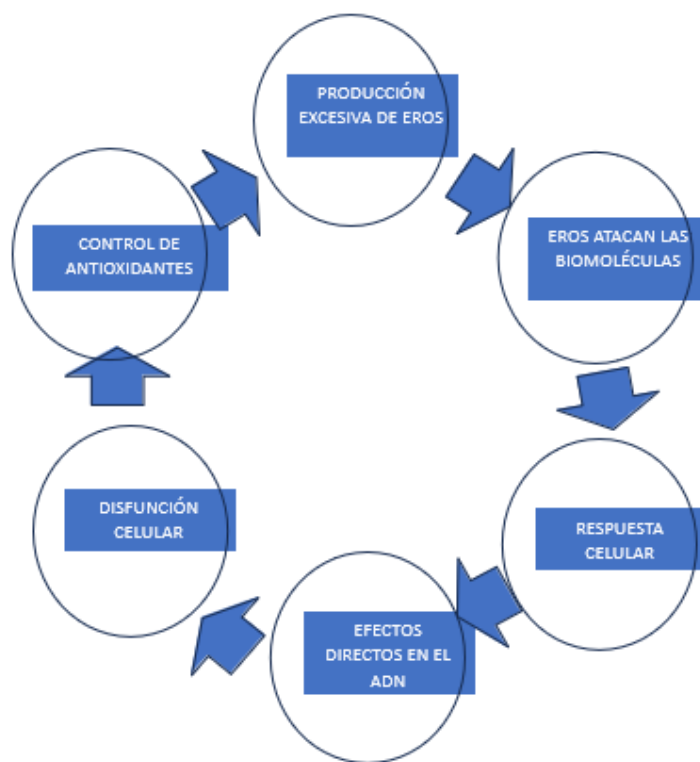
Otro punto de la actividad se enfocó en la elaboración de un diagrama de ciclo con la finalidad de mostrar los procesos y mecanismos del estrés oxidativo, puesto que los diagramas de ciclo permiten representar la interacción de una serie de sucesos de forma repetida. Es así como a partir de dichas relaciones se favorece la comprensión de los conceptos y la construcción de nuevos.

Para el proceso de evaluación, se tuvo en cuenta dos logros de evaluación (Establecer relación y organización de aspectos, conocimiento sobre el tema), los desempeños de evaluación

aplicados son Apropiado (A), Plausible (B), No adecuado (C). Cabe resaltar que este punto de la actividad fue desarrollado por 16 estudiantes.

Con relación a los logros de evaluación, se puede evidenciar que el 80% de los estudiantes presentaron una buena organización y relación entre los conceptos, al igual que reconocen los diferentes mecanismos que presenta el estrés oxidativo. Sin embargo, 3 estudiantes presentan falencias referentes al reconocimiento de dichos procesos, como ejemplo de evaluación se tomó el diagrama del estudiante 3 (Imagen 10), donde se evidencia baja comprensión de los mecanismos y procesos del estrés oxidativo. Esto se debe a que posiblemente los estudiantes se encuentran en la segunda etapa de aprendizaje que aplica el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), la cual aborda el nivel de duda que posee el estudiante porque considera que no sabe lo suficiente acerca de la temática, asumiendo que el modelo Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) no tiene una estructura definida.

Imagen 10. Diagrama de ciclo, Estudiante 3.

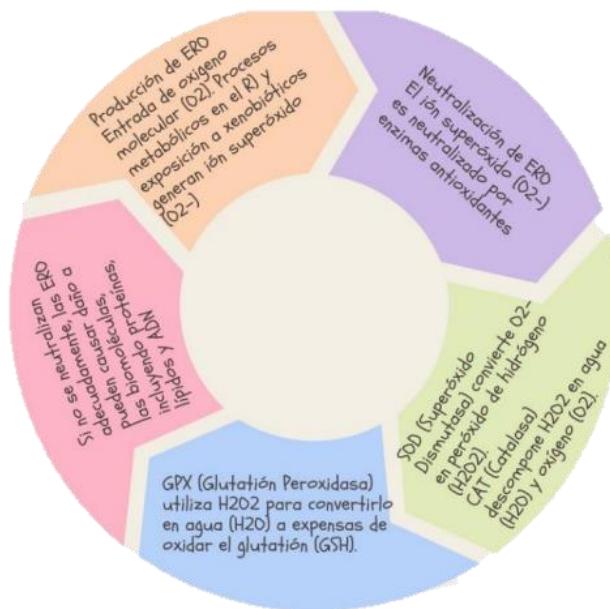


Fuente: Estudiante 3

Por otro lado, al observar el diagrama del estudiante 18 (imagen 11), se infiere que el estudiante conoce cada una de las fases del estrés oxidativo resaltando los conceptos más importantes y destacando los términos aprendidos. De la misma manera, se reflejan

habilidades y competencias referentes a la investigación, validación y aplicación de información, es decir el estudiante adopta la autonomía y responsabilidad en la búsqueda de diferentes fuentes para dar solución a la situación problema.

Imagen 11. Pregunta 2 - Actividad 2

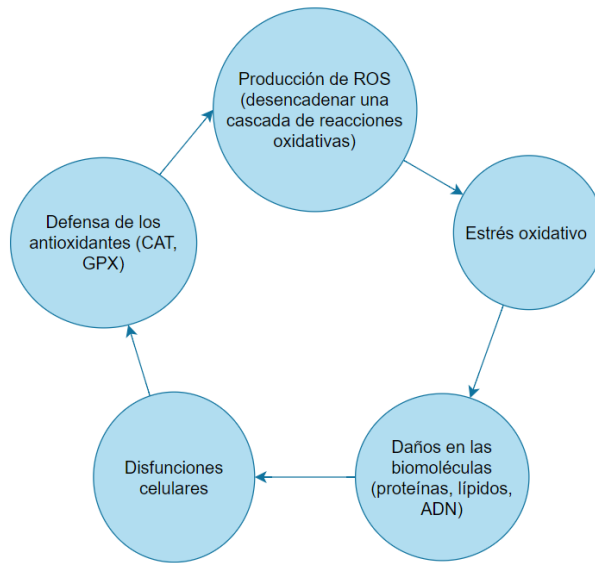


Fuente: Estudiante 18.

Con base en lo que mencionan Corrales y Muñoz (2012), las ERO están relacionadas con las enfermedades debido a su alta reactividad en donde se evidencian diferentes especies reactivas (superóxido, peróxido de hidrogeno y radical hidroxilo), las cuales afectan la mitocondria, retículo endoplásmico y peroxisomas. La formación de estos radicales se da gracias a la radiólisis del agua que contiene la célula cuando se expone a radiaciones ionizantes como rayos X y rayos gamma, por tanto, al reaccionar el radical superóxido con el peróxido de hidrogeno se produce el radical hidroxilo a través de la reacción Haber-Weiss. Cabe resaltar que en estos procesos se encuentran presentes ciertas enzimas especialmente Superóxido Dismutasa (SOD), Catalasa (CAD), Xantina Oxidasa, NADPH Oxidasa.

Con lo anterior, se puede identificar que los autores y el estudiante 18 presentan conceptos similares y una secuencia de las fases. Sin embargo, se identificó baja profundización en los conceptos relacionados a los mecanismos del estrés oxidativo como se evidencia en la imagen 12 realizada por el estudiante 6, donde se observan los efectos del estrés oxidativo en nuestro organismo, pero no los mecanismos de este fenómeno.

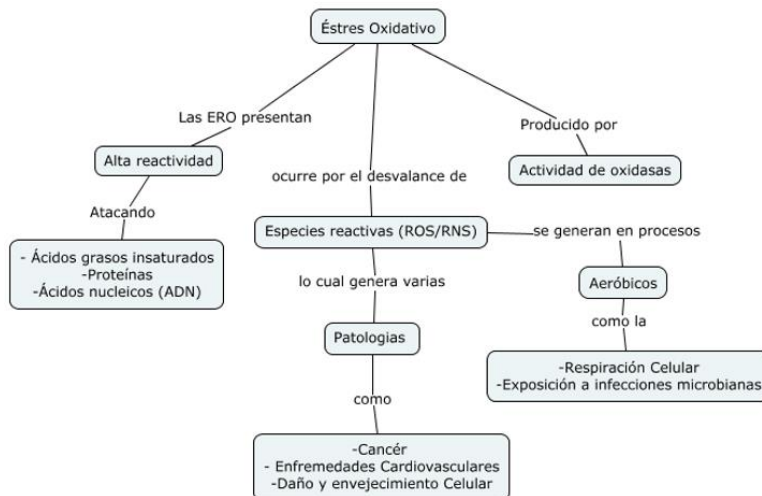
Imagen 12. Diagrama de ciclo - Actividad 2



Fuente: Estudiante 6

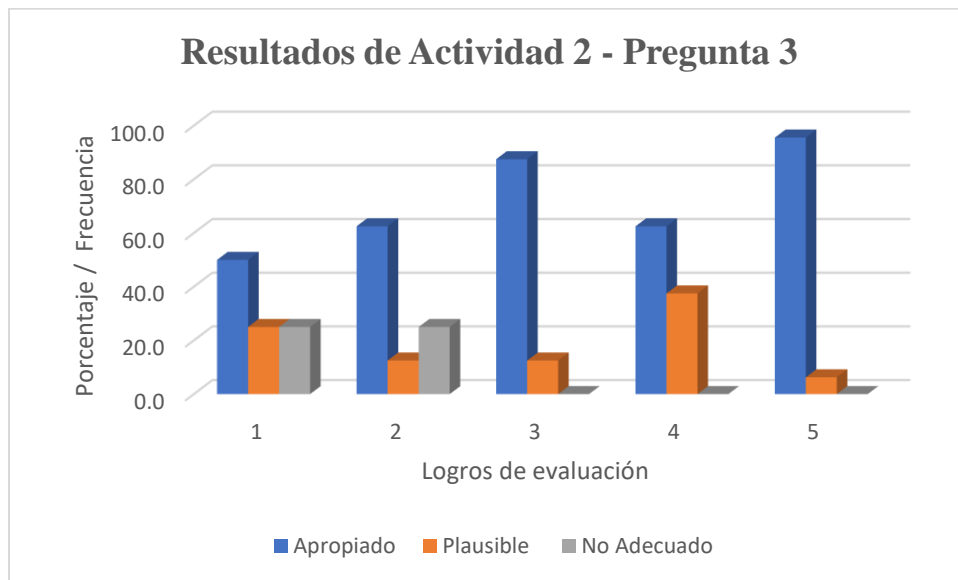
Como tercer punto se les solicitó a los estudiantes que a partir de un mapa conceptual (imagen 13) se construyeran mínimo cuatro frases referentes al estrés oxidativo y bioquímica, para realizar la respectiva evaluación de las frases, se tomó como base la rúbrica que aborda los logros de evaluación dirigidos a la síntesis y organización de conceptos para la construcción de frases coherentes, el nivel de profundidad en el desarrollo del concepto y número de palabras nuevas que pueden aportar al desarrollo de la explicación de la temática central, estrés oxidativo.

Imagen 13. Mapa conceptual - Actividad 2 - Pregunta 3.



Fuente: Elaboración propia

Grafica 5. Resultados - Pregunta 3 - Análisis de mapa conceptual



Fuente: Elaboración propia

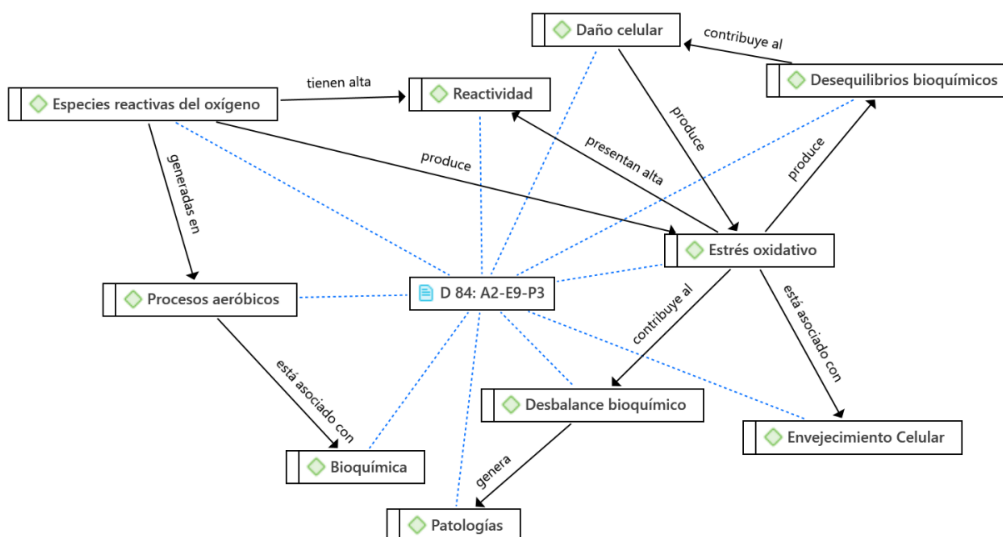
Nota: Realizado por medio del Software SPSS y Excel®

En la gráfica 5, se muestra los resultados de evaluación de las frases extraídas del mapa conceptual donde se evidencia alta similitud en los desempeños de los logros de evaluación, debido a que los estudiantes presentaron buena conexión entre conceptos comprendiendo, presentando alta relevancia y profundización de la temática estrés oxidativo, también se evidencio el uso de otros conceptos diferentes a los establecidos y la buena relación en los mismos. Cabe resaltar que el proceso estadístico solo se realizó a 16 estudiantes debido a que fueron los únicos que desarrollaron la pregunta.

En este sentido, se observa en el grafico 5 que más del 50% de los estudiantes sintetiza y organiza los conceptos para construir frases con alta coherencia y cohesión entre ellas, cumpliendo con los logros establecidos para obtener un desempeño apropiado.

Es preciso mostrar que en la figura 11 se evidencia las concurrencias de los conceptos más relacionados por los estudiantes. Se pone en evidencia que la construcción de las frases está encaminada en torno a las patologías, envejecimiento y daño celular generados por el estrés oxidativo, debido a los procesos aeróbicos que producen las especies reactivas de oxígeno

Figura 11. Red Pregunta 3 – Actividad 2 .



Fuente: Elaboración propia

Nota: Realizado por medio del Software ATLAS.ti

Teniendo en cuenta lo que menciona Restrepo en su investigación titulada “*Aprendizaje basado en problemas (ABP): una innovación didáctica para la enseñanza universitaria*” describe que Jerónimo Bruner sistematizador del aprendizaje por descubrimiento y construcción orienta el aprendizaje más allá de la información, hacia el objetivo de aprender a aprender y resolver problemas. Para ello propone seis eventos pedagógicos que permiten la construcción del conocimiento (Restrepo, s.f). Para el caso particular, el evento pedagógico que se resalta en la resolución de la pregunta es “ligar lo nuevo con lo ya dominado o construir puentes de mediación cognitiva” (Bruner, 1973). Ahora, codificando los conceptos centrales con las respectivas concurrencias expresadas por los estudiantes (Figura 11), para la construcción de las frases en base a los conceptos, concuerdan con lo que menciona el autor, debido a que el estudiante desarrolla habilidades de pensamiento y logra crear un ambiente de aprendizaje en el que la pregunta dirige el conocimiento.

Con lo anterior, en la imagen 14, el estudiante 9, construye las frases de forma coherente y concisa, creando una buena relación entre conceptos.

Imagen 14. Respuesta a la pregunta 3 - Actividad 2

1. El estrés oxidativo ocurre por el desbalance entre especies (ROS/RNS) lo cual genera varias patologías como cáncer, enfermedades cardiovasculares, daño y envejecimiento celular.
2. Las ERO presentan alta reactividad atacando a los ácidos grasos insaturados, proteínas y ácidos nucleicos.
3. El estrés oxidativo ocurre por el desbalance entre especies (ROS/RNS) que se generan en procesos aeróbicos como la respiración celular, exposición a infecciones microbianas.
4. El estrés oxidativo es producido por la actividad de las oxidasas.

Fuente: Estudiante 9

Por otro lado, el estudiante 6 no empleo la totalidad de los conceptos aportados en el mapa conceptual, tampoco se evidencia profundidad en el tema central (Imagen 15).

Imagen 15. Construcción de la respuesta a la pregunta 3 - Actividad 2

1. El estrés oxidativo puede generarse por un desbalance de especies reactivas de oxígeno, lo que puede causar enfermedades como cáncer, enfermedades cardiovasculares y daño celular.
2. Las ERO poseen una alta reactividad por lo que pueden atacar biomoléculas como las proteínas los ácidos grasos insaturados y al ADN.
3. El estrés oxidativo también puede producirse por la actividad de oxidasas.
4. Las ERO también se generan en procesos celulares que implican al oxígeno como la respiración celular y la exposición a infección microbianas.

Fuente: Estudiante 6

Para el ítem cuatro, se tuvo el objetivo de construir una pregunta problema con su respectiva solución, abordando el efecto y tratamiento de las enfermedades cancerígenas con base a una rejilla conceptual. La cual resalta aborda los conceptos asociados al estrés oxidativo. Para la evaluación de esta pregunta se destinaron los mismos logros de la pregunta 3.

En la imagen 16 se muestra las conceptos más usados por los estudiantes para la construcción de la pregunta problema, en donde se los conceptos con mayor frecuencia son enfermedad, radical, proteína, homeostasis, célula, estrés, antioxidante y desequilibrio, entre otros.

Imagen 16. Resultados exploratorios - Actividad 2 - Pregunta 4

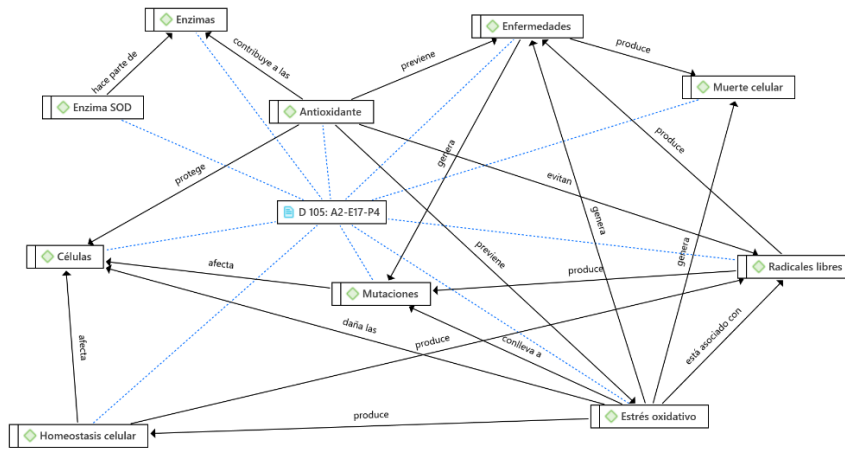


Fuente: Elaboración propia

Nota: Realizado por medio del Software ATLAS.ti

En este sentido, el Aprendizaje Basado en problemas (ABP) permitió el desarrollo de habilidades de comunicación (argumentación y presentación de la información), pensamiento crítico y resolución de problemas. En la figura 12, a nivel general se muestra detalladamente la conexión y relación entre los conceptos; se evidencia que los estudiantes comprenden el estrés oxidativo como una enfermedad que produce la muerte celular, en donde los antioxidantes funcionan como entes protectores para las células, donando electrones a los radicales libres para así evitar mutaciones y la homeostasis celular.

Figura 12. Red conceptual para la respuesta 4 - Actividad 2.



Fuente: Elaboración propia

Nota: Realizado por medio del Software ATLAS.ti

De acuerdo con lo anterior, Guevara (2010) menciona que, el ABP como estrategia curricular y como técnica didáctica aplicada para la revisión de ciertos objetivos de aprendizaje, permite promover en el estudiante involucrarse en retos (problema, situación o tarea) con el fin de simular el desarrollo y la adquisición de nuevos conocimientos. Ahora,

codificando los conceptos centrales con las respectivas concurrencias expresadas por los estudiantes en la red conceptual (Figura 12) y la nube de palabras (Imagen 16) se evidencia que la mayoría de los estudiantes construyen y desarrollan una pregunta eficaz basada en los conceptos expuestos, así mismo, elaboran una posible respuesta con alto nivel de profundidad. Como ejemplo, se toma el estudiante 12 (Imagen 17).

Imagen 17. Construcción respuesta pregunta 4 - Actividad 2

¿ Como el desequilibrio entre las especies reactivas de oxígeno y las rutas antioxidantes (endógenas y exógenas) afectan la homeostasis celular y macromoléculas como las proteínas, los lípidos, los ácidos nucleicos y carbohidratos llevando a la formación de radicales libres y procesos de peroxidación lipídica?

El estrés oxidativo se da debido a un desequilibrio entre diferentes especies, cuando las especies reactivas de oxígeno en las membranas son muy elevadas pueden provocar peroxidación lipídica principalmente en los ácidos grasos poliinsaturados, provocando una reacción en cadena y así mismo produciendo más radicales libres, afectando macromoléculas como las proteínas, los lípidos, los ácidos nucleicos y carbohidratos que son esenciales para el correcto funcionamiento de procesos a nivel metabólico y celular, además de afectar la homeostasis de las celular que es la encargada de regular gran variedad de procesos celulares, provocando daños que pueden resultar en patologías o enfermedades como el cáncer. Una forma de reducir los riesgos provocados por la producción de radicales libres es aumentar la ingesta de antioxidantes que además de los antioxidantes endógenos presentes en las células se necesitan de otras fuentes como el consumo de frutas y vegetales con un alto contenido en antioxidantes.

Fuente: Estudiante 12

Finalmente, para esta actividad se propone un segundo reto, en el que los estudiantes a través de un enlace ingresan a la plataforma :*Padlet* (Imagen 18), la cual aborda dos ejercicios referentes al estrés oxidativo. En donde se propone que a partir de una lectura el estudiante construya su propio concepto sobre estrés oxidativo y así proponer una posible solución para este fenómeno. Así mismo, se propone relacionar por medio de un diagrama de venn los efectos de las diferentes patologías que aborda el documento.

Imagen 18. Padlet: Reto 2

Estrés Oxidativo y enfermedades Cancerígenas
El presente padlet tiene la finalidad de recopilar y sintetizar las ideas previas de los estudiantes frente a enfermedades generadas por estrés oxidativo.

Reto # 2

http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1560-43812017000100014&script=sci_arttext&tlnq=ot. Construya su propio concepto sobre estrés oxidativo y proponga una posible solución (tratamientos antioxidantes) que combata la propagación de este.
Nota: Responder este punto en la pestaña "Concepto: estrés Oxidativo"
2. Relacione por medio de un diagrama de venn los efectos patógenos que se presentan en las diferentes enfermedades mencionadas en el documento.
Nota: Subir el diagrama de Venn en la pestaña "Diagrama de venn"

Concepto: estrés Oxidativo

0
Añadir comentario

Anónimo 4me

Estrés oxidativo
El estrés oxidativo es el desbalance entre la alta producción de especies reactivas de oxígeno (EROs) provenientes del metabolismo celular y los mecanismos moleculares antioxidantes diseñados para degradar los EROs. Los antioxidantes, en este sentido, actúan como balance para interrumpir la propagación de radicales libres y a la inducción de apoptosis, conduciendo a la muerte de las células cancerosas.

Diagramas de venn

2
Añadir comentario

Anónimo 4me

Diagrama 1: E. renal crónica, La hipertensión, ERO y aumento de RA, Diabetes, Vitamina C, Vitamina E y C. Descripción: El ERO dentro de la evolución de algunas enfermedades ocasiona por el exceso de producción de especies reactivas de oxígeno y por el exceso de especies reactivas de oxígeno en agua y por una generación excesiva de RA. Descripción: Clave por el mal funcionamiento de la regulación molecular de esta actividad por el papel de algunas moléculas específicas como las vitaminas A, C, E, K zinc y selenio.

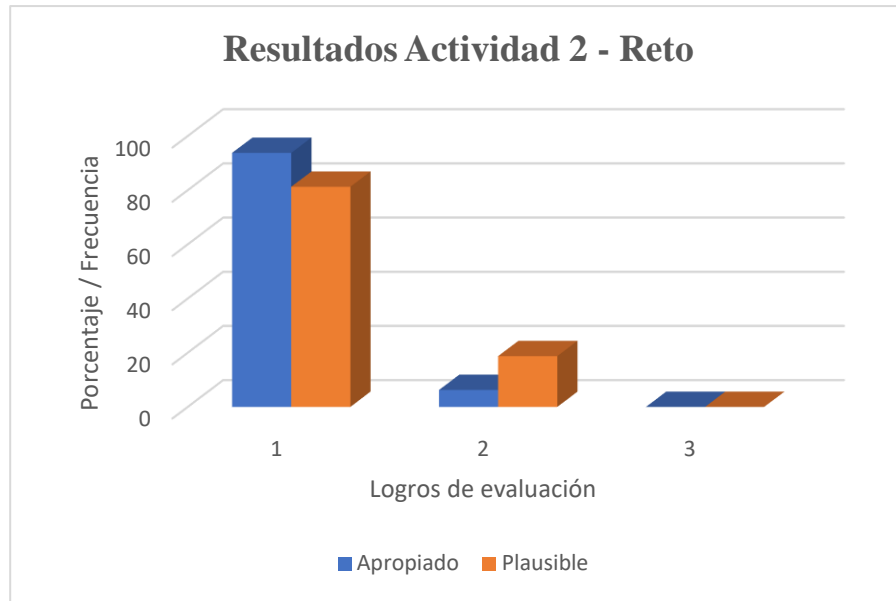
Diagrama 2: Alzheimer, Diabetes, Descripción: El estrés oxidativo de las vitaminas C y E, así como de los antioxidantes, en conjunto, se encuentran en el estrés oxidativo, se encuentran y a menudo por una actividad prooxidante, se encuentran por debajo de la concentración normal. Descripción: El aumento de RA, puede conducir a una fatal de los diferentes órganos.

Fuente: Estudiantes

Nota: Realizado por medio de la plataforma :Padlet

Para realizar la respectiva evaluación de la pregunta uno del reto, se tuvo en cuenta los logros de evaluación, enfocados al análisis e interpretación de información y a la relación de diferentes enfermedades. Para evaluar el diagrama de venn se tuvo en cuenta la organización, diferencias y semejanzas entre las enfermedades presentadas en la lectura.

Grafica 6. Resultados pregunta 1 - Reto No. 2 - Actividad 2.



Fuente: Elaboración propia

Nota: Realizado por medio del Software SPSS y Excel®

En respuesta a la pregunta 1 del reto, se evidencio gran uniformidad en cuanto a los logros de evaluación, debido a que los 16 estudiantes construyeron una definición apropiada y coherente sobre el concepto estrés oxidativo, es decir, todos los estudiantes cumplieron con el objetivo del reto, como se evidencia en la gráfica 6, se observa que para el logro 1 el 90% de los estudiantes presenta un nivel apropiado, mientras que para el logro 2 el 10% tiene un nivel plausible a diferencia del logro 3 donde ningún estudiante lo cumple.

Imagen 19. Resultados exploratorios - Actividad 2 - Reto



Fuente: Elaboración propia

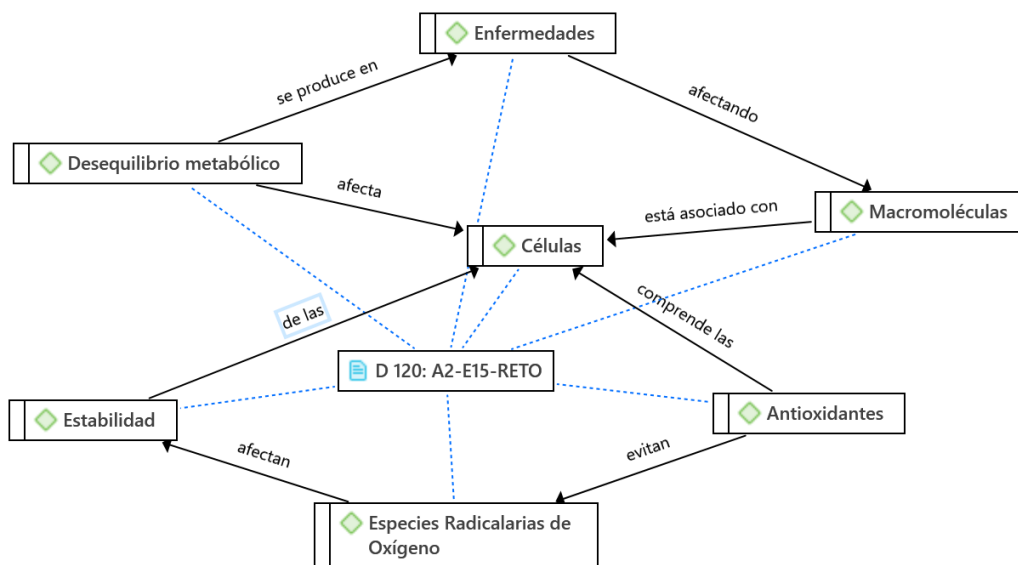
Nota: Realizado por medio del Software ATLAS.ti

Con lo anterior, con el fin de justificar la gran uniformidad de la evaluación a nivel general, la imagen 19, muestra los conceptos con mayor repetitividad que se obtuvieron en las definiciones dadas por los estudiantes, donde se destacan palabras como radical, estrés, antioxidante, célula, desequilibrio, enfermedad, organismo y agente, entre otras.

Todo esto parece confirmar que “los estudiantes integraron una metodología propia para la adquisición de conocimiento y aprendiendo sobre la base de su propio proceso de aprendizaje” (Poot Delgado, 2013). De esta manera los estudiantes evidenciaron su avance en conocimientos y habilidades, obteniendo la percepción de su proceso de aprendizaje.

En representación de los resultados obtenidos, en la figura 13, se muestra que los estudiantes establecieron una buena relación y conexión entre conceptos para dar una definición sobresaliente del concepto estrés oxidativo, abordando aspectos como origen, procesos, efectos y tratamientos. Cabe resaltar que los estudiantes relacionan los desequilibrios metabólicos con las enfermedades, las cuales afectan las macromoléculas producidas por las células. Por otro lado, relacionan las especies radicalarias de oxígeno como entes que afectan las células pero que para su prevención actúan los agentes antioxidantes. Es válido mencionar que las implicaciones vistas en este ejercicio abordan la relación y comprensión de conceptos.

Figura 13. Red conceptual - Reto - Actividad 2.



Fuente: Elaboración propia

Nota: Realizado por medio del Software ATLAS.ti

De la misma forma, algunos autores mencionan que “en el cuerpo humano existe un balance de óxido-reducción constante, preservando el equilibrio entre la producción de pro-oxidantes generados del metabolismo celular y los sistemas de defensa antioxidantes, la pérdida de este balance de óxido-reducción lleva a un estado de estrés oxidativo” (Dorado Martinez, Rugerio

Vargas, & Rivas Arancibia , 2003). Teniendo en cuenta lo que mencionan los autores y teniendo como ejemplo la definición del estudiante 15 (Imagen 20), se puede inferir que las dos definiciones coinciden en que el estrés oxidativo es un desequilibrio entre agentes oxidantes y agentes antioxidantes.

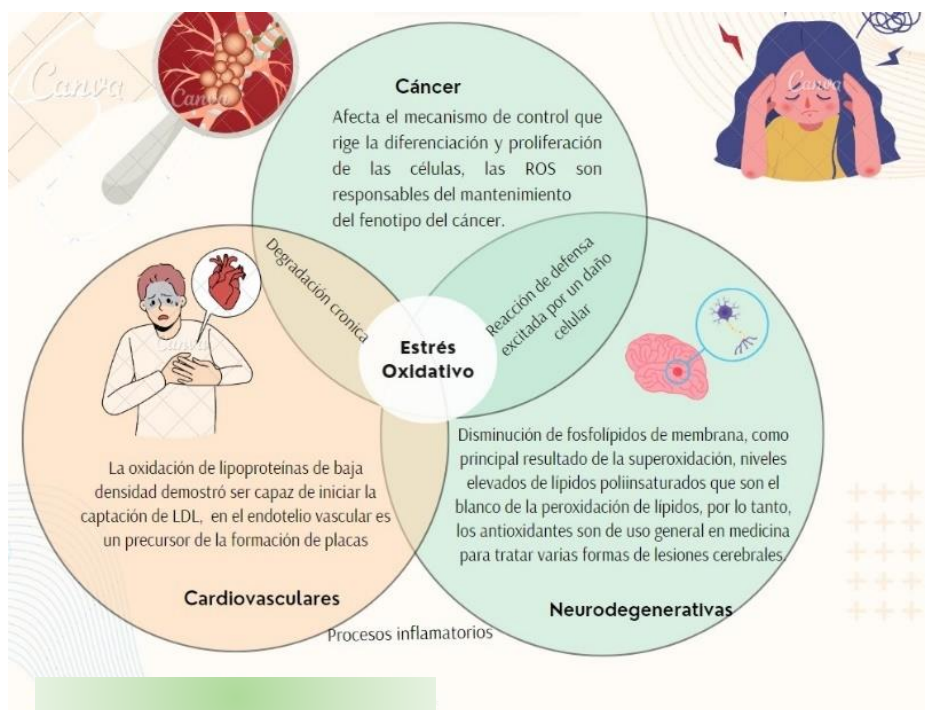
Imagen 20. Concepto estrés oxidativo - Reto - Actividad 2.

El estrés oxidativo es el desequilibrio entre los agentes oxidantes (sobreproducción de especies reactivas del oxígeno y nitrógeno) frente a los agentes antioxidantes, esto provoca que las especies reactivas generen radicales libres, las cuales, al buscar su estabilidad electrónica, dañan a otras macromoléculas, como lo son las proteínas, lípidos y ácidos nucleicos, afectando y transformando el funcionamiento adecuado de las células. El estrés oxidativo se encuentra asociado al desarrollo de varias enfermedades humanas, sin embargo, se desconoce si es la causa o la consecuencia de estas, por eso es importante adicionar antioxidantes presentes en los alimentos para contribuir junto a los antioxidantes endógenos a la estabilidad.

Fuente: Estudiante 15.

En relación con los diagramas de venn, se evidencio que los estudiantes a nivel general hicieron una relación apropiada entre las enfermedades que mas afectan nuestro organismo: cáncer, neurodegenerativas y cardiovasculares. Tambien se evidencio la profundidad y explicación de cada patologia, ademas del apoyo visual con las distintas imagenes explicativas de las enfermedades causadas por el estrés oxidativo (Imagen 21).

Imagen 21. Diagrama de Venn - Reto - Actividad 2.



Fuente: Estudiante 12

De acuerdo con los resultados anteriores y dando validez a la actividad, se puede expresar que la dificultad realmente radica de la falta de conocimiento de los conceptos, por otro lado, el uso de asociaciones y el reconocimiento de términos conllevan a que el estudiante fomente la adquisición de conceptos.

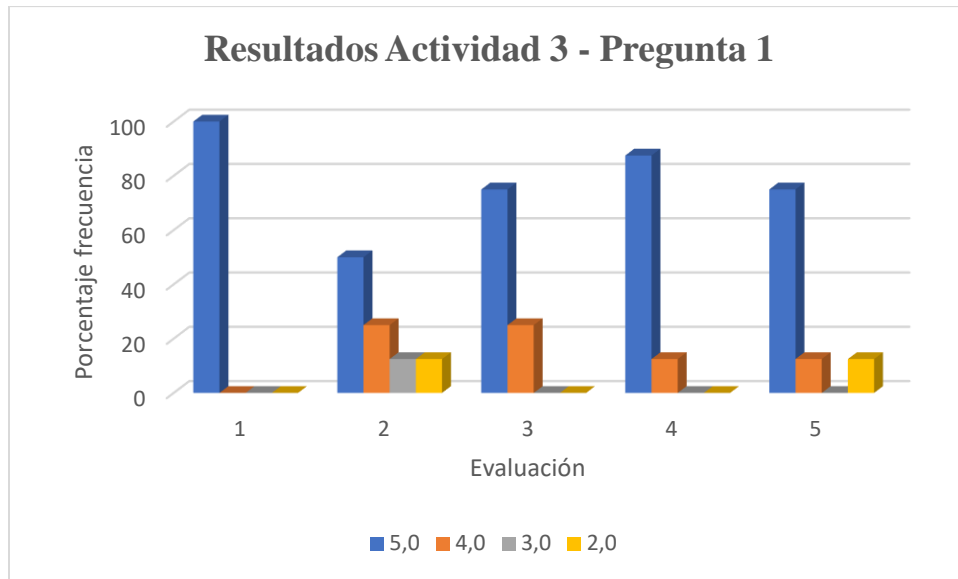
8.2.3 Actividad 3

Esta actividad tuvo como objetivo de aprendizaje comprender la relación entre el estrés oxidativo y el cáncer de mama a través de la narración de historias desde una problemática social. Esto con el fin de combinar la resolución de un problema real con la necesidad de comunicar información científica compleja de manera efectiva. Inicialmente, los estudiantes aplicaron el concepto de estrés oxidativo y su relación con el cáncer de mama abordado en las actividades 1 y 2 de la unidad didáctica, para luego crear un Storytelling (Narración creativa para los aprendizajes) que informe y sensibilice al público sobre esta situación crítica de salud. Por otra parte, el segundo punto tuvo como fin que los estudiantes realizaran un dibujo explicativo en donde se represente el estrés oxidativo a nivel celular.

Es necesario recalcar que esta actividad se desarrolló de forma individual, debido a que se fomenta la autonomía y capacidad de investigación en el estudiante, así mismo la responsabilidad en su proceso de aprendizaje. En vista de que la evaluación individual permite medir con precisión el nivel de comprensión y aplicación de cada estudiante, permitiendo identificar los errores conceptuales. Para evaluar esta actividad, se tuvo en cuenta una escala de evaluación de 2.0 a 5.0 apoyada en diferentes logros.

Para dar una mayor claridad al desempeño correspondiente de esta actividad, en la primera pregunta se plantearon los logros que abordan la comprensión de la temática, la narrativa y presentación, aplicación práctica, creatividad y la revisión de fuentes bibliográficas (Grafica 7).

Grafica 7. Resultados Pregunta 1 - Actividad 3



Fuente: Elaboración propia

Nota: Realizado por medio del Software SPSS y Excel®

En relación con los logros de evaluación, se infiere que los estudiantes a través del storytelling lograron comunicar de manera efectiva la relación entre el estrés oxidativo y el cáncer de mama. Se evidencio que aproximadamente el 80% de los estudiantes realizaron el ejercicio adecuadamente y el 20% presento falencias en la narración y presentación.

Como se puede detallar en la imagen 22, que corresponde a la respuesta del estudiante 4, el seguimiento de instrucciones fue de manera adecuada, ya que según Cortijo (2014), para evaluar las actividades de storytelling existen tres momentos: actividades pre-storytelling (identificación y activación de conceptos previos); actividades de storytelling (elaboración de material) y actividades post-storytelling (evaluación de los conocimientos adquiridos durante el proceso). Cabe resaltar que lo mostrado en la imagen 22 es una fracción del storytelling presentado por el estudiante.

En el departamento del Huila se ha disparado la incidencia de casos de cáncer de mama en mujeres jóvenes aparentemente sanas, por lo cual la secretaria de salud está preocupada porque cada vez más aumenta el número de mujeres diagnosticadas y la tasa de mortalidad, posicionan al cáncer de mama como una de las principales causas de muerte en las mujeres. Específicamente en el hospital Hernando Moncaleano, en la unidad de cancerología cada vez son más los casos pero son un misterio para los oncólogos médicos, a mi equipo de investigadores les pareció importante indagar y reconocer por qué le está sucediendo a las mujeres huilenses, tanta fue la preocupación que estuvimos semanas exhaustivas estudiando los casos, y pudimos identificar que entre todas estas mujeres existía un factor común: la falta de ejercicio, mala alimentación y un inadecuado estilo de vida.

También se logró establecer una hipótesis inicial donde el desarrollo de esa patología se debida al estrés oxidativo, pero ¿qué es eso? Así que con mis compañeros nos pusimos a la tarea de definirlo, para lo cual tuvimos que indagar trabajos de investigación previamente que se relacionen con esta problemática inicialmente Elejalde en el año 2001 menciona que el cáncer se caracteriza” por la muerte de células del tejido sano, el crecimiento incontrolado de células cancerosas y la formación de nuevos vasos sanguíneos en la zona afectada, que suministran oxígeno y nutrientes al tumor, y radicales libres participan en el desarrollo tumoral. También hay que recordar que la transformación oncogénica se basa en la presencia de genes mutantes u oncogenes que controlan importantes funciones celulares, en las que puede influir el estado redox de la célula.” y Triana, Bernabeu & García establecen en el 2013 que de acuerdo al daño que los radicales libres provocan en ADN se genera la carcinogénesis desarrollando mutaciones que pueden producirse en el siguiente ciclo de replicación del ADN debido al fallo de los mecanismos de reparación del daño oxidativo, responsables de mantener la integridad de la molécula de ADN, es decir, que si se produce una mutación en un gen crucial para el desarrollo del cáncer en el embrión, puede aumentar el riesgo de cáncer en la descendencia. Por otra parte, las mutaciones que afectan a estos genes clave en las células somáticas pueden provocar cáncer.

Fuente Estudiante 4

Conviene subrayar que a nivel general los estudiantes, “se enfocan en la comprensión de los significados dentro de un contexto, la creación de un contexto natural en el que se llama la atención fomentando la creatividad y el pensamiento crítico, al igual que la adquisición de competencias básicas en el aprendizaje” (Cortijo , 2014). A su vez, los estudiantes lograron identificar y analizar las problemáticas de la enfermedad y del estrés oxidativo para formular hipótesis, ideas y argumentos, buscando información para ampliar y responder la actividad.

Simultáneamente, estas problemáticas y situaciones reales como puntos de partida en los procesos de aprendizaje permiten en el estudiante la estimulación y desarrollo de la responsabilidad social, aportando una formación sólida para el ejercicio profesional. A modo de ejemplo, se tomó la red conceptual de forma general (Imagen 23), donde se muestran los conceptos más utilizados y relacionados entre sí. Allí se evidencian los conceptos asociados al estrés oxidativo tales como enfermedades, radicales libres, mutaciones, especies reactivas, antioxidantes, entre otros.

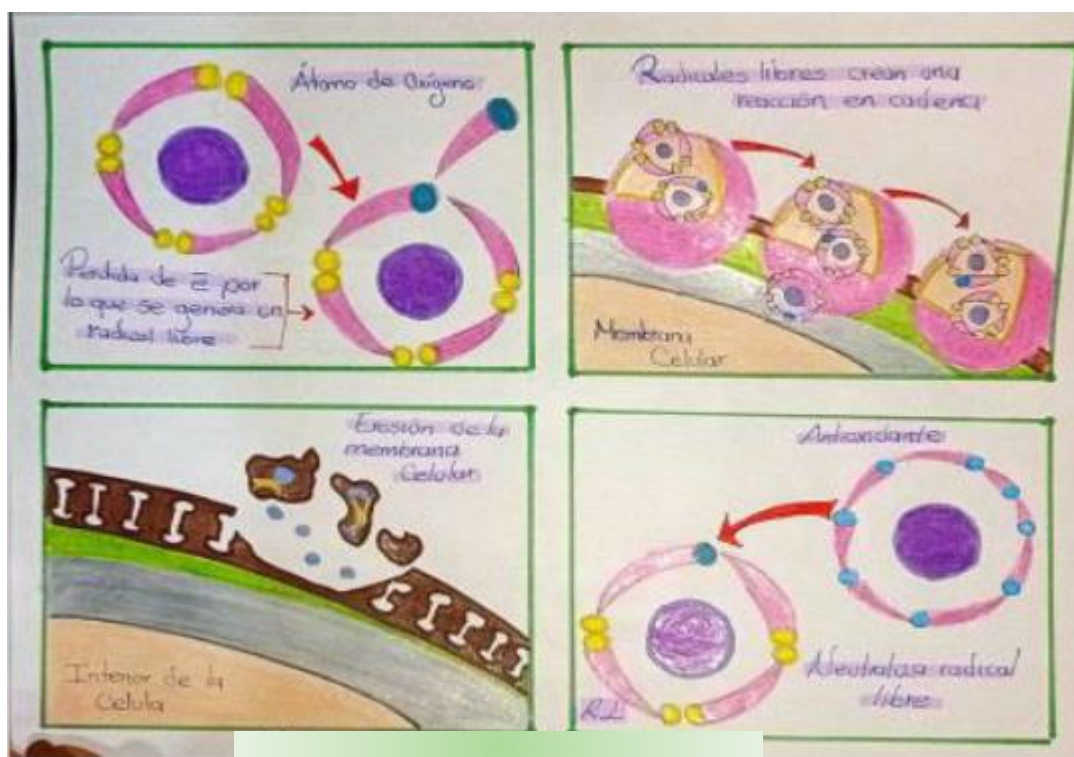
contrarrestan dichas mutaciones gracias al efecto de los antioxidantes , lo cual evita la propagación de enfermedades y tumores (Cáncer de mama) en nuestro organismo.

Finalmente, la segunda pregunta tuvo como objeto, que el estudiante a través de un dibujo representara el estrés oxidativo a nivel celular. Puesto que la evaluación de un dibujo desde el modelo del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) en ciencia, puede ser un proceso integral que va más allá de simplemente analizar la calidad estética. Por ello, se plantearon tres logros de evaluación los cuales abordan la exactitud científica; claridad organización; creatividad y originalidad.

Teniendo en cuenta los resultados, se pudo identificar que todos los estudiantes hicieron la representación de manera clara y creativa de como el estrés oxidativo afecta a nivel celular nuestro organismo, en donde se evidencian a detalle los procesos y efectos que causa este fenómeno al existir un desequilibrio entre los agentes prooxidantes y agentes oxidantes.

Nuevamente a modo de ejemplo, se tomó el estudiante 4 el cual representa el origen, los agentes principales (radicales libres), los efectos y los agentes que contrarrestan los radicales libres (antioxidantes) (Imagen 24).

Imagen 24. Respuesta pregunta 2 - Actividad 3



Fuente: Estudiante 4

En síntesis, la representación gráfica ocupa un papel importante debido a que desarrolla habilidades de interpretación y representación, “lo cual permite que el estudiante adopte la

adquisición de conocimientos favoreciendo la participación activa y efectiva en la construcción del conocimiento y en la posibilidad de desarrollar su propia capacidad de análisis y síntesis” (Tapia, et al (2022)). Todas estas observaciones, permiten comprender el proceso de aprendizaje que tuvo cada estudiante en las fases planteadas de la actividad, obteniendo resultados positivos que enriquecen el tercer objetivo específico que orienta el trabajo.

De acuerdo con lo anteriormente expuesto se puede decir que las implicaciones destacadas en esta actividad abordan las habilidades de pensamiento que conllevan a la comprensión de la temática, diseño de hipótesis, y determinación de problemas.

8.3 Tercera fase. Sistematización y Análisis de resultados

Atendiendo a los objetivos planteados para la presente investigación, es importante definir a que se hace referencia con implicación didáctica, en este caso se entiende que las implicaciones didácticas exigen que el profesor revise la carta descriptiva del curso o de la experiencia de formación y analice lo que se espera que el estudiante aprenda. Sin embargo, Marqués (2001), menciona que las implicaciones didácticas están relacionadas con la forma de actuar del docente para facilitar el aprendizaje.

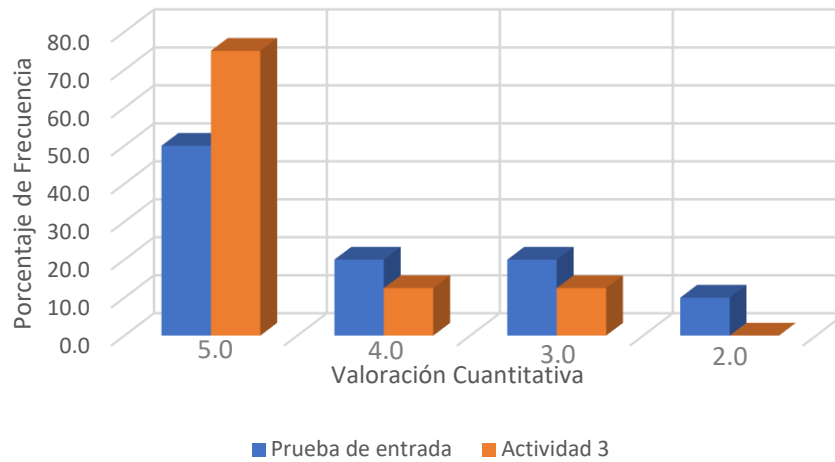
Partiendo de lo anterior, vale la pena mencionar que, para evaluar el impacto e implicaciones didácticas de la unidad didáctica, se realizó el análisis teniendo en cuenta las variables e hipótesis planteadas para esta investigación, la cual contemplaba, de manera general, la comprensión del concepto estrés oxidativo asociado a enfermedades como el cáncer de mama.

Para comprender mejor los resultados se debe aclarar que el análisis se realizó por medio de valoraciones cualitativas, sin embargo, para esta sección se interpolaron las valoraciones cualitativas a un valor numérico en una escala de 2 a 5 establecido en las rubricas de evaluación, las cuales permiten comparar la evaluación entre la prueba de entrada y las actividades pertenecientes a la unidad didáctica.

Inicialmente, se hizo la comparación de las evaluaciones del primer punto de la prueba de entrada con la actividad 3, que aborda en general la definición de estrés oxidativo y su relación con el cáncer de mama. Para la asignación de la evaluación cuantitativa se tomó como punto de partida lo mencionado por Dorado, et al (2003) Sin embargo, los estudiantes que no presentaron la actividad fueron nombrados como “Perdido”.

Grafica 8. Evaluación Cuantitativa de Prueba de Entrada punto 1 de Actividad 3

Evaluación Prueba de Entrada Punto 1 y Actividad 3



Fuente: Elaboración propia

Nota: Realizado por medio del Software SPSS y Excel®

Tabla 3. Evaluación cualitativa de prueba de entrada punto 1 de actividad 3

Valoración	Prueba de entrada Punto 1		Actividad 3		
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido
5.0	10	50.0	12	60.0	75.0
4.0	4	20	2	10.0	12.5
3.0	4	20	2	10.0	12.5
2.0	2	10	0	0,0	0.0
Perdido	-	-	4	20	-
Total	20	100	20	100	100
Media	5		4		
Mediana	4		2		
Moda	4		2		

Fuente: Elaboración propia

Nota: Realizado por medio del Software SPSS y Excel®

Tabla 4. Primera correlación

Correlaciones				
Correlación de Pearson			Prueba de entrada – Pregunta 1	Actividad 3
	Prueba de entrada – Pregunta 1	Coefficiente de correlación	1.000	0.022
		Sig. (bilateral)	-	0.928
		N	20	16
	Actividad 3	Coefficiente de correlación	0.022	1.000
		Sig. (bilateral)	0.928	-
N		16	16	
Tau b de Kendall			Prueba de entrada – Pregunta 2	Actividad 3
	Prueba de entrada – Pregunta 2	Coefficiente de correlación	1.000	0.454*
		Sig. (bilateral)	-	0.010
		N	20	16
	Actividad 3	Coefficiente de correlación	0.454*	1.000
		Sig. (bilateral)	0.010	-
N		16	16	
Rho de Spearman			Prueba de entrada – Pregunta 2	Actividad 3
	Prueba de entrada – Pregunta 2	Coefficiente de correlación	1.000	0.530*
		Sig. (bilateral)	-	0.016
		N	20	16
	Actividad 3	Coefficiente de correlación	0.530*	1.000
		Sig. (bilateral)	0.016	-
N		16	16	

*La correlación es significativa en el nivel 0.05 (bilateral)

Fuente: Elaboración propia

Nota: Realizado por medio del Software SPSS

Es importante tener en cuenta que para la prueba de entrada como para la actividad 3, la muestra poblacional total fueron 20 estudiantes, sin embargo, solo 16 estudiantes entregaron la actividad final (Actividad 3).

Ahora bien, al hacer uso de la herramienta estadística SPSS statistics, se evidenció la correlación de Pearson, Kendall y Spearman, mostradas en la tabla 4, es necesario aclarar que la correlación entre las variables se realizó con base en 16 estudiantes.

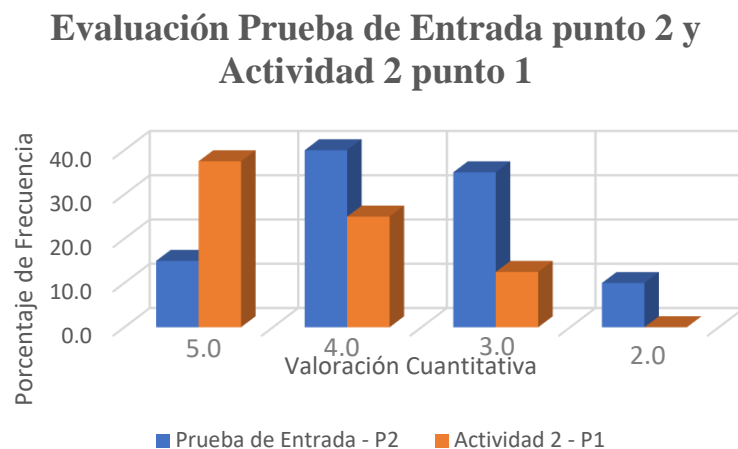
Se observa que el coeficiente de Pearson es de 0.022, esto quiere decir que hay una correlación directa proporcional, sin embargo existe una correlación muy baja entre los valores del punto uno de la prueba de entrada y la actividad 3 en cuanto a los 16 estudiantes presentes en la investigación. De igual forma, el valor de la significación bilateral de 0,928 es superior al 0,05 requerido para validar la correlación entre ambas variables de análisis.

Como el valor de $P 0.928 > 0,022$ correlación de Pearson se rechaza la hipótesis alterna, nos quedamos con la hipótesis nula, es decir el modelo Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) y la metodología Flipped Classroom no influyen positivamente en la enseñanza aprendizaje del estrés oxidativo y en el desarrollo de competencias cognitivas para esta actividad.

Por otro lado, para el coeficiente Spearman (0.530) se evidencio una correlación moderada, es decir, que existe una relación directa entre la pregunta 1 de la prueba de entrada con la actividad 3 y una significancia positiva del uso de la unidad didáctica basada en modelo ABP y la metodología flipped classroom. Del mismo modo, para el coeficiente de Kendall se obtuvo un valor de 0.454, lo cual indica que hay una correlación positiva, es decir una relación positiva entre las dos variables (punto 1 de la prueba de entrada y actividad 3). Teniendo en cuenta lo anterior, es válido afirmar que para los coeficientes Spearman y Tau b de Kendall se rechaza la hipótesis nula y se deja la hipótesis alterna (la unidad didáctica diseñada bajo el modelo y metodología mencionadas anteriormente tuvo implicaciones positivas en la construcción del concepto estrés oxidativo).

En relación con la segunda comparación, la cual se realizó con base en el punto de la prueba de entrada y primer punto de la actividad 2, los cuales se enfocan en la importancia, relación y aplicación de la bioquímica en la vida cotidiana y en el proceso de enseñanza, Por esta razón, para el proceso de evaluación, en el caso de la prueba de entrada se tuvo en cuenta una valoración cualitativa (Adecuado, Plausible y No Adecuado) teniendo presente los logros de la respectiva rúbrica de evaluación. Para la valoración del punto uno de la actividad 2, también se contemplaron los logros mencionados en la rúbrica de evaluación.

Grafica 9. Evaluación Cuantitativa de Prueba de Entrada Punto 2 de Actividad 2 Punto 1



Fuente: Elaboración propia
Nota: Realizado por medio del Software SPSS y Excel®

Tabla 5. Evaluación cualitativa de prueba de entrada punto 2 de actividad 2 punto 1.

Valoración	Prueba de entrada Punto 2		Actividad 2 Punto 1		
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido
5.0	3	15.0	12	60.0	75.0
4.0	8	40.0	2	10.0	12.5
3.0	7	35.0	2	10.0	12.5
2.0	2	10.0	0	0,0	0.0
Perdido	-	-	4	20	-
Total	20	100	20	100	100
Media	3.79		4.49		
Mediana	4.00		4.75		
Moda	4.00		5.00		

Fuente: Elaboración propia
Nota: Realizado por medio Software SPSS y Excel®

Tabla 6. Segunda Correlación.

Correlaciones					
Correlación de Pearson			Prueba de entrada – Pregunta 2	Actividad 2 – Punto 1	
	Prueba de entrada – Pregunta 2		Coefficiente de correlación	1.000	0.787**
			Sig. (bilateral)	-	< 0.001
			N	20	16

	Actividad 2 – Punto 1	Coefficiente de correlación	0.787**	1.000
		Sig. (bilateral)	< 0.001	-
		N	16	16
Tau b de Kendall			Prueba de entrada – Pregunta 2	Actividad 2 – Punto 1
	Prueba de entrada – Pregunta 2	Coefficiente de correlación	1.000	0.669**
		Sig. (bilateral)	-	< 0.001
		N	20	16
	Actividad 2 – Punto 1	Coefficiente de correlación	0.669**	1.000
		Sig. (bilateral)	< 0.001	-
N		16	16	
Rho de Spearman			Prueba de entrada – Pregunta 2	Actividad 2 – Punto 1
	Prueba de entrada – Pregunta 2	Coefficiente de correlación	1.000	0.773*
		Sig. (bilateral)	-	< 0.001
		N	20	16
	Actividad 2 – Punto 1	Coefficiente de correlación	0.773*	1.000
		Sig. (bilateral)	< 0.001	-
N		16	16	

**La correlación es significativa en el nivel 0.01 (bilateral)

Fuente: Elaboración propia

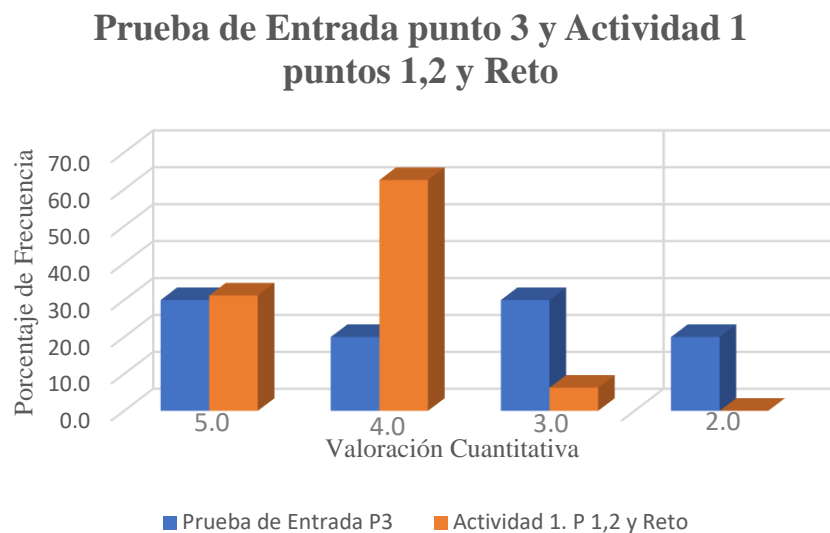
Nota: Realizado por medio del Software SPSS

De acuerdo con los datos obtenidos en la tabla 6, donde se expresa la correlación de Pearson, Kendall y Spearman, se identificó una correlación positiva fuerte para Pearson de 0.787; en Kendall una correlación de 0.669 y el Rho de Spearman indica una correlación positiva alta de 0.773. Estos valores afirman que la implementación del modelo ABP y la metodología Flipped Classroom a través de la unidad didáctica influyo significativamente en la enseñanza del concepto estrés oxidativo. Es necesario mencionar que la correlación de Kendall y Pearson fue significativa al nivel del 0.01.

En la tercera comparación, se tomó la pregunta tres de la prueba de entrada junto con las preguntas uno, dos y reto de la actividad 1, debido a que esta sección corresponde a la relación de conceptos asociados al estrés oxidativo en el contexto de la bioquímica. Para el proceso de evaluación en la prueba de entrada, los estudiantes tuvieron una valoración enfocada en

los desempeños Apropiado, Plausible y No adecuado, dependiendo de la profundización y coherencia de las respuestas . Así mismo, la evaluación de las preguntas de la actividad 1.

Grafica 10. Evaluación Cuantitativa de Prueba de Entrada Punto 3 de Actividad 1 Puntos 1,2 y Reto



Fuente: Elaboración propia
 Nota: Realizado por medio del Software SPSS y Excel®

Tabla 7. Evaluación cualitativa de prueba de entrada punto 3 de actividad 1 puntos 1,2 y Reto.

Valoración	Prueba de entrada Punto 3		Actividad 1 Punto 1,2 y Reto		
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido
5.0	6	30.0	5	25.0	31.3
4.0	4	20.0	10	50.0	62.5
3.0	6	30.0	1	5.0	6.3
2.0	4	20.0	0	0.0	0.0
Perdido	-	-	4	20.0	-
Total	20	100	20	100	100
Media	3.65		3.72		
Mediana	3.90		4.70		
Moda	5.00		5.00		

Fuente: Elaboración propia
 Nota: Realizado por medio Software SPSS y Excel®

Tabla 8. Tercera Correlación.

Correlaciones				
Correlación de Pearson			Prueba de entrada – Pregunta 3	Actividad 1 – Puntos 1, 2 y Reto
	Prueba de entrada – Pregunta 3	Coefficiente de correlación	1.000	0.466*
		Sig. (bilateral)	-	0.038
		N	20	16
	Actividad 1 – Puntos 1, 2 y Reto	Coefficiente de correlación	0.466*	1.000
		Sig. (bilateral)	0.038	-
		N	16	16
*La correlación es significativa en el nivel 0.05 (bilateral).				
Tau b de Kendall			Prueba de entrada – Pregunta 2	Actividad 2 – Punto 1
	Prueba de entrada – Pregunta 3	Coefficiente de correlación	1.000	0.503**
		Sig. (bilateral)	-	0.005
		N	20	16
	Actividad 1 – Puntos 1, 2 y Reto	Coefficiente de correlación	0.503**	1.000
		Sig. (bilateral)	0.005	-
		N	16	16
Rho de Spearman			Prueba de entrada – Pregunta 2	Actividad 2 – Punto 1
	Prueba de entrada – Pregunta 3	Coefficiente de correlación	1.000	0.629**
		Sig. (bilateral)	-	0.003
		N	20	16
	Actividad 1 – Puntos 1, 2 y Reto	Coefficiente de correlación	0.629**	1.000
		Sig. (bilateral)	0.003	-
		N	16	16
** La correlación es significativa en el nivel 0.01 (bilateral).				

Fuente: Elaboración propia

Nota: Realizado por medio del Software SPSS

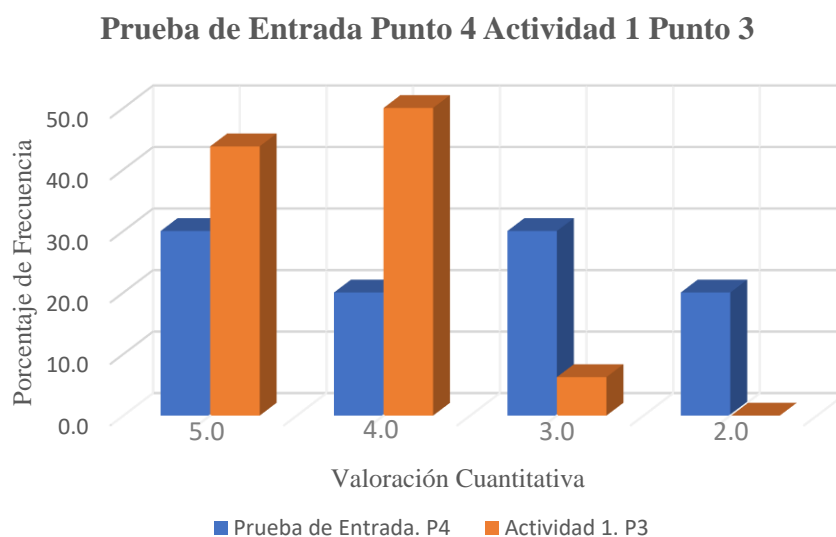
En cuanto a la tercera correlación, en la tabla 8 se evidencian los coeficientes de Pearson, Kendall y Spearman, los cuales señalan un valor positivo significativo en la implementación de la unidad didáctica. Para el caso de la correlación de Pearson se tuvo un coeficiente de 0.466, lo cual indica una correlación moderada, así mismo el coeficiente Tau b de Kendall

señala una correlación positiva de 0.503 al igual que el coeficiente Rho de Spearman 0.629, los cuales tienen un valor del Sig (bilateral) por debajo del 0.01 requerido.

Dicho esto, los coeficientes de correlación en comparación de la prueba de entrada con las preguntas de la actividad 1, permiten rechazar la hipótesis nula y resaltar la hipótesis alternativa, puesto que se evidenció que la aplicación de la unidad didáctica en el marco del modelo Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) y la metodología Flipped Classroom influye positivamente en la enseñanza aprendizaje del estrés oxidativo y en el desarrollo de competencias cognitivas, colaborativas y de pensamiento crítico en los estudiantes del ciclo de profundización de la Licenciatura en química.

De otro lado, la cuarta comparación aborda la pregunta cuatro de la prueba de entrada y el punto tres de la actividad uno, enfocados en la creación de hipótesis y resolución de problemas asociados al estrés oxidativo y a las enfermedades que desarrolla este fenómeno. Al igual que en el cotejo anterior, para el proceso de evaluación de la actividad 1 y prueba de entrada se tuvo en cuenta el desempeño Adecuado, Plausible y No adecuado, para los estudiantes que construyeron de forma coherente la hipótesis y pregunta.

Grafica 11. Evaluación cualitativa de prueba de entrada punto 4 de actividad 1 punto 3.



Fuente: Elaboración propia

Nota: Realizado por medio del Software SPSS y Excel®

Tabla 9. Evaluación cualitativa de prueba de entrada punto 4 de actividad 1 punto 3.

Valoración	Prueba de entrada Punto 4		Actividad 1 Punto 3		
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido
5.0	6	30.0	7	35.0	43.8
4.0	4	20.0	8	40.0	50.0
3.0	6	30.0	1	5.0	6.3
2.0	4	20.0	0	0.0	0.0
Perdido	-	-	4	20.0	-
Total	20	100	20	100	100
Media	3.64		3.71		
Mediana	3.90		4.70		
Moda	5.00		5.00		

Fuente: Elaboración propia

Nota: Realizado por medio Software SPSS y Excel®

Tabla 10. Cuarta Correlación

Correlaciones				
Correlación de Pearson			Prueba de entrada – Pregunta 4	Actividad 1 – Punto 3
	Prueba de entrada – Pregunta 4	Coefficiente de correlación	1.000	0.539*
		Sig. (bilateral)	-	0.014
		N	20	16
	Actividad 1 – Punto 3	Coefficiente de correlación	0.539*	1.000
		Sig. (bilateral)	0.014	-
		N	16	16
*La correlación es significativa en el nivel 0.05 (bilateral).				
Tau b de Kendall			Prueba de entrada – Pregunta 2	Actividad 2 – Punto 1
	Prueba de entrada – Pregunta 4	Coefficiente de correlación	1.000	0.578**
		Sig. (bilateral)	-	0.001
		N	20	16
	Actividad 1 – Punto 3	Coefficiente de correlación	0.578**	1.000
		Sig. (bilateral)	0.001	-
		N	16	16

Rho de Spearman		Prueba de entrada – Pregunta 4	Prueba de entrada – Pregunta 4	Actividad 2 – Punto 1
	Prueba de entrada – Pregunta 4	Coefficiente de correlación	1.000	0.680**
		Sig. (bilateral)	-	< 0.001
		N	20	16
	Actividad 1 – Punto 3	Coefficiente de correlación	0.680**	1.000
		Sig. (bilateral)	< 0.001	-
		N	16	16
** La correlación es significativa en el nivel 0.01 (bilateral).				

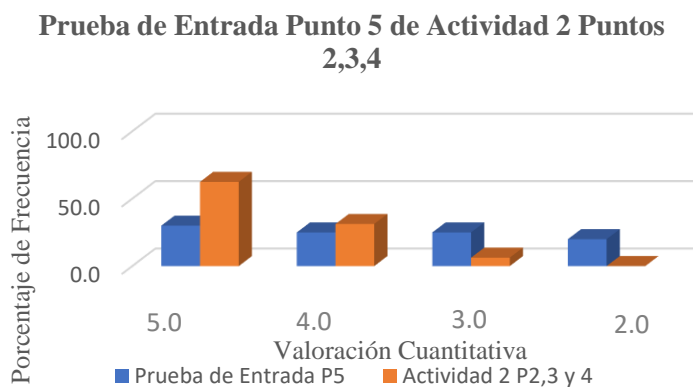
Fuente: Elaboración propia

Nota: Realizado por medio del Software SPSS

La tabla 10 muestra el coeficiente de Pearson con una correlación positiva moderada de 0.539, señalando que la correlación que existe entre la pregunta cuatro de la prueba de entrada y la pregunta tres actividad 1 es significativa. Por lo que se puede afirmar con un 95% de confianza, que en prueba y actividad hay una correlación positiva media porque el valor del Sig (bilateral) es de 0.014, que se encuentra por debajo del 0,05 requerido. De igual manera, el coeficiente de relación de Tau b de Kendall señala que, si existe correlación significativa al implementar el modelo ABP y metodología flipped classroom en la enseñanza aprendizaje de conceptos, debido a que la correlación es de 0.578 con un Sig (bilateral) de 0,001, el cual se encuentra por debajo del nivel significativo de 0.01, al igual que el valor de correlación positivo alto de Rho de Spearman (0.680). No solo estos valores confirman la hipótesis alternativa, sino también los valores de la tabla 9 donde se evidencia la diferencia entre los desempeños de la prueba de entrada, respecto a los desempeños de la actividad 1.

Finalmente, la quinta correlación corresponde al punto cinco de la prueba de entrada y los puntos dos, tres y cuatro de la actividad 2, los cuales están relacionados con la construcción de definiciones conceptuales asociados a los procesos del estrés oxidativo y prevención del cáncer de mama. Es necesario recalcar que para el proceso de evaluación se tuvo en cuenta los logros descritos en las rubricas de evaluación, teniendo en cuenta los desempeños Apropiado, Plausible y No adecuado.

Grafica 12. Evaluación cualitativa de prueba de entrada punto 5 de actividad 2 puntos 2, 3 y 4.



Fuente: Elaboración propia

Nota: Realizado por medio del Software SPSS y Excel®

Tabla 11. Evaluación cualitativa de prueba de entrada punto 5 de actividad 2 puntos 2, 3 y 4

Valoración	Prueba de entrada Punto 5		Actividad 2 Puntos 2,3 y 4		
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido
5.0	6	30.0	10	50.0	62.5
4.0	5	25.0	5	25.0	31.3
3.0	5	25.0	1	5.0	6.3
2.0	4	20.0	0	0.0	0.0
Perdido	-	-	4	20.0	-
Total	20	100	20	100	100
Media	3.78		3.81		
Mediana	4.10		4.90		
Moda	5.00		5.00		

Fuente: Elaboración propia

Nota: Realizado por medio Software SPSS y Excel®

Tabla 12. Quinta Correlación

Correlaciones					
Correlación de Pearson			Prueba de entrada – Pregunta 5	Actividad 2 – Puntos 2,3 y 4	
	Prueba de entrada – Pregunta 5	Coefficiente de correlación	1.000	0,494*	
		Sig. (bilateral)	-	0.027	
		N	20	16	
	Actividad 2 – Puntos 2,3 y 4	Coefficiente de correlación	0,494*	1.000	
		Sig. (bilateral)	0.027	-	
		N	16	16	
	*La correlación es significativa en el nivel 0.05 (bilateral).				
	Tau b de Kendall			Prueba de entrada – Pregunta 5	Actividad 2 – Puntos 2, 3 y 4
Prueba de entrada – Pregunta 5		Coefficiente de correlación	1.000	0.585**	
		Sig. (bilateral)	-	0.002	
		N	20	16	
Actividad 2 – Puntos 2,3 y 4		Coefficiente de correlación	0.585**	1.000	
		Sig. (bilateral)	0.002	-	
		N	16	16	
Rho de Spearman				Prueba de entrada – Pregunta 5	Actividad 2 – Puntos 2, 3 y 4
		Prueba de entrada – Pregunta 5	Coefficiente de correlación	1.000	0.712**
	Sig. (bilateral)		-	< 0.001	
	N		20	16	
	Actividad 2 – Puntos 2,3 y 4	Coefficiente de correlación	0.712**	1.000	
		Sig. (bilateral)	< 0.001	-	
		N	16	16	
	** La correlación es significativa en el nivel 0.01 (bilateral).				

Fuente: Elaboración propia

Nota: Realizado por medio del Software SPSS

Considerando los valores obtenidos en la tabla 12, el valor del estadístico r de Pearson es de 0,494, es decir existe una correlación significativa. Por lo que se puede afirmar con un 95% de confianza, que en el ámbito de estudio hay una correlación positiva baja entre el último punto de la prueba de entrada y la actividad 2, porque el valor del Sig (bilateral) es de 0, 027,

que se encuentra por debajo del 0,05 requerido. Por otro lado, el coeficiente de Tau b de Kendall presenta un valor de 0.585 y el Rho de Spearman un coeficiente de 0.712, estos valores resaltan que la correlación es significativa, debido a que el valor Sig (bilateral) para las dos pruebas se encuentra por debajo del 0.01 requerido.

En general, se reconoce que los estudiantes inicialmente poseían una noción sobre el concepto estrés oxidativo y su relación con enfermedades, específicamente cáncer de mama. Todo esto parece confirmar que la enseñanza de los conceptos bioquímicos a nivel universitario presenta un aprendizaje memorístico, sin embargo, la implementación de ABP y la metodología flipped classroom en la enseñanza de conceptos asociados a la oxidación y estrés oxidativo, generaron en el estudiante la comprensión y aplicación de la bioquímica en su cotidianidad. Es decir, se observa la participación proactiva del estudiante.

Otra de las apreciaciones que se pudo identificar es que el tema causó gran interés en los estudiantes, ya que al presentar el material audiovisual (videos) donde se encontraba a detalle cada uno de los núcleos problemáticos trabajados, los estudiantes podrían indagar y profundizar las temáticas de su interés, lo que generó motivación, más aún, la metodología flipped classroom promovió en el estudiante competencias investigativas facilitando el aprendizaje autónomo y el pensamiento crítico.

Todavía cabe señalar que en la unidad didáctica se muestra el trabajo realizado en el laboratorio, el cual se enfocó en la extracción y caracterización del aceite esencial de cardamomo. Se abordó en el instrumento de salida, debido a que se esperaba identificar si los estudiantes comprendieron los conceptos asociados a oxidación y estrés oxidativo desde la aplicación al mundo real.

En este sentido, la extracción y caracterización del aceite esencial se realizó en vista de que el objetivo de esta investigación aborda el aprendizaje del concepto estrés oxidativo en el contexto del cáncer de mama desde el modelo ABP y metodología Flipped Classroom. Por tal razón, fue necesario conocer desde la práctica de laboratorio un agente antioxidante para contrarrestar el estrés oxidativo como lo es el aceite esencial de cardamomo (Anexo 1).

9 CONCLUSIONES

Atendiendo a los objetivos y el problema de investigación planteados en el trabajo, se concluye que se logró identificar cuáles son las implicaciones didácticas en la enseñanza y aprendizaje del concepto estrés oxidativo, a través de la metodología Flipped Classroom y el modelo Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), en el con texto de extractos bioactivos específicamente el aceite esencial de cardamomo como posible agente antioxidante para la prevención del cáncer de mama.

Ahora bien, el modelo Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) bajo la metodología Flipped Classroom tiene implicaciones en cuanto a la enseñanza de los conceptos asociados al estrés oxidativo, como se evidenció en la tercera fase de la metodología. Lo cual promueve a las investigadoras en primera instancia a aplicar estos paradigmas educativos centrados en el estudiante para favorecer el foco de organización y estímulo para el aprendizaje en futuras experiencias.

Así mismo, las implicaciones didácticas identificadas se enfocan en la contextualización del aprendizaje, el desarrollo de habilidades en la resolución de problemas, la aplicación práctica del conocimiento, la relación y conexión entre conceptos y procesos propios de bioquímica para llegar a la construcción del concepto estrés oxidativo. Lo dicho hasta aquí se evidencia en la implementación de la unidad didáctica y en los resultados obtenidos de las actividades abordadas desde el modelo ABP y metodología Flipped Classroom. Esto quiere decir que, al aplicar la unidad didáctica como herramienta pedagógica, se logró en el estudiante fortalecer y desarrollar habilidades de pensamiento significativo que lo conllevaron a comprender, diseñar, orientar, determinar, etc durante y después del proceso de aprendizaje, con el fin de encadenar los conocimientos adquiridos para construir conceptos.

Se construyó y aplico la unidad didáctica enfocada en el concepto estrés oxidativo en el contexto del cáncer de mama, con la finalidad de dar lugar al aprendizaje de mecanismos a nivel celular que afectan la estabilidad de diferentes macromoléculas.

Finalmente, el objetivo específico número tres aborda la efectividad de la intervención a través de un instrumento que permite la construcción de conceptos asociados al estrés oxidativo por parte de los estudiantes, este instrumento final aborda un estudio de caso asociado a los extractos bioactivos como el aceite esencial de cardamomo para la prevención del cáncer de mama. Después de ser evaluado el instrumento inicial y final se determinó que existía una correlación significativa positiva en el nivel 0.01 entre, lo que denota progreso significativo en la construcción de conocimiento enfocado con el estrés oxidativo y los antioxidantes.

En suma, la investigación cumplió a cabalidad con los objetivos propuestos, debido a que se determinaron las implicaciones didácticas del modelo ABP la metodología flipped classroom

en la enseñanza y construcción del concepto estrés oxidativo. A su vez, se determinó que existió una correlación significativa entre los resultados iniciales y finales, donde se evidencio un gran progreso en el nivel académico de los estudiantes que puede ser explicado por la aplicación del modelo y metodología.

Por otra parte, de acuerdo con los resultados obtenidos del instrumento de entrada y salida, en donde se identificó un progreso conceptual y de acuerdo con las pruebas de Pearson, Spearman y Kendal, se rechaza la hipótesis nula, por tanto es posible afirmar que el modelo Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) y la metodología Flipped Classroom, tienen implicaciones en la enseñanza del concepto estrés oxidativo. Es posible garantizar que la aplicación de la unidad didáctica en el marco de dicho modelo y metodología facilita el aprendizaje.

10 RECOMENDACIONES

Se recomienda utilizar las herramientas pedagógicas como son la metodología Flipped Classroom y el modelo Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) ya que fomentaron el aprendizaje de los conceptos asociados al estrés oxidativo en estudiantes universitarios. Con base en la investigación se confirmaron las propiedades antioxidantes que posee el aceite esencial de cardamomo, el cual ayuda a prevenir la oxidación y el estrés oxidativo a nivel celular fomentando la prevención de enfermedades cancerígenas como el cáncer de mama.

11 REFERENCIAS

- Palencia Vizcarra, R., Palencia Díaz, R., & Cano Jiménez, R. (2022). Aprendizaje basado en problemas y tecnologías de la información y comunicación. *Med Int Méx*, 38(3):676-685.
- Poot Delgado, C. A. (2013). Retos del Aprendizaje Basado en Problemas. *Enseñanza e Investigación en Psicología*, 307-314.
- Abello, M., & Suwalsky, M. (2016). Radicales libres, antioxidantes naturales y mecanismos de protección. *ATENEA*, 161-172.
- Aguilera Ruiz, C., Manzano León, A., Martínez Moreno, I., Lozano Segura, M., & Casiano Yanicelli, C. (2017). El modelo Flipped Classroom. *International Journal of Developmental and Educational Psychology*, 261-266.
- Alguier, J. (2008). Teaching Enzyme Kinetics and Mechanism. *Century Unité de Bionergetique*, 31-71.
- Álvarez, J. L., & Jurgenson, G. (2012). *Los métodos mixtos*. Mexico: Archivo Hispanoamericanos. Obtenido de <https://www.postgradoune.edu.pe/pdf/documentos-academicos/ciencias-de-la-educacion/15.pdf>
- Blair, E., Maharaj, C., & Primus, S. (2016). Rendimiento y percepción en el aula invertida. *Educ Inf Technol*, 1465-1482.
- Bruneton, J. (1999). Tanins: Pharmacognosie, Phytochimie, Plantea Médicinales. 307-404.
- Calvopiña León, C., & Bassante Jimenez, S. (2016). Aprendizaje Basado en Problemas. Un análisis Crítico. *Revista Publicando*, 341-349.
- Carrales, L. C., & Muñoz, M. M. (2012). Estrés oxidativo: origen, evolución y consecuencias de la toxicidad del oxígeno. *Ciencias biomédicas*, 135-250.
- Coronado H, M., Vega y León, S., Gutiérrez T, R., Vázquez F, M., & Radilla V, C. (2015). Antioxidantes: perspectiva actual para la salud humana. *Chil Nutr*, 206-212.
- Corrales, L. C., & Moñoz Ariza, M. M. (2012). Estrés oxidativo: origen, evolución y consecuencias de la toxicidad del oxígeno. *Ciencias Biomédicas*, 135-250.
- Cortijo, S. (2014). *El Storytelling como recurso didáctico en el aula de inglés*. España: Trabajo de grado.
- De la Garza Salazar, J. G., & Juárez Sánchez, P. (2014). El cáncer. 11-183.

- Dorado Martinez, C., Rugerio Vargas, C., & Rivas Arancibia, S. (2003). Estrés oxidativo y neurodegeneración. *Red Faca Unam*, 229-235.
- Duch, B., Groh, S., & Deborah, A. (2006). Aprendizaje basado en problemas. *Revista INNOVAR Journal*, 244-246.
- Elejalde Guerra, J. (2001). Oxidación, entre la vida y la enfermedad. *An Med Interna*, 18:1-4.
- Elejalde Guerra, J. (2018). Oxidación, entre la vida y la enfermedad. *An Med Interna*, 18:1-4.
- Emilio Espinoza, S., Rosas Lemus, M., Cabrera Orefice, A., Uribe Álvarez, C., Chiquete Félix, N., & Uribe Caravajal, S. (2014). Oxígeno, para bien para mal. *Revista de la Facultad de Medicina*, 57-60.
- Estrada Montoya, J., & Correa Arias, J. (2019). El proceso enseñanza-aprendizaje y los mapas conceptuales: una reflexión desde la educación en ciencias. *Acta Pedagógica Colombiana*, 86-102.
- Frankel, E. (1983). Volatile lipid oxidation products. *Progress in Lipid Research*, 22: 1.
- Galina Hidalgo, M. Á., Ortiz Rubio, M., & Guerrero Cruz, M. (2018). Estrés oxidativo y antioxidantes. *Fes-Cuautitlán*, 47-62.
- González Cabanach, R. (1997). Concepciones y enfoques de aprendizaje. *Revista de Psicodidáctica*, 5-39.
- González Hernando, C., Carbonero Martín, M., Lara Ortega, F., & Martín Villamor, P. (2014). Aprendizaje Basado en Problemas y satisfacción de los estudiantes de Enfermería. *Enfermería Global*, 97- 103.
- Guerra J.I, E. (2001). Extres Oxidativo, enfermedades y tratamientos antioxidantes. *Scielo*, 50-59.
- Guerra, E. (2017). Estrés oxidativo, enfermedades y tratamientos antioxidantes. *Scielo*, 326-335.
- Guevara Mora, G. (2010). Aprendizaje basado en problemas como técnica didáctica para la enseñanza del tema de la recursividad. *InterSedes: Revista de las redes nacionales*, 142-167.
- Guija-Guerra, H., & Guija-Poma, E. (2023). *Radicales libres y sistema antioxidante*. Lima: Horiz Med.
- Gutiérrez Ávila, J. H., De la puente Alarcón, G., Martínez González, A. A., & Piña Garza, E. (2012). *Aprendizaje Basado en Problemas: un camino para aprender a aprender*. México DF: Editorial del colegio de ciencias y humanidades.
- Hamui-Sutton, A. (2013). Un acercamiento a los métodos mixtos de investigación en educación médica. *ELSEVIER*, 211-216.
- Hernández Espinoza, D. R., Barrera Morín, V., Briz Tena, O., González Herrera, E. A., Laguna Maldonado, K. D., Jardínez Díaz, A. S., & Matuz Mares, D. (2019). The role of reactive

- oxygen and nitrogen species in some neurodegenerative diseases. *Revista de la facultad de Medicina*, 25-42.
- Jaramillo, J. F., & Valdivia Flores, A. (2016). Fundamentos de estrés oxidativo celular. Mexico: 11-140.
- Lozano Ramírez, M. (2021). El aprendizaje basado en problemas en estudiantes universitarios . *Tendencias Pedagógicas* , 37,90-103.
- Macias, M. (3 de 02 de 2017). *el estudiante como protagonista de su propio aprendizaje*. Obtenido de Recuperado de <https://ineverycrea.mx/comunidad/ineverycreamexico/recurso/el-alumno-como-protagonista-de-supropio/765cad1d-0696-43bb-9add-649a7e1c5650>
- Madrigal Ureña, A., & Mora Rosenkrans, B. (2018). Generalidades de cáncer de mama para medico general. *Scielo*, 9-17.
- Maldonado Frías , S. (2013). Bioquímica: la importancia de las áreas básicas en la odontología . *Revista odontologica mexicana* , 74-78.
- Maureira, S., & Uribe Fuenzalida, P. A. (2015). *Aprendizaje basado en problemas Infantil, Primaria y secundaria*. España: Ministerio de educación, cultura y deporte.
- Mendoza Moreira, M., & Rodríguez Gámez, M. (2019). Student-centered learning from research planning. *CIENCIAMATRIA . Revista Interdisciplinaria de Humanidades, Educación, Ciencia y Tecnología*, 12-18.
- Morales Bueno, P., & Landa Fitzgerald, V. (2004). Aprendizaje basado en problemas. *Revistas y periódicos: Theoria*, Vol 13, 145-157. Obtenido de <http://biblioteca.udgvirtual.udg.mx/jspui/bitstream/123456789/574/1/Aprendizaje%20basado%20en%20problemas.pdf>
- Morales Bueno, P., & Landa Fitzgerald, V. (2004). Aprendizaje Basado en Problemas. *Revistas y periódicos:Theoria*, 145-157.
- Naik, G., Priyadarsini, K., Satav, J., Banavalikar, M., Sohoni, D., Biyani, M., & Mohan, H. (2003). Comparative abtioxidant activity of individual herbal components used in Ayurvedic medicine. *Phytochemistry*, 97-104.
- Nilo Rodriguez, C. (2007). Fundamento teorico de los mapas conceptuales . *Revista de Arquitectura e ingeniería*, 1-10.
- Ortiz Escarza, J. M., & Medina López, M. E. (2020). Estrés Oxidativo ¿Un asesino silencioso? *Educación Química*, 1-11.
- Ortiz Ortiz, M., & Hernández Yomayuzu , O. M. (2023). Aprendizaje Basado en Problemas mediado por una aplicación educativa móvil . *Revista virtual Universidad Catolica del Norte*, 43-69.
- Ozdamli, F., & Asiksoy, G. (2016). Flipped classroom approach. *World Journal on Educational Technology: Current Issues.*, 98-105.

- Peñarrieta, J., Tejeda, L., Mollinedo, P., Vila, J., & Bravo, J. (2014). Compuestos fenólicos y su presencia en alimentos. *Revista Boliviana de Química*, *Vil.31, num 2*, 68-81.
- Piñeros, Y., & Parga, D. (2014). Caracterización de los contenidos curriculares contextualizados para la enseñanza de la química. *Revista Tecné; Episteme y Didaxix: TED*, 755-762.
- Restrepo Gómez, B. (2018). Aprendizaje basado en problemas (ABP): una innovación didáctica para la enseñanza universitaria. *Educación y educadores*, 9-19.
- Restrepo Gómez, B. (s.f). Aprendizaje basado en problemas (ABP): Una innovación didáctica para la enseñanza universitaria. *Pedagogía Universitaria*, 1-11.
- Reyes Gonzáles, S., & Carpio, A. (2013). El aprendizaje basado en retos, un modelo de formación corporativa. El caso Banorte. *Universidad Oberta de Catalunya*, 25-37.
- Rodriguez, G., Villanueva, E., Glorio, P., & Baquerizo, M. (2015). Oxidative stability and estimate of the shelf life of sacha inchi (*Plukenetia Volubilis L*) oil. *Scientia Agropecuaria*, 155-163.
- Sánchez Valle, V., & Méndez Sánchez, N. (2013). Estrés oxidativo, antioxidantes y enfermedad. *Revista de investigación medica*, 161-168.
- Sarria Villa, R., Gallo Corredor, J., & Urbano, F. (2021). Caracterización de los aceites esenciales de pinus ocarpa por cromatografía de gases-espectrometría de masas. *Revista EIA*, 1-11.
- Tapia Rodriguez, R., Cortes Roldan, D., Cruz Hernández, P., Chávez Martínez, L., & Camacho López, S. (2022). Aprendizaje Basado en Problemas, un desafío para la praxis académica en medicina. *Xikua*, 42-46.
- Torres Ospina, W. L., & Rodrigo Rodriguez, C. (2022). *Implicaciones del modelo Montessori en el Aprendizaje del concepto estrés oxidativo*. Bogota : Trabajo de grado para optar por el título de Licenciada en química.
- Ulisses, A., & Sastre, G. (2018). *El aprendizaje basado en problemas Una nueva perspectiva de la enseñanza en la universidad*. Barcelona: Gedisa, S.A.
- UPM, S. d. (Julio de 2020). *Flipped Classroom (Aula Invertida)*. Obtenido de <https://innovacioneducativa.upm.es/sites/default/files/guias/FlippedClassroom.pdf>
- Valderrama Pérez, L. N. (2020). ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DE ANTIOXIDANTES, RADICALES LIBRES Y ESTRÉS OXIDATIVO A PARTIR DE UNA MEZCLA COMPLEJA DE Psidium Guajava.L. *Trabajo de grado para optar al título de Licenciada en química*, 1-238.
- Venero Gutiérrez, J. (2002). Daño oxidativo, radicales libres y antioxidantes. *Revista Cubana de Medicina Militar*, 126-133.
- Zapata Ros, M. (s.f.). Teorías y modelos sobre el aprendizaje en entornos Conectados y Ubicuos: Bases para un nuevo modelo teórico a partir de una visión crítica del. 5-7.
- Sánchez-Valle, V., & Méndez-Sánchez, N. (2018). Estrés oxidativo, antioxidantes y enfermedad. *Médica Sur*, *20(3)*, 161-168.

- Pupo, E. V., Robles, L. G., & Marrero, I. R. C. (2017). Estrés oxidativo. *Correo Científico Médico*, 21(1).
- Calderón Salinas, J. V., Muñoz Reyes, E. G., & Quintanar Escorza, M. A. (2013). Estrés oxidativo y diabetes mellitus. *REB. Revista de educación bioquímica*, 32(2), 53-66.
- Torres Ospina, W. L., & Rodrigo Rodríguez, C. (2022). *Implicaciones del modelo Montessori en el Aprendizaje del concepto estrés oxidativo*. Bogota : Trabajo de grado para optar por el título de Licenciada en química.
- Rossi, W. M., Garrido, G., & Sellés, A. J. N. (2016). Biomarcadores del estrés oxidativo en la terapia antioxidante. *Journal of Pharmacy & Pharmacognosy Research*, 4(2), 62-83.
- Ulisses, A., & Sastre, G. (2018). *El aprendizaje basado en problemas Una nueva perspectiva de la enseñanza en la universidad*. Barcelona: Gedisa, S.A.
- Poot-Delgado, C. A. (2013). Retos del aprendizaje basado en problemas. *Enseñanza e investigación en psicología*, 18(2), 307-314.
- Luy-Montejo, C. (2019). El Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) en el desarrollo de la inteligencia emocional de estudiantes universitarios. *Propósitos y representaciones*, 7(2), 353-383.
- Bueno, P. M. (2018). Aprendizaje basado en problemas (ABP) y habilidades de pensamiento crítico; una relación vinculante? *Revista Electrónica Interuniversitaria de formación del profesorado*, 21(2), 91-108.
- Villalobos Delgado, V., Ávila Palet, J. E., & Olivares, S. L. (2016). Aprendizaje basado en problemas en química y el pensamiento crítico en secundaria. *Revista mexicana de investigación educativa*, 21(69), 557-581.
- Hawks, S. J. (2014). The flipped classroom: now or never? *AANA journal*, 82(4).
- Hinojo Lucena, F. J., Aznar Díaz, I., Romero Rodríguez, J. M., & Marín Marín, J. A. (2019). Influencia del aula invertida en el rendimiento académico: Una revisión sistemática. *Campus virtuales: revista científica iberoamericana de tecnología educativa*.
- Berenguer-Albaladejo, C. (2016). Acerca de la utilidad del aula invertida o flipped classroom.

12 ANEXOS

12.1 Anexo A. Resultados de Prueba de entrada

ID Estudiante	Pregunta 1	Pregunta 2	Pregunta 3	Pregunta 4	Pregunta 5
1	D	<p>Sí, conocer y aplicar la bioquímica es fundamental en nuestras vidas. La bioquímica es la disciplina científica que se encarga de estudiar las reacciones químicas que ocurren en los organismos vivos, incluyendo los procesos metabólicos y las bases moleculares de las enfermedades. Esto se relaciona con el párrafo anterior, ya que la comprensión de la bioquímica es esencial para entender el origen, composición, transformación y regulación de las enfermedades que afectan a los órganos del cuerpo humano. El conocimiento bioquímico es crucial en la investigación científica y tecnológica relacionada con la salud, permitiendo el desarrollo de diagnósticos más precisos, terapias efectivas y medicamentos innovadores. Además, la bioquímica proporciona una base sólida para comprender cómo mantener un estilo de vida</p>	<p>La ciencia y la tecnología están intrínsecamente relacionadas en el campo de la bioquímica y el estudio del estrés oxidativo. La bioquímica es la disciplina científica que se enfoca en entender las reacciones químicas en los organismos vivos, como la formación de especies reactivas del oxígeno. La tecnología desempeña un papel esencial al proporcionar herramientas y métodos para medir y analizar los niveles de estrés oxidativo, lo que contribuye a una mejor comprensión de la bioquímica involucrada. El estrés oxidativo, un fenómeno bioquímico, es objeto de estudio de la bioquímica y se relaciona con enfermedades como el cáncer y el envejecimiento, lo que subraya la importancia de la ciencia y la tecnología en la</p>	<p>El oxígeno, fundamental para la vida, puede ser un factor de daño en nuestro organismo debido a la producción de especies reactivas del oxígeno (ERO) durante procesos metabólicos y condiciones de estrés. Estas ERO, como los radicales libres, tienen alta reactividad y pueden dañar estructuras celulares, contribuyendo al estrés oxidativo. Este proceso es particularmente relevante en el cáncer, donde las células neoplásicas y la inflamación aumentan la producción de ERO, y los tratamientos oncológicos utilizan oxígeno para dañar células cancerosas, lo que puede generar aún más estrés oxidativo. Además, la malnutrición en pacientes con cáncer puede reducir la capacidad del organismo para neutralizar las ERO, agravando el problema y resaltando cómo, a pesar de su importancia vital, el oxígeno</p>	<p>Un antioxidante es una sustancia que, al interactuar con un sustrato oxidable, actúa para reducir o prevenir la oxidación de dicho sustrato. La oxidación se refiere al proceso químico en el cual las sustancias pueden perder electrones, causando daño a las estructuras celulares y al ADN. Un antioxidante es una sustancia que contrarresta este proceso al donar electrones o neutralizar los radicales libres, protegiendo así las células y reduciendo el estrés oxidativo en el organismo.</p>

		saludable y prevenir enfermedades, ya que muchas de las enfermedades están relacionadas con desequilibrios bioquímicos en el organismo	investigación y el manejo de este fenómeno en el cuerpo humano.	puede contribuir al deterioro de la salud.	
2	D	Si es muy importante, ya que al conocer como las sustancias presentes en los alimentos afectan nuestra salud, nos permitirá regular o eliminar el consumo de estas y buscar alternativas saludables, al igual que se pueden conocer como alimentarnos o consumir nutrientes de fuentes confiables y efectivas.	La tecnología permite conocer por medios analíticos la composición de la sustancia, por ejemplo, el estrés oxidativo en un alimento puede producir sustancias que afectan la salud, por la presencia de radicales libres, la bioquímica permite estudiar dichas sustancias y establecer cómo reaccionan en el organismo y a futuro que consecuencias o beneficios pueden traer el consumo de unas u otras.	Ya que, al ocurrir oxidación de una sustancia, esta genera radicales libres que reaccionan con las células del organismo o que por atracción de cargas puede generar enlaces y modificar la estructura de las moléculas produciendo unas nuevas que son perjudiciales para la salud.	Sustancia que no permite o disminuye la capacidad de un sustrato oxidable a la oxidación.
3	B	La bioquímica es importante desde diferentes puntos de vista, uno de ellos es el estudio de diferentes variables o enfermedades causadas por motivos de alimentación, salud mental o genética en el ser humano, esto conlleva a que dichos saberes específicos se centren en prevenir, identificar y analizar cómo se comporta el cuerpo humano frente a diferentes problemáticas y como se puede ayudar o controlar estas complicaciones.	En la primer imagen se aprecia alimentos sometidos a una reacción natural llamada estrés oxidativo la cual es un proceso llamativo en la industria alimentaria, a través de la bioquímica y el desarrollo tecnológico aplicado a las ciencias, se pueden realizar modificaciones o someter a diferentes procesos los alimentos o productos para evitar y disminuir estas reacciones y poder extender la vida útil de los alimentos y	El oxígeno puede ser un elemento necesario para la vida, sin embargo, este es altamente reactivo frente a diferentes especies químicas, lo que provoca reacciones en cadena, reacciones a nivel intracelular que afectan la salud humana, ya sea liberando radicales libres o provocando compuestos que el organismo no puede sintetizar fácilmente y esto conlleva a riesgos de salud.	El término antioxidante hace referencia a la capacidad que tiene una sustancia para evitar el proceso de oxidación en algún tipo de producto, compuesto o reacción llamado sustrato oxidable.

			conservarlos en mejores condiciones.		
4	B	<p>Sí, conocer y aplicar la bioquímica es importante en nuestras vidas por varias razones ya que esta es una disciplina clave para la salud y el bienestar de las personas, inicialmente proporciona una base sólida para comprender las causas y los mecanismos subyacentes de muchas enfermedades que afectan los órganos del cuerpo humano. Esto incluye enfermedades como el cáncer, diabetes, etc., Al comprender la bioquímica de estas enfermedades, podemos identificar posibles estrategias de prevención y tratamiento. La investigación científica y tecnológica en el campo de la salud, los avances en la comprensión de los procesos bioquímicos permiten el desarrollo de nuevas terapias, medicamentos y tecnologías médicas, con la finalidad de poder mejorar la calidad de vida de las personas y puede salvar vidas al ofrecer tratamientos más efectivos y diagnósticos precisos. Conocer los principios bioquímicos relacionados con la nutrición y el metabolismo también es esencial para mantener una vida saludable.</p>	<p>En el contexto de la bioquímica y el estrés oxidativo, la ciencia ha investigado y proporcionado información sobre los procesos bioquímicos relacionados con el estrés oxidativo, mientras que la tecnología, por su parte, puede utilizar este conocimiento científico para desarrollar métodos de diagnóstico, terapias y antioxidantes para contrarrestar los efectos del estrés oxidativo.</p> <p>La bioquímica juega un papel fundamental al investigar y comprender los mecanismos moleculares y metabólicos involucrados en la generación y neutralización de especies reactivas del oxígeno y en cómo afectan a las biomoléculas, como proteínas, lípidos y ADN en las células.</p> <p>El estrés oxidativo es un proceso que involucra un desequilibrio entre la producción de especies reactivas del oxígeno y la capacidad del organismo para neutralizar y eliminar estas especies dañinas, este fenómeno puede tener</p>	<p>Aunque el oxígeno es esencial para la producción de energía en células a través de la respiración celular, durante este proceso se pueden generar especies reactivas del oxígeno como subproductos, estas especies reactivas del oxígeno incluyen radicales libres, como el superóxido y el peróxido de hidrógeno, que son altamente reactivos y pueden dañar biomoléculas como proteínas, lípidos y ADN.</p> <p>Las especies reactivas del oxígeno pueden provocar la oxidación de biomoléculas, lo que puede resultar en la alteración de su función normal. Por ejemplo, la oxidación de lípidos puede llevar a la formación de radicales libres de lípidos que dañan las membranas celulares y aumentan la permeabilidad celular. Las especies reactivas del oxígeno pueden dañar el ADN, causando mutaciones y contribuyendo al desarrollo de enfermedades, como el cáncer. Este daño al ADN puede interferir con la replicación y reparación adecuadas, lo que aumenta el riesgo de transformación maligna de las células. Cuando la</p>	<p>Un antioxidante es una sustancia que previene el proceso de oxidación en un sustrato oxidable. Como tal la oxidación es una reacción química en la que una sustancia pierde electrones y, en el contexto biológico, puede causar daño a las células y tejidos debido a la formación de radicales libres, por lo cual los antioxidantes actúan protegiendo a las células y tejidos al donar electrones a las especies reactivas de oxígeno, neutralizando así su capacidad dañina para prevenir el estrés oxidativo y sus efectos adversos.</p>

			implicaciones en la salud humana, ya que el daño oxidativo a las biomoléculas puede contribuir al desarrollo de diversas enfermedades, como el cáncer, las enfermedades cardiovasculares y neurodegenerativas, la comprensión del estrés oxidativo a nivel bioquímico es esencial para desarrollar estrategias terapéuticas y tecnologías médicas que puedan prevenir o tratar estas enfermedades relacionadas con el estrés oxidativo.	producción de especies reactivas del oxígeno supera la capacidad del organismo para neutralizarlos con antioxidantes endógenos (como el glutatión), se produce un desequilibrio conocido como estrés oxidativo, el estrés oxidativo está asociado con una serie de enfermedades crónicas, incluyendo el cáncer, enfermedades cardiovasculares y neurodegenerativas.	
5	D	La bioquímica ha dado respuestas a enfermedades está cada vez más rápido el avance tanto de identificación e investigación de las enfermedades, como en buscar la cura, todo esto debido a las nuevas tecnologías disponibles que permiten una nueva visión más detallada que permite un mejor entendimiento de la bioquímica relacionada con las enfermedades.	Imagen 1 oxidación Imagen 2 biomoléculas o macromoléculas que generar estructuras necesarias para la vida Imagen 3 Ciencia y Tecnología para el desarrollo humano y de la salud	El oxígeno permite que los procesos celulares se den puesto procesos energéticos como la degradación de polisacáridos para la producción de energía útil en forma de glucosa, por lo cual este proceso de degradación de polisacáridos a monosacáridos es una reducción de oxido reducción. Por lo tanto, aunque también el oxígeno está relacionado a la oxidación de las células y puede ser dañino no podríamos convertir tener esos procesos bioquímicos para obtener energía útil.	Los antioxidantes son moléculas que evitan la oxidación de biomoléculas que pueden conllevar a un cáncer debido al estrés oxidativo el cual consiste en la oxidación de moléculas que provoca el daño en las células, el sustrato oxidante es el que permite que la reacción entre antioxidantes y radicales libres sede es un tipo de catalizador enzimático.
6	D	La bioquímica desempeña un papel crucial en nuestra sociedad al proporcionar los fundamentos necesarios para comprender y	el estrés oxidativo que es un proceso en el que se dañan las células (imagen 1), se puede entender por medio de la	el oxígeno, siendo esencial para nuestras vidas y la vida en general, puede causar daño en nuestro organismo debido a su	Antioxidante es una sustancia que protege a las células y tejidos del organismo al reducir los

		<p>abordar enfermedades, impulsar el avance científico y tecnológico, y permitir que la sociedad tome decisiones informadas sobre cuestiones de salud. Por lo tanto, conocer y aplicar la bioquímica es esencial para mejorar la calidad de vida y el bienestar de las personas.</p>	<p>bioquímica (imagen 2) y la (imagen tres) ciencia y tecnología nos permiten investigar y desarrollar terapias para enfermedades relacionadas con este estrés oxidativo.</p>	<p>capacidad para generar especies reactivas durante el proceso de respiración celular, estas especies reactivas (superóxidos, radical hidroxilo y peróxidos) pueden provocar daño oxidativo en las células. Trayendo a colación el proceso de respiración celular en donde las células producen energía en forma de ATP, durante este proceso el oxígeno se reduce a agua liberando energía. sin embargo, en algunas ocasiones los electrones pueden escapar del sistema y formar especies reactivas en lugar de agua. Por otro lado, en el contexto del cáncer, las células a menudo tienen un metabolismo alterado y un aumento en la producción de las especies reactivas debido a un funcionamiento celular anormal. Además, las células inflamatorias presentes en el entorno tumoral también pueden contribuir a la generación de estas especies. El estrés oxidativo resultante puede dañar el ADN y contribuir a la progresión del cáncer. Por lo que el oxígeno a pesar de ser de vital importancia, debido a sus pares electrónicos libres también puede ser un elemento dañino para el organismo cuando este no se regula de manera adecuada.</p>	<p>efectos perjudiciales de la oxidación, que es un proceso químico en el cual un sustrato oxidable (como lípidos, proteínas o ácidos nucleicos) pierde electrones debido a la interacción con oxígeno o especies reactivas del oxígeno.</p>
--	--	--	---	---	--

7	B	sí claro, ya que se puede entender los procesos que ocurren en el cuerpo, además identificar que sustancias son ingeridas y procesadas por las compañías	la 1, ya que están ocurriendo en el tomate ese proceso de oxidación o estrés y luego está generando que este se descomponga.	En nuestro cuerpo hay unos elementos químicos que son muy oxidativos.	sustancia que trata de prevenir la oxidación por medio de un sustrato oxidable.
8	D	Sí, considero que es muy importante porque en nuestro sistema surgen muchas reacciones metabólicas que dan explicación a todo lo que hacemos a diario; de cómo nos sentimos, etc. Estos avances que surgen con el tiempo ayudan en gran medida a comprender nuestro cuerpo y cómo llevarlo a un estado más saludable.	El estrés oxidativo provoca ciertas afectaciones en nuestro organismo que conllevan a daños en la célula y macromoléculas que tienen ciertas funciones importantes bioquímicamente.	Puede causar daño a causa de una producción incontrolada de Radicales Libres que afectan todas las macromoléculas (lípidos, proteínas, etc), alterando los procesos celulares. Este exceso lo que hace es romper el equilibrio y "formar" el estrés oxidativo.	Los antioxidantes son sustancias que se oponen a la acción del oxígeno y ciertas especies oxidantes para reparar los sustratos oxidables, metabolizar los radicales libres generados y en general mantener en equilibrio el sistema.
9	D	Es importante aplicar la bioquímica en nuestras vidas porque nos permite conocer las relaciones necesarias de las diferentes sustancias que interactúan en nuestro cuerpo y que le permiten tener un funcionamiento adecuado. De tal forma y de acuerdo con el párrafo anterior conocer de qué forma se afecta nuestro organismo, con base en las diferentes acciones que realizamos en el día a día puede dar nuevas proyecciones sobre hábitos de vida saludable, cuidados especiales con el cuerpo, comida, y actividad física necesarias para tener una buena salud y buen funcionamiento del organismo.	La imagen 1 se relaciona con la bioquímica dado el proceso natural por el que pasan los alimentos, este proceso altera sus nutrientes, función vital, propiedades organolépticas, producción y contenido de microorganismos entre otros. La imagen 2 representa el estrés oxidativo, dada la formación de especies químicas que pueden alterar las funciones del cuerpo que en su mayoría están mediadas por sustancias como las proteínas, donde la presencia de agentes químicos como los radicales libres pueden conducir a reacciones que afecten la función específica de la proteína y por ende la	El oxígeno es uno de los elementos más importantes del cuerpo pues junto con el carbono e hidrógeno son la base fundamental de las moléculas orgánicas que nos conforman. A pesar de ser necesario el oxígeno es un elemento altamente electronegativo lo cual lo convierte en un elemento muy reactivo, esta reactividad con determinadas moléculas puede dar lugar a la formación de especies que no son favorables para la salud.	Un antioxidante es una especie química que previene la oxidación de otra especie química (sustrato oxidable) con el fin de reducir la producción de sustancias como por ejemplo radicales libres que puedan alterar el funcionamiento "normal" de los organismos a través de reacciones indeseadas.

			salud. La imagen 3 representa la ciencia y la tecnología y como estas se relacionan para poder dar explicación a los fenómenos bioquímicos que ocurren en el cuerpo y la forma en la que los procesos que afectan la salud se puedan reducir, un ejemplo es el ya mencionado estrés oxidativo.		
10	B	La bioquímica es importante en la vida cotidiana en la medida de que no solo aporta con la información de la composición de los alimentos que consumimos, sino que además provee información de como estos alimentos pueden afectar nuestro cuerpo humano a nivel analítico y muy específico	Imagen 1 con Estrés oxidativo porque lo representa perfectamente Imagen 2 con la bioquímica que representa la visión de esta, en caso de plantear una hipótesis acerca de una molécula Imagen 3 con ciencia y Tecnología	Nosotros como cuerpo humano somos un sistema abierto que intercambia energía con el ambiente, en este caso, una de esas formas de energía es el oxígeno, el cual se intercambia durante aproximadamente 70 a 80 años (años de vida promedio del ser humano). Con el consumo de otras sustancias como los radicales libres aceleran este proceso y el cuerpo humano va a reducir drásticamente su tiempo de interacción, ya no serán entre 70 y 80 sino por ejemplo entre 60 y 70, y así sucesivamente	los antioxidantes son un sustrato oxidable el cual al estar en contacto con otra sustancia que se oxide fácilmente, va a actuar como un "catalizador" para ralentizar su oxidación
11	D	Si, es importante ya que abre un gran espectro sobre como alimentarse, como cuidar y mantener alimentos, así mismo se aprende sobre el estrés oxidativo y como contrarrestarlo para la prevención y tratamiento de enfermedades.	Imagen 1: Estrés oxidativo - porque esta imagen demuestra el daño en este caso de un alimento por la presencia de radicales libres, se oxida. Imagen 2: Bioquímica - porque esta imagen representa proteínas que se forman a partir de bases nitrogenadas, ADN, etc., y como lo hemos visto en clase la mutación de	Se pueden formar especies reactivas de oxígeno que en vez de beneficiar terminan perjudicando la salud ya que, aunque tienen oxígeno en su estructura reacciona violentamente con las células, y si se puede acumular genera estrés oxidativo, por lo tanto, daños en la salud.	Es una sustancia natural o sintética que, al actuar como sustrato oxidable, es decir, agente reductor retarda la oxidación o daño en las moléculas, es decir previene la aparición de radicales libres.

			<p>proteínas causa problemas en salud y enfermedades, relacionando así la vida y la química y sus procesos.</p> <p>Imagen 3: Ciencia y tecnología - porque representa la unión de ambas, se ve una hélice de ADN que se convierte en una flecha y además el logo incluye una rueda como de herramientas y una hoja que da también una idea de ambiente</p>		
12	D	<p>Si es importante, puesto que la bioquímica es una ciencia que permite entender la composición química del organismo y por ende, el comportamiento del mismo. permite el desarrollo de investigaciones relacionadas a enfermedades patógenas y mortales, buscando herramientas y formas de regular y encontrar un equilibrio reducir el riesgo de exposición a las mismas o a reducir y tratar los síntomas provocados por enfermedades.</p>	<p>Imagen 1 - estrés oxidativo. se observa un proceso de degradación del alimento, que principalmente es originado por la producción de radicales libres.</p> <p>Imagen 2 - Bioquímica. permite comprender y estudiar el funcionamiento de diferentes procesos del organismo.</p> <p>Imagen 3 - Ciencia y tecnología. La ciencia y la tecnología van de la mano, permiten desarrollar investigaciones con el fin de mejorar el estilo de vida.</p>	<p>El oxígeno es esencial para la vida, lo encontramos en cualquier proceso del organismo. sin embargo, cuando se hay un desequilibrio principalmente en el proceso de metabolismo, se producen los radicales libres que tienen una alta afectación a muchos y órganos esenciales.</p>	<p>Una sustancia antioxidante se puede entender como un neutralizador de radicales libres, estos los encontramos en muchos alimentos y reducir el proceso de estrés oxidativo.</p>
13	D	<p>si es importante conocer los procesos bioquímicos en compañía de la ciencia y la tecnología para posibles tratamientos de enfermedades, donde algunas proteínas, receptores, enzimas y radicales afectan toda esa ruta metabólica y</p>	<p>algunos frutas o alimentos de origen natural son ricos en antioxidantes como el tomate, zanahoria, piña entre otros, se caracterizan por ser ricos en flavonoides, licopenos, terpenos entre otros que ayudan al estrés oxidativo,</p>	<p>El estrés oxidativo y los radicales libres pueden generar el desarrollo del cáncer, sin embargo el oxígeno es fundamental para llevar a cabo la respiración celular, cuando el oxígeno esta de forma estable, es decir cumpliendo con su valencia</p>	<p>Los antioxidantes están de forma natural y evitan o retrasa el estrés oxidativo es decir pérdida de electrones, donde algunas sustancias reaccionan la especies reactivas de</p>

		<p>hace que se genere alguna enfermedad, así mismo la composición de algunas plantas o frutas como contribuyen a evitar o mitigar ciertas enfermedades, por otra parte el aporte de la bioinformática para el ahorro de tiempo y evitar ensayar en especies animales aporta posibles soluciones, por ejemplo el hecho de conocer como inhibe la proteína o cual sería la más estable para posibles tratamientos.</p>	<p>por medio de bioinformática y el Docking molecular se puede estudiar un principio activo en específico de alguna fruta y este como tiene su unión respecto a la proteína determinando la más estable energéticamente y el bloqueo del daño oxidativo</p>	<p>sin ningún electrón desapareado es vital para el desarrollo de algunas funciones, pero empieza a causar daño o a ser reactivo cuando es inestable y esta como radical es decir electrones desapareados que son muy reactivos con otras especies por su alta electronegatividad, esto puede causar alteraciones en el ciclo celular y por ende el desarrollo de tumores, por eso es necesario consumir alimentos ricos en antioxidantes para que ayuden a capturar esos radicales libres y se vuelvan componentes más estables. Principalmente el rompimiento de enlaces durante el metabolismo en las especies con oxígeno hace que se forme esos radicales libres.</p>	<p>oxígeno y retrasa o evita el daño celular.</p>
14	D	<p>Sí, es muy importante porque si conocemos de bioquímica podemos saber la causa de la enfermedad y acercarnos a una posible cura, además podemos actuar de forma preventiva para que no se originen ciertas enfermedades, comiendo de forma balanceada y consciente, distinguiendo los micronutrientes, su aporte calórico a nuestro organismo, por supuesto en función de la actividad física y lo que necesita nuestro organismo.</p>	<p>En nuestros organismos ocurren constantemente reacciones de oxidoreducción, que por el contrario a ser totalmente malas permiten a los seres vivos tener una funcionalidad, el problema se presenta cuando no hay un equilibrio entre la cantidad de antioxidantes y radicales libres en nuestro organismos, que por lo general se presenta en el organismo con mucha más cantidad de estos segundos, produciendo un estrés oxidativo, y a la larga</p>	<p>Como el oxígeno cuenta con electrones libres, especies transfieren electrones sobre el oxígeno reduciéndolo, dejando desapareado alguno de los electrones formando una especie radicalaria, altamente reactivo, ya que la estabilidad de una especie se presenta cuando sus electrones están totalmente apareados. Además, en nuestra sangre y organismo encontramos la presencia de mucho oxígeno, al ser este vital en nuestro cuerpo, por el se produce la respiración al oxidarse.</p>	<p>Un antioxidante es una sustancia que puede interferir en la oxidación de sustrato oxidables como proteínas, al estabilizar los radicales libres</p>

			<p>hasta cáncer. Gracias al avance tecnológico en la investigación en ciencias, áreas como la bioquímica han podido hallar el origen de enfermedades como el ya nombrado cáncer y a su vez han podido promover acciones que puedan mitigar el desarrollo de estas enfermedades como el consumo de antioxidantes presentes en alimentos como frutas, para así intervenir con la acción de los radicales libres en las proteínas, mutaciones en el ADN, la apoptosis y necrosis, y alargar el tiempo de vida y la calidad de vida.</p>		
15	D	<p>Si, ya que conocer acerca de la composición, mecanismos y demás información que nos permite conocer la bioquímica, puede ayudar a la mejor toma de decisiones frente al consumo y preparación de diferentes alimentos, de esta manera reducir la probabilidad de desarrollar algún tipo de enfermedad relacionada especialmente al estrés oxidativo.</p>	<p>Imagen 1: Estrés oxidativo: Se observa el deterioro de un alimento en consecuencia a los radicales libres, generando así, la descomposición.</p> <p>Imagen 2: Bioquímica: Se observan macromoléculas que contienen material genético fundamental para el desarrollo de seres vivos.</p> <p>Imagen 3: Se evidencia la relación entre la ciencia y la tecnología, con el fin de desarrollar mediante el conocimiento científico, adaptaciones de herramientas que permitan a la humanidad el desarrollo de diferentes</p>	<p>El organismo mediante el metabolismo puede generar diferentes especies reactivas del oxígeno, por lo cual se generan diferentes radicales libres que afectan directamente a las células. Estas especies reactivas junto al oxígeno llegan a causar daño en la estructura celular, generando así estrés oxidativo y el desarrollo de futuras enfermedades tales como el cáncer.</p>	<p>Un antioxidante es una sustancia que actúa como agente reductor, permitiendo así, retrasar o prevenir la oxidación de sustratos oxidables tales como los lípidos, disminuyendo el desarrollo de radicales libres y evitando el estrés oxidativo.</p>

			actividades y avances.		
16	B	Es necesaria la aplicación de la bioquímica en nuestras vidas, para entender los procesos que generan los alimentos en nuestro cuerpo y que practicas pueden afectar nuestro ser, se relaciona ampliamente porque las enfermedades que nos pueden afectar están asociadas con lo que nosotros comemos y de qué manera lo comemos, esas precauciones son las que nos pueden ayudar a no afectar nuestros ser	la ciencia y tecnología nos permite el estudio de la bioquímica y unos de sus estudios son el estrés oxidativo	El oxígeno en el cuerpo nos provee la energía en el proceso de la respiración, pero el oxígeno dentro del cuerpo puede causar daños por la formación de los radicales libres que afectan nuestras células y generan las células cancerígenas.	Una sustancia antioxidante, es la que no permite la oxidación de un sustrato oxidable
17	D	Es importante ya que la bioquímica nos permite conocer los procesos metabólicos que son vitales para los seres vivos, asimismo poder relacionarlo con factores y procesos como los industriales, alimentarios, tecnológicos y de medicina. Por consiguiente, se relaciona con el párrafo anterior ya que conocer los distintos mecanismos y procesos de regulación de las enfermedades desde la bioquímica se puede entender la ruta de acción de la enfermedad y de tal forma entender como poder actuar frente a ello, desde los avances científicos y tecnológicos.	Imagen 1: Estrés oxidativo--> se ve la oxidación del alimento, como un desbalance entre las especies reactivas oxidantes oxígeno y la capacidad de repuesta antioxidante del alimento. Imagen 2: Bioquímica --> Importante entender cómo se dan los procesos metabólicos desde los mecanismo y comportamientos del ADN, proteínas y enzimas en el organismo. Imagen 3: Ciencia y tecnología --> La incidencia de la bioinformática para comprender los procesos bioquímicos.	El oxígeno es un elemento que presenta un perfil con doble efecto fisiológico, por un lado es esencial para el desarrollo de la vida como la respiración y por otro posee efectos tóxicos. Del oxígeno se derivan moléculas inestables denominadas radicales libres causadas por reacciones de oxidación, que pueden causar daño a nivel celular y cuando se pierde el equilibrio entre dichas moléculas y la cantidad de antioxidantes, se produce estrés oxidativo. Se puede dar por alimentación no saludable, contaminación, deporte excesivo y la radiación.	Son sustancias que son capaces de retardar la oxidación de sustratos oxidables, es decir, impiden que otras moléculas se unan al oxígeno, al reaccionar más rápido con los radicales libres del oxígeno y las especies reactivas del oxígeno que con el resto de las moléculas presentes y neutralizarlos.
18	D	Sí, el conocimiento y aplicación de la bioquímica es importante en nuestras vidas porque nos ayuda a	Imagen 1 : La ciencia y la tecnología, en conjunto con la bioquímica, son clave para	El oxígeno, aunque es esencial para la vida, puede dañar nuestro	Los antioxidantes es una sustancia capaz de

		<p>comprender mejor las enfermedades y los avances científicos en salud. Esto tiene relación con el párrafo anterior, ya que la bioquímica juega un papel crucial en la investigación médica y tecnológica, permitiéndonos tomar decisiones informadas sobre nuestra salud y contribuye al progreso de la sociedad en este campo.</p>	<p>comprender y controlar el estrés oxidativo en la degradación de alimentos como el tomate. Esto permite desarrollar métodos para preservar su frescura y calidad.</p> <p>Imagen 2: La ciencia, la tecnología y la bioquímica se combinan para entender cómo el estrés oxidativo afecta a moléculas esenciales como las proteínas y el ADN, lo que tiene implicaciones en la salud y la investigación médica lo cual nos ayuda a avanzar en la comprensión de la vida y la mejora de la salud humana.</p> <p>Imagen 3: La relación entre ciencia y tecnología, bioquímica, estrés oxidativo, y lo industrial y biológico se encuentra en su aplicabilidad en la producción industrial de productos biológicos, como alimentos y medicamentos. Esto permite una producción más eficiente y segura de productos biológicos a gran escala, beneficiando tanto a la industria como a la sociedad en general.</p>	<p>organismo debido a la formación de especies reactivas del oxígeno durante procesos metabólicos y la exposición a factores como el estrés oxidativo y los radicales libres. Estas sustancias pueden dañar las células y contribuir al envejecimiento y a enfermedades, como el cáncer, cuando no son controladas adecuadamente por los sistemas antioxidantes del cuerpo.</p>	<p>retrasar o prevenir la oxidación de un sustrato oxidable, actuando como donador de electrones (agente reductor), evitando así daños causados por procesos químicos que involucran la pérdida de electrones, conocidos como oxidación.</p>
19	D	<p>La Bioquímica es importante para aplicar y desarrollar en nuestras vidas, debido a que con ella podemos estudiar debidamente procesos químicos de los sistemas</p>	<p>Imagen 1 - Estrés oxidativo: Relaciono la imagen, debido a que se ilustra la producción de radicales libres en el tomate, lo que se evidencia</p>	<p>Primero debemos tener en cuenta que el Oxígeno es el elemento esencial para la vida, en procesos como la respiración celular de los seres vivos, la</p>	<p>Los antioxidantes son moléculas que con capaces de retardar o prevenir el proceso de Oxidación entre moléculas o sustancias.</p>

		<p>biológicos presentes en el cuerpo humano como las proteínas, células, órganos y entre otros. De acuerdo con lo anterior, desde la bioquímica podemos articular los cambios, daños y mutaciones por factores interno y externos al cuerpo como el ejercicio y la alimentación.</p>	<p>con su deterioro o reducción de vida útil.</p> <p>Imagen 2 - Bioquímica: Relaciono la bioquímica, ya que esta estudia directamente el estudio de las proteínas desde su estructura primaria, secundaria y terciaria y la importancia que tienen las mismas en el cuerpo.</p> <p>Imagen 3 - Ciencia y tecnología: Relaciono la imagen debido a que la Bioquímica o en general la ciencia es una herramienta para generar innovación y herramientas útiles para la prevención de la enfermedades, un ejemplo es la bioinformática.</p>	<p>combustión y entre otros; esto se da si y solo si el oxígeno es estable en su estructura atómica. Sin embargo, este puede causar mucho daño si se encuentra en una molécula inestable, por lo que reacciona rápida y fácilmente con otros tipos de moléculas de la célula haciendo que se dañe el ADN, el ARN y las proteínas, y tal vez cause la muerte de una célula. Estrés oxidativo es proceso que ocurre en nuestro cuerpo cuando hay radicales libres, este ocurre por la falta de antioxidantes para controlarlo, causando así el deterioro del cuerpo humano.</p>	<p>Teniendo en cuenta lo anterior, la oxidación es una reacción química que se presenta en un sustrato oxidable donde hay la transferencia de electrones a un agente oxidante. Estas reacciones pueden producir radicales que comienzan reacciones en cadena que dañan las células del cuerpo.</p>
20	D	<p>Es importante porque permite comprender el funcionamiento de procesos químicos presentes en el organismo, desarrollando investigaciones y tratamientos a enfermedades</p>	<p>Imagen 1 - Estrés oxidativo. se observa un proceso de degradación del alimento, provocado principalmente por la producción de radicales libres</p> <p>Imagen 2 - Bioquímica. Da herramientas para entender procesos químicos que ocurren en el organismo</p> <p>Imagen 3 - Ciencia y tecnología. van de la mano, ya que permiten desarrollar investigaciones y estudios que buscan mejorar el estilo de vida.</p>	<p>el oxígeno es un elemento fundamental para diversos procesos del organismo, sin embargo, cuando se hay un desequilibrio principalmente en el metabolismo, se producen gran cantidad de radicales libres, afectando en si diferentes órganos y causando enfermedades</p>	<p>Una sustancia antioxidante funciona como un neutralizador de radicales libres, así mismo reduciendo procesos de estrés oxidativo y enfermedades relacionadas</p>

12.2 Anexo B. Evaluación Prueba de entrada

ID Estudiante	Valoración Cualitativa			Valoración Cuantitativa
	Apropiado	Plausible	No adecuado	
1	X			4.6
2	X			4.2
3		X		3.8
4		X		3.8
5			X	3.0
6	X			4.6
7			X	2.1
8		X		3.7
9	X			5.0
10			X	2.3
11		X		4.0
12	X			4.2
13		X		3.8
14		X		3.6
15	X			4.5
16			X	2.5
17		X		4.0
18	X			4.3
19	X			4.0
20		X		3.9

12.3 Anexo C. Evaluación Actividad 1 – Puntos 1,2 y Reto

ID Estudiante	Valoración Cualitativa			Valoración Cuantitativa
	Apropiado	Plausible	No adecuado	
1		X		4.0
2	X			4.2
3		X		3.5
4	X			4.7
5	X			4.8
6	X			5.0
7	-	-	-	0.0
8	X			4.7
9	X			5.0
10	X			4.5
11	-	-	-	0.0
12	X			5.0
13	X			4.9
14	-	-	-	0.0
15	X			4.8
16	X			4.8
17	X			5.0
18	X			4.5
19	X			5.0
20	-	-	-	0.0

12.4 Anexo D. Evaluación actividad 1 – Punto 3

Actividad grupal			
ID Estudiante	Grupo	Valoración Cuantitativa	Valoración Cualitativa
1	1	4.2	Apropiado
2			
8			
3	2	4.6	Apropiado
9			
15			
5	3	3.9	Plausible
12			
16			
6	4	4.2	Apropiado
10			
13			
17	5	4.0	Plausible
18			
19			
4			

12.5 Anexo E. Evaluación Actividad 2

ID Estudiante	Valoración Cualitativa			Valoración Cuantitativa
	Apropiado	Plausible	No adecuado	
1	X			5.0
2	X			5.0
3		X		3.4
4	X			4.6
5	X			4.8
6	X			5.0
7	-	-	-	0.0
8	X			5.0
9	X			5.0
10		X		4.0
11	-	-	-	0.0
12	X			5.0
13	X			4.8
14	-	-	-	0.0
15	X			5.0
16	X			4.7
17	X			5.0
18	X			5.0
19	X			5.0
20	-	-	-	0.0

12.6 Anexo F. Evaluación Actividad 3.

ID Estudiante	Valoración Cuantitativa
1	5.0
2	5.0
3	5.0
4	5.0
5	3.0
6	4.0
7	-
8	5.0
9	5.0
10	4.0
11	-
12	5.0
13	5.0
14	-
15	3.0
16	5.0
17	5.0
18	5.0
19	5.0
20	-

12.7 Anexo G. Evaluación Prueba de Salida

ID Estudiante	Valoración Cualitativa			Valoración Cuantitativa
	Apropiado	Plausible	No adecuado	
1	X			4.8
2	X			4.5
3		X		4.0
4	X			4.1
5		X		3.7
6	X			4.7
7	-	-	-	0.0
8		X		4.0
9	X			5.0
10		X		4.0
11	X			4.6
12	X			5.0
13	X			4.5
14	-	-	-	0.0
15	X			5.0
16		X		3.8
17	X			5.0
18	X			4.7
19	X			4.4

20	X		4.7
----	---	--	-----

12.8 Anexo H. Correlación Prueba de Salida -

Correlaciones						
Correlación de Pearson	Prueba de entrada	Coefficiente de correlación	1.000	Prueba de entrada	Prueba de Salida	
		Sig. (bilateral)	-		0.596**	
		N	20		0.006	
	Prueba de Salida	Coefficiente de correlación	0.596**		1.000	
		Sig. (bilateral)	0.006		-	
		N	18		18	
	**La correlación es significativa en el nivel 0.01 (bilateral).					
	Tau b de Kendall	Prueba de entrada	Coefficiente de correlación	1.000	Prueba de entrada	Prueba de Salida
			Sig. (bilateral)	-		0.715**
N			20		<0.001	
Prueba de Salida		Coefficiente de correlación	0.715**		1.000	
		Sig. (bilateral)	<0.001		-	
		N	18		18	
Rho de Spearman		Prueba de entrada	Coefficiente de correlación	1.000	Prueba de entrada	Prueba de Salida
			Sig. (bilateral)	-		0.867**
			N	20		< 0.001
	Prueba de Salida	Coefficiente de correlación	0.867**		1.000	
		Sig. (bilateral)	< 0.001		-	
		N	18		18	
	** La correlación es significativa en el nivel 0.01 (bilateral).					



UNIDAD DIDÁCTICA

Estrés oxidativo

Leidy Ramírez - Brenda Ardila

2023-2

Estrés oxidativo

Radicales libres
Especies reactivas de oxígeno y nitrógeno
(ROS – RNS)
Mecanismo de estrés oxidativo
Prueba de Entrada

Unidad 1



Unidad 2

Daño a estructuras celulares

Mecanismos del daño oxidativo del ADN
Metabolismo celular
Antioxidantes
Actividad 1.

Enfermedades cancerígenas (Cáncer de mama)

Oxidación de lípidos.
Oxidación de proteínas
Oxidación de ADN
Funciones celulares de los radicales libres
Enfermedades
Actividad 2.

Unidad 3



Unidad 4

Obtención de Aceite esencial de (*Elettaria cardamomum*)

Actividad 3
Extracción
Caracterización fisicoquímica
Recubrimiento en alimentos

Guía de laboratorio

Propuesta de laboratorio
Obtención de extractos antioxidantes
Prueba final.

Unidad 5



Unidad 1

Estrés Oxidativo

El estrés oxidativo es el desequilibrio oxidación-reducción entre una sobreproducción de agentes prooxidantes (especies reactivas de oxígeno) y agentes reductores (antioxidantes). Inicialmente, se habla de estrés oxidativo mitocondrial, debido a que en la mitocondria es donde inicia una serie de alteraciones de oxidación-reducción.

Si la producción de radicales libres supera la capacidad antioxidante se produce estrés oxidativo y daño celular.

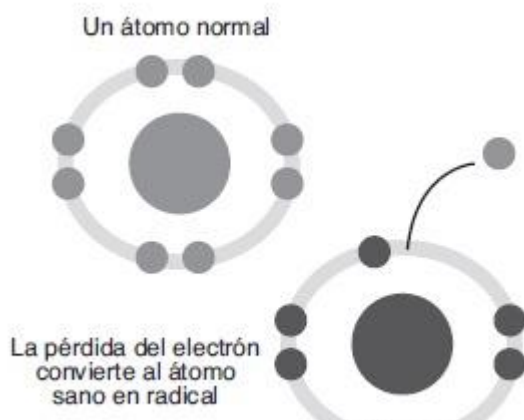
Figura 14. Estrés oxidativo: desequilibrio entre la producción de radicales libres y la capacidad antioxidante.



Fuente: (Jaramillo Juárez & Valdivia Flores, 2016)

Radicales libres

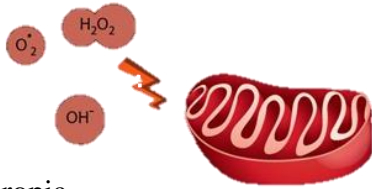
Figura 15. Formación de radical libre por pérdida de un electrón



Fuente: (Jaramillo Juárez & Valdivia Flores, 2016)

Un radical libre es un átomo o grupos de átomos que no tienen un electrón y tras la pérdida de ese electrón se genera una inestabilidad electrónica, lo cual genera que el átomo busque capturar el electrón que le hace falta para adquirir estabilidad. Es decir, el radical libre tiende a capturar electrones a las moléculas reducidas para tener sus electrones apareados y alcanzar una estabilidad electroquímica, por tanto, la molécula reducida pasa a ser oxidada y la molécula oxidada pasa a ser reducida.

Especies reactivas de oxígeno y nitrógeno (ROS – RNS)



Las especies reactivas de oxígeno y nitrógeno (ROS-RNS) capturan electrones a moléculas o macromoléculas reducidas (macromoléculas químicamente estables por su naturaleza y función) tales como las proteínas, lípidos, ácidos nucleicos e hidratos de carbono. Estas macromoléculas dan estructura a organelos subcelulares. Para poder cumplir esta función las macromoléculas deben tener una estabilidad electrónica, es decir, se encuentran en un estado reducido (electrones completos). Cuando las especies reactivas inciden sobre las macromoléculas captando electrones y buscando estabilidad, este proceso se conoce como oxidación de macromolécula, por ejemplo, la hemoglobina glicada.

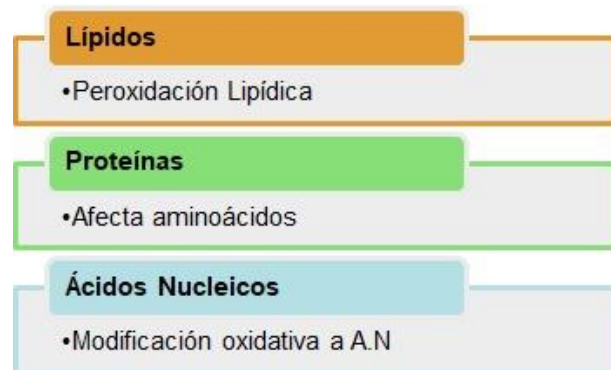
Por tanto, los radicales libres que se encuentran en la mitocondria afectan a dos principales macromoléculas, las cuales son las proteínas y lípidos como los ácidos grasos.

Ahora bien, las ROS y RNS son radicales libres que generan efectos benéficos y nocivos. Dentro de los efectos benéficos, estas especies se presentan en concentraciones bajas como, por ejemplo, las sustancias de defensa contra bacterias y virus al ser liberadas por los neutrófilos (fagocitos), así mismo, ayudan a dilatar los vasos sanguíneos (óxido nítrico).

participando en el control de la presión arterial. Dentro de los efectos nocivos, las especies reactivas de oxígeno y nitrógeno a altas concentraciones generan estrés oxidativo y daño a las estructuras celulares, estas especies se caracterizan por generar enfermedades tales como envejecimiento, cáncer, enfermedades cardiovasculares, entre otras.

Las ROS más conocidas incluyen a los radicales super oxido (O_2^*), hidroxilo (O^*H) y óxido nítrico (NO^*), entre otros. Cabe resaltar que el oxígeno (O_2) es el precursor de la mayoría de los procesos oxidativos en las células.

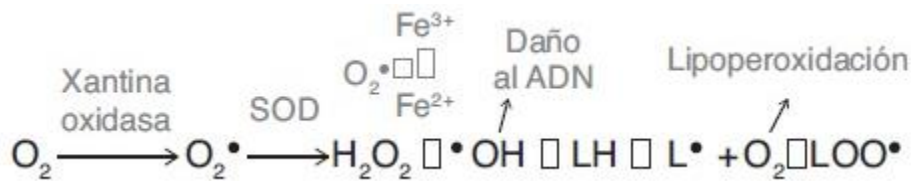
Así mismo, las especies reactivas de oxígeno se producen de dos formas: de forma enzimática, la cual quiere decir que hay enzimas que durante sus procesos catabólicos dan lugar a su producto y a especies reactivas de oxígeno, tales como la xantina oxidasa y



NADPH oxidasa, las cuales son enzimas que durante sus procesos metabólicos producen especies reactivas de oxígeno. Por otro lado, la forma no enzimática se caracteriza por no tener una participación de enzimas y producir reacciones instantáneas que se dan entre los elementos dando lugar a las especies reactivas de oxígeno, una de las reacciones más comunes es la que ocurre a nivel de la matriz mitocondrial, donde el oxígeno (O_2) reacciona con la molécula de agua (H_2O) para formar una especie reactiva de oxígeno conocida como peróxido de hidrógeno (H_2O_2).

Cabe resaltar que los radicales (O_2^*) y (O^*H), hacen parte de cambios degenerativos asociados a procesos oxidativos como se muestra en la figura 2.

Figura 16. Generación de especies reactivas de oxígeno y daño celular.



Fuente: Fuente especificada no válida.

SOD: Super oxido dismutasa

LH: ácido graso poliinsaturado de lípidos

L*: Radical lipídico

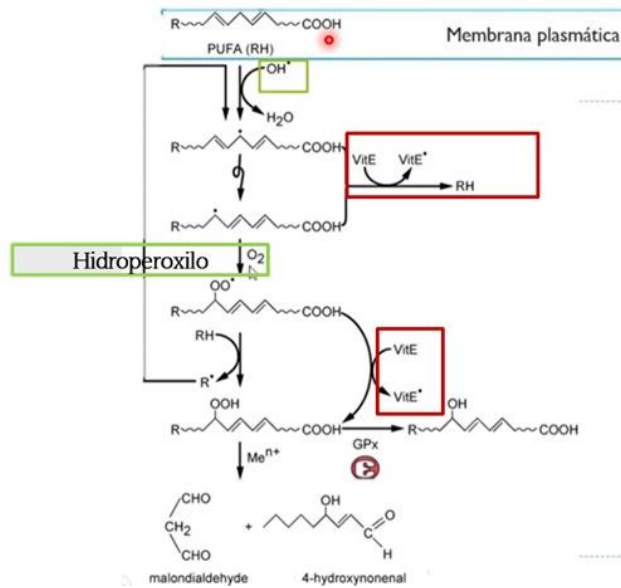
LOO*: Radical peróxido

Mecanismos de Estrés oxidativo

El radical hidroxilo reacciona con las biomoléculas generando biomarcadores de estrés oxidativo. En la figura 4 se muestra el proceso de un radical hidroxilo al interactuar con un ácido graso de la membrana plasmática, en donde el radical hidroxilo capta el hidrógeno del ácido graso convirtiéndose en agua, el ácido graso modificado interactúa con el oxígeno formando otras sustancias reactivas como el hidroperóxido, este compuesto permite que otros ácidos grasos sean modificados y este proceso genera gran cantidad de hidroperóxido (sustancias reactivas de oxígeno).

El proceso continuara si no ocurre una reacción de terminación, por tanto, el ácido graso modificado se descompone en unas estructuras llamadas productos de lipoxidación avanzado, las cuales actúan como biomarcadores de estrés oxidativo. Estos procesos ocurren en enfermedades como la aterosclerosis o en Alzheimer.

Figura 17. Hidroxilo y membrana plasmática.



Fuente: (Hernández Espinoza, y otros, 2019)

La célula presenta mecanismos de respuesta a estímulos de la homeostasis, es decir, que cuando el cuerpo recibe un estímulo (estrés oxidativo), inicialmente se da una adaptación antes de una lesión celular, existen dos tipos de lesión celular leve y transitoria (lesión reversible); grave y progresiva (lesión irreversible) causando la muerte celular (necrosis y apoptosis) (Figura 18).

Figura 18. Estímulos nocivos

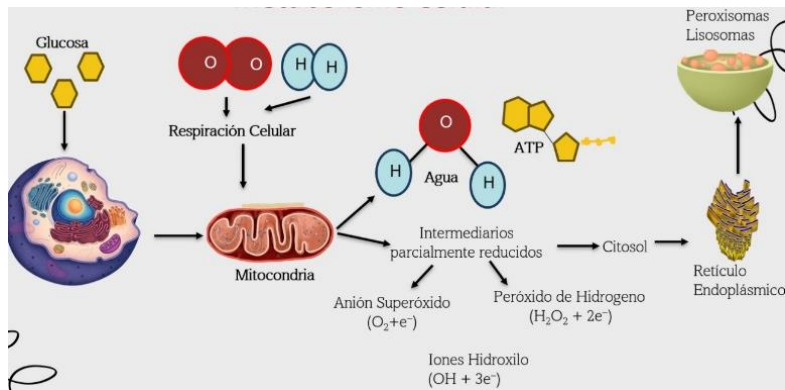


Fuente propia

Para producir radicales libres como tal la célula se alimenta de glucosa y esta es procesada en la mitocondria, la mitocondria usa oxígeno e hidrógeno para la respiración celular generando como productos agua y ATP, así mismo, en este proceso metabólico se van a producir residuos intermedios parcialmente reducidos, debido a que su conformación estructural se encuentra con un electrón libre o en forma ionizada (anión). En este sentido, estos intermedios serán enviados al citosol para luego ser trasladados al retículo

endoplasmático, en donde se procesan sus vesículas llenándose los peroxisomas o lisosomas. Los intermediarios reducidos hacen que el anión super óxido, peróxido de hidrogeno y iones hidroxilo, provoquen la estructura del radical y la interacción con otras biomoléculas (Figura 19).

Figura 19. Metabolismo celular.



Fuente: Elaboración propia

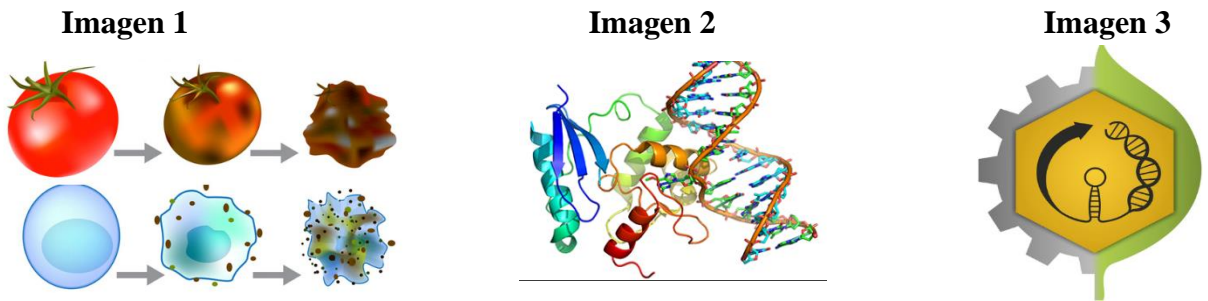
Instrumento de entrada – Cuestionario

A continuación, se presenta una serie de preguntas sobre Bioquímica en contexto, analícelas y conteste según corresponda.

1. Las enfermedades como el cáncer, especialmente el cáncer de mama, afectan actualmente el género femenino, provocando daño en las proteínas, el ADN y los lípidos de la membrana, lo cual genera la muerte celular. Estos efectos se deben a que existe :
 - a. Un mal manejo en la dieta de las personas.
 - b. Un desequilibrio oxidativo que se presenta en especies reductoras.
 - c. Baja ingesta de alimentos ricos en vitaminas.
 - d. Todas las anteriores.
2. El conocimiento sobre el origen, composición, relación, transformación y regulación de las enfermedades que afectan los diferentes órganos del cuerpo humano, ha generado un avance científico que provee saberes necesarios en la sociedad para entender las investigaciones científicas y tecnológicas.

De acuerdo con el texto anterior, ¿Considera que conocer y aplicar la bioquímica es importante en nuestras vidas?, ¿Por qué y cómo se relaciona con el párrafo anterior?

3. Relacione los siguientes conceptos: Ciencia y Tecnología, Bioquímica, Estrés Oxidativo, con las imágenes presentadas y explique el por qué su relación.



4. Los estudios han revelado que las alteraciones metabólicas de las células neoplásicas (portadoras de anomalías genéticas o epigenéticas), la infiltración tumoral por células inflamatorias, la malnutrición y los tratamientos oncológicos específicos (radiaciones, tratamientos o cirugías para detener la propagación del cáncer), contribuyen a elevar los niveles de estrés oxidativo en los pacientes con cáncer. Sin embargo, existen otras sustancias como los radicales libres que dañan las células y nos hacen envejecer más rápidamente, produciendo unas sustancias llamadas especies reactivas del oxígeno (sustancias que frente al oxígeno reaccionan), es decir son formas de oxígeno que lastiman nuestro organismo.

Teniendo en cuenta lo anterior, proponga una hipótesis frente a la siguiente pregunta: ¿De qué manera y por qué el oxígeno, siendo el principal elemento en nuestras vidas y el que necesitamos cada fracción de tiempo para poder respirar, puede causar daño en nuestro organismo? Justifique su respuesta.

5. Con las siguientes palabras construya la definición del concepto **antioxidante**.

Oxidación	Sustancia	Sustrato oxidable
Células	Radicales Libres	Antioxidantes enzimáticos y no enzimáticos

Rubrica 1 de evaluación - Prueba de entrada.

Punto 1.

INDICADORES DE LOGRO	NIVEL DE LOGRO	
	APROPIADO	NO ADECUADOS
	5.0	2.0
	Conoce y comprende los daños que causa la enfermedad en las células.	No conoce, ni comprende los daños que causa la enfermedad en las células.
Comprende la situación planteada.	No comprende la situación planteada.	
Relaciona las posibles causas con la enfermedad.	No relaciona las posibles causas con la enfermedad.	

Punto 2.

INDICADORES DE LOGRO	NIVEL DE LOGRO			
	APROPIADO	PLAUSIBLE	NO ADECUADOS	NO RESPONDE
	A	B	C	D
	4.1-5.0	3.0-4.0	2.0-3.0	1.0
Reconoce la importancia de la bioquímica en el mundo real	Existe poca importancia de la bioquímica en el mundo real	No reconoce la importancia de la bioquímica en el mundo real	No responde, no justifica	
Relaciona la ciencia, tecnología y sociedad	Existe poca relación entre ciencia, tecnología y sociedad	No establece una relación entre ciencia, tecnología y sociedad		
Establece relación de los aspectos conceptuales involucrados en la situación planteada, con alta coherencia y cohesión en ellos.	Establece relación de los aspectos conceptuales involucrados en la situación, pero no se presenta coherencia y cohesión en varios de ellos.	Establece relación de los aspectos conceptuales involucrados en la situación, pero no se presenta coherencia y cohesión en la respuesta.		

Punto 3.

INDICADORES DE LOGRO	NIVEL DE LOGRO		
	APROPIADO	PLAUSIBLE	NO ADECUADOS
	A	B	C
	4.1- 5.0	3.0-4.0	2.0-2.9
	Comprende la relación entre las imágenes y los conceptos	Comprende la relación entre las imágenes y los conceptos	No comprende la relación entre las imágenes y los conceptos
	Maneja una clave dicotómica para comprender la relación	Maneja de forma regular una clave dicotómica para comprender la relación	No maneja una clave dicotómica para comprender la relación
Justifica coherentemente las relaciones	Justifica sin coherencia y cohesión las relaciones	No justifica las relaciones	

Punto 4.

INDICADORES DE LOGRO	NIVEL DE LOGRO		
	APROPIADO	PLAUSIBLE	NO ADECUADOS
	A	B	C
	4.1-5.0	3.0-4.0	2.0-2.9
	Conoce el significado de los conceptos	Presenta dificultad para conocer el significado de los conceptos	No conoce el significado de los conceptos
Relaciona los conceptos al mundo real entendiendo el contexto.	Relaciona los conceptos al mundo real, pero no comprende el contexto.	No relaciona los conceptos al mundo real.	
Desarrolla habilidades de interpretación y argumentación.	Presenta dificultades para interpretar y argumentar.	No desarrolla habilidades de interpretación y argumentación.	
Reconoce los procesos bioquímicos	Reconoce ciertos procesos bioquímicos	No reconoce ningún proceso bioquímicos	
Propone hipótesis coherentes frente a la problemática	No propone hipótesis coherentes frente a la problemática	No propone hipótesis frente a la problemática.	

Punto 5.

INDICADORES DE LOGRO	APROPIADO	PLAUSIBLE	NO ADECUADOS
	A	B	C
	4.1-5.0	3.0-4.0	2.0-2.9
	Relaciona e interpreta los conceptos.	Existe poca relación e interpretación de conceptos.	No relaciona e interpreta los conceptos.
Define de forma coherente y argumentativa.	Carece de coherencia y argumentación.	No define de forma coherente y argumentativa.	

Unidad 2

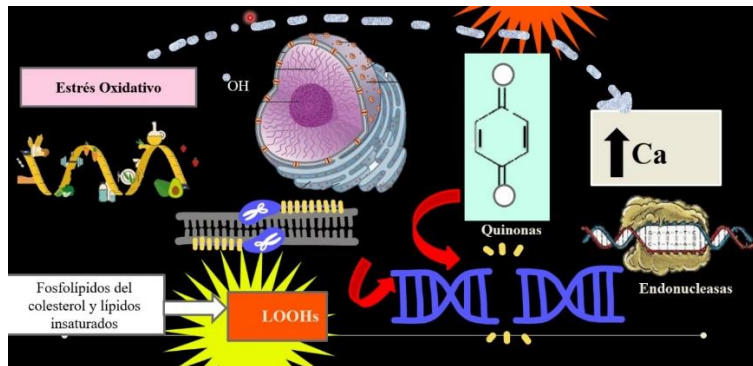
Daño a estructuras celulares

Mecanismos del daño oxidativo del ADN

El estrés oxidativo que afecta el ADN se le atribuye al radical hidroxilo *OH, el cual es producido por cobre y hierro que se encuentran presente en la cromatina del núcleo. El daño oxidativo, también se le atribuye a los cambios y procesos metabólicos que activan nucleasas (enzimas que rompen las cadenas del ADN), también existen otras sustancias conocidas como quinonas, las cuales rompen la estructura del ADN luego de la activación de las endonucleasas. Las endonucleasas son enzimas que catalizan la ruptura de enlace fosfodiéster en diferentes regiones ubicadas al interior de una cadena polinucleótida.

Cuando hay estrés oxidativo (Figura 20) se incrementa la concentración de calcio en el citoplasma, debido a la incapacidad que posee este catión (Ca^+) para incorporarse en el retículo endoplasmático celular. Cabe resaltar que las sustancias reactivas de oxígeno inician la lipoperoxidación y conducen a una degradación oxidativa de los fosfolípidos del colesterol y de otros lípidos insaturados de las membranas celulares, para así generar hidroperóxidos de lípidos.

Figura 20. Mecanismos de daño oxidativo del ADN

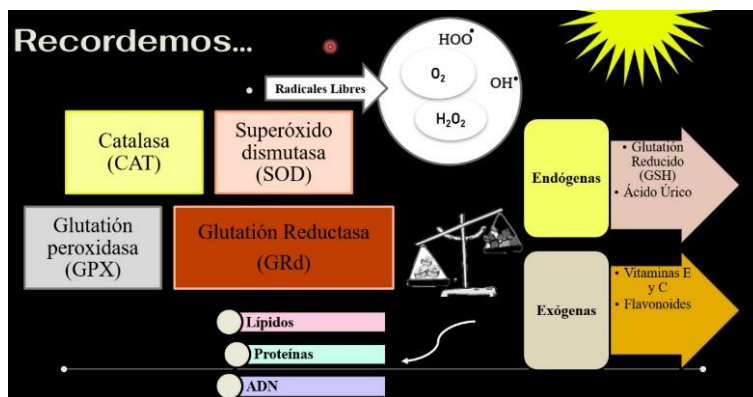


Fuente: Elaboración propia

Metabolismo celular

La protección de un organismo contra las sustancias reactivas de oxígeno y nitrógeno involucra la actividad de varias enzimas antioxidantes como la catalasa (CAT), la superóxido dismutasa (SOD), glutatión peroxidasa (GPX) y glutatión reductasa (GRd), así como también algunas sustancias endógenas (glutatión reducido GSH y ácido úrico) y sustancias exógenas (vitaminas C y E, flavonoides). Este desequilibrio entre la producción de radicales libres y la insuficiencia de los mecanismos de protección antioxidante genera el estrés oxidativo, el cual afecta las estructuras vitales de las células, lípidos, proteínas y ADN. También, favorece el desarrollo de enfermedades crónicas como el cáncer, diabetes entre otras enfermedades y así mismo acelera el envejecimiento (Figura 21).

Figura 21. Metabolismo celular



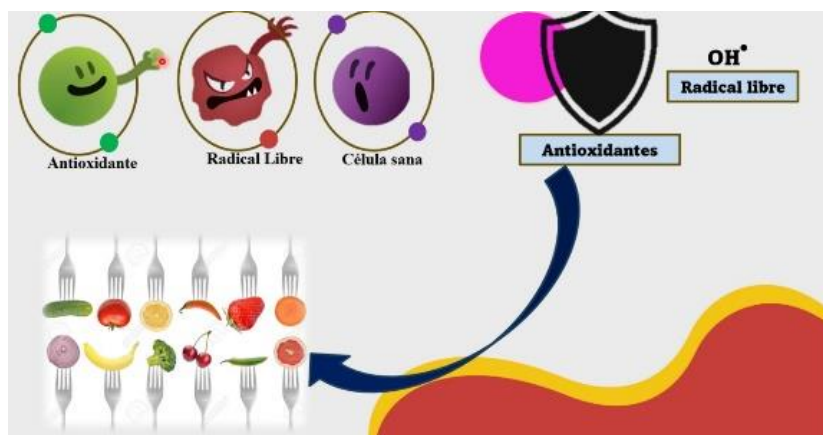
Fuente: Elaboración propia

Antioxidantes

Para controlar la producción excesiva de radicales libres en el cuerpo existen los antioxidantes, los cuales son moléculas que previenen la oxidación de otras moléculas previniendo los efectos de los radicales libres. A nivel molecular, los antioxidantes donan un electrón a los radicales libres y de esta manera es como se reduce la reactividad. Es decir, los

antioxidantes pueden donar un electrón sin convertirse en un radical libre, por otro lado, la alimentación contiene una gran cantidad de antioxidantes, sin embargo, ningún antioxidante puede combatir los efectos de cada radical libre, debido a que cada radical tiene diferentes efectos en diferentes áreas del cuerpo, pues cada antioxidante se comporta de manera diferente debido a sus propiedades químicas (Figura 22).

Figura 22. Antioxidantes.



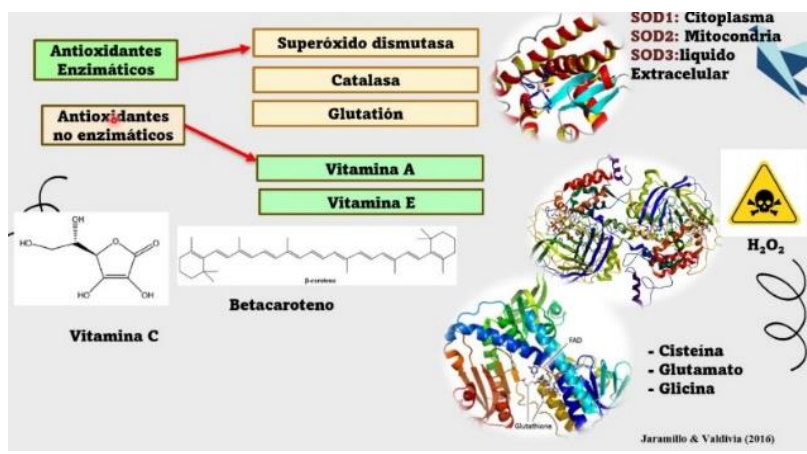
Fuente: Elaboración propia

Los antioxidantes se clasifican en dos grupos: antioxidantes enzimáticos, los cuales son fundamentalmente superóxido dismutasa, catalasa y glutatión; los antioxidantes no enzimáticos se caracterizan por tener vitamina A y E.

Los antioxidantes enzimáticos como el superóxido dismutasa, el cual es una enzima antioxidante natural de nuestro organismo y como tal se encuentra como una proteína en los glóbulos rojos de la sangre, para esta enzima existen tres variantes (SOD1: citoplasma, SOD2: mitocondria, SOD3: liquido extracelular). Por otro lado, la catalasa es una enzima que está presente en varios tipos de células y su función es proteger las células del efecto toxico del peróxido de hidrogeno, siendo su principal reserva los tejidos del cuerpo humano, lo cual evita que se forme un estrés oxidativo (Figura 23). La enzima glutatión, se encuentra en forma de glutatión reducido, el cual se puede sintetizar en el hígado, esta enzima es la más importante de nuestro organismo debido a que se compone de tres aminoácidos: cisteína, glutamato y glicina.

Por otro lado, los antioxidantes no enzimáticos se encuentran especialmente en alimentos como bayas, frutos cítricos (vitamina C). También se encuentran en verduras como la zanahoria por su alto contenido de betacaroteno.

Figura 23. Tipos de antioxidantes.



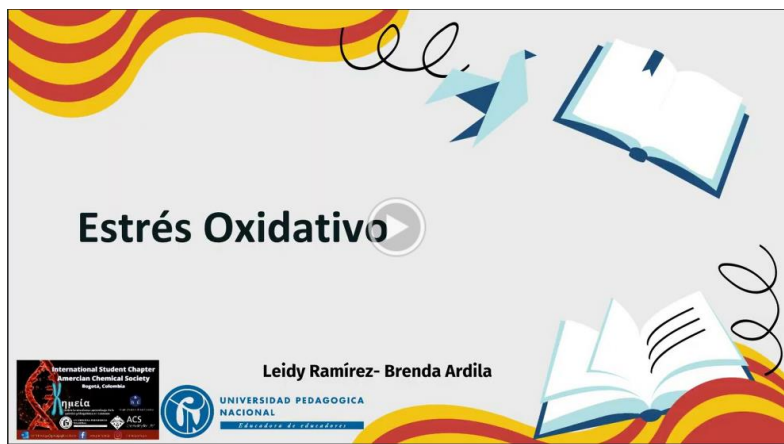
Fuente: Elaboración propia

Actividad 1

Esta clase se llevó a cabo mediante la implementación de la metodología de flipped classroom. El propósito principal de esta metodología era que los estudiantes visualizaran el contenido a través de un video, el cual servirían como base para la realización de las actividades subsiguientes.

Clase Inicial

<https://drive.google.com/file/d/1-kfysP65vrpEAwMapqLCkOTUy4C41s2F/view>



Actividades Individuales

1. Relacione los siguientes conceptos y explique el por qué existe esa relación

Estrés Oxidativo

Radical OH

Antioxidantes

Radicales Libres

Enzimas

Cáncer de mama

2. De acuerdo con los siguientes conceptos, elabore un mapa conceptual en donde se relacionen los conceptos de forma jerárquica de lo general a lo particular.

Estrés oxidativo, radicales libres, células, especies reactivas oxígeno/nitrógeno, desbalance, daño biomolecular, procesos aeróbicos, desequilibrio oxidativo, enfermedades neurodegenerativas, cáncer de mama, sustancias oxidantes, sustancias antioxidantes, muerte celular, células cancerosas, proteínas, ADN, lípidos de la membrana.

Actividad Grupal

3. En grupo, lea el fragmento que le correspondió del artículo titulado “Cáncer de mama y dieta: revisión” del autor Jairo Alejandro Fernández Ortega (2010).

http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0124-71072010000100014

A partir de la lectura, prepare una pequeña presentación explicando el tema de su fragmento. Finalmente, con las ideas previas del texto completo de una posible hipótesis al siguiente problema.

Caso de la vida real

La paciente RML femenina, morena y de 30 años, antes de que concluyera su embarazo detecto algo extraño en su seno derecho (nodulación no dolorosa). En su familia había antecedentes de la enfermedad cáncer de mama y por ello no estuvo tranquila hasta tener un diagnóstico definitivo. Luego de tener a su bebé se realizó una biopsia, la cual fue positiva para cáncer.

Antecedentes patológicos personales

A sus 13 años comenzó a tener el gusto por el tabaco (hábitos tóxicos); aparición de Quistes ováricos y consumo excesivo de alcohol y grasas trans (alimentos procesados) como galletas, fritos, pasteles empaquetados, entre otros

Examen físico en la zona afectada

Se palpa en su mama derecha una lesión nodular de 1.2 cm de diámetro, dura, movable y no dolorosa.

Estudios de laboratorio

- Ultrasonido de las mamas
- Mamografía
- Rx de tórax
- Ultrasonido abdominal

Los exámenes de laboratorio confirmaron la presencia de cáncer en su mama derecha, sin afectar el complejo areola pezón, ni la axila derecha. La Mama y axila izquierda se presentan sin alteraciones y no alteración abdominal. El consentimiento medico recomendado a la paciente fue una cirugía conservadora de la mama en correspondencia con la etapa clínica. Sin embargo, al pasar el tiempo la paciente desarrollo en su mama izquierda nuevamente la enfermedad hasta obtener una metástasis.

De acuerdo con lo anterior se plantea la siguiente pregunta problema: **¿De qué forma se relaciona el metabolismo de la dieta con el consumo de alcohol para producir cáncer de mama?** Justifique su respuesta.

Reto # 1 (Tarea).

En la plataforma Moodle se encuentra un corto video sobre estrés oxidativo y radicales libres. Teniendo en cuenta el contenido del video y lo visto en clase responda las siguientes preguntas.

<https://drive.google.com/file/d/1mb2aubmazkNXnsPeFavYP7ela25WPRJl/view>



Nota. Envié su respuesta en un documento Word a través de la plataforma.

1. Explique químicamente la relación entre antioxidantes y radicales libres en el organismo.
2. ¿Cuál es la fuente principal de los radicales libres y que efectos buenos tienen estos en nuestro organismo ? Justifique su respuesta.
3. ¿Qué sucede si una persona con buena salud realiza ejercicio diariamente y consume antioxidantes después de la práctica? Justifique su respuesta.

Rubrica 2 de evaluación - Actividad 1.

PUNTO 1

INDICADORES DE LOGRO	APROPIADO	PLAUSIBLE	NO ADECUADOS
	A	B	C
	41-50	30-40	20-29
	Conoce y establece relación entre todos los conceptos	Conoce y establece relación entre algunos conceptos	No conoce, ni establece relación entre conceptos
Desarrolla habilidades de organización e interpretación de información	Desarrolla pocas habilidades de organización e interpretación de información	No existe organización ni interpretación de información	
Argumenta de forma coherente la relación	La argumentación no es coherente con la relación	Relaciona sin argumentar	

PUNTO 2

INDICADORES DE LOGRO	APROPIADO	PLAUSIBLE	NO ADECUADOS
	A	B	C
	4.1-5.0	3.0- 4.0	2.0-2.9
	Se identifica relación, estructura y organización entre los conceptos	Se identifica poca relación, estructura y organización entre los conceptos	No se identifica relación, estructura y organización entre los conceptos
Sintetiza coherentemente la información	Sintetiza, pero no se presenta coherencia entre la información	No sintetiza, ni presenta coherencia entre la información	
Relaciona los conceptos con enlaces cruzados	Relaciona los conceptos con pocos enlaces cruzados	No relaciona los conceptos con enlaces cruzados	
Emplean de manera correcta todos los términos	Emplean de manera correcta algunos términos	No emplean de manera correcta todos los términos	

PUNTO 3 (Actividad Grupal)

INDICADORES DE LOGRO	APROPIADO	PLAUSIBLE	NO ADECUADOS
	A	B	C
	4.1-5.0	3.0- 4.0	2.0-2.9
	Argumentan claramente vinculado la pregunta	La mayor parte de la argumentación está vinculada a la pregunta	Los argumentos no están vinculados a la pregunta
Sintetiza y justifica la información de forma coherente	Sintetiza y justifica cierta información de forma coherente	No sintetiza, ni justifica la información coherentemente	
Presenta la información adecuada y de forma clara que ayuda a entender las relaciones y diferencias de cada agente	Presenta poca información adecuada y de forma clara que ayuda a entender las algunas relaciones y diferencias de cada agente	No presenta información adecuada, ni clara para entender las relaciones y diferencias de cada agente	
	Presentan sus ideas y argumentos captando la atención del grupo	Presentan sus ideas y argumentos, pero no captan la atención del grupo	No presentan sus ideas ni argumentos

RETO # 1

INDICADORES DE LOGRO	APROPIADO	PLAUSIBLE	NO ADECUADOS
	A	B	C
	4.1-5.0	3.0- 4.0	2.0-2.9
	Apoya su respuesta argumentando y usando conceptos bioquímicos con coherencia	Presenta argumentación usando conceptos bioquímicos, con poca coherencia	Presenta poca argumentación usando conceptos bioquímicos sin coherencia
Utiliza fuentes bibliográficas confiables para apoyar las respuestas	Utiliza fuentes bibliográficas poco confiables para apoyar las respuestas	No utiliza fuentes bibliográficas para apoyar las respuestas	
	Sus respuestas son coherentes y responden la pregunta	Sus respuestas son coherentes, pero no responden la pregunta	Sus respuestas no son coherentes, no responden la pregunta

Unidad 3

Enfermedades cancerígenas (Cáncer de mama)

Oxidación de lípidos

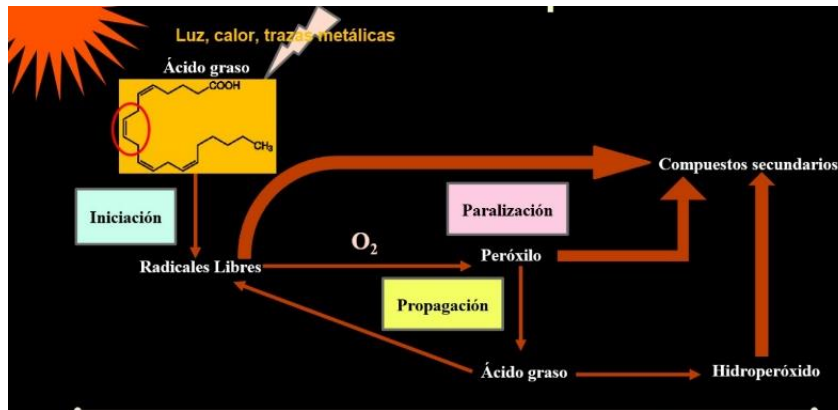
Entre los mayores efectos nocivos producidos por las sustancias reactivas de oxígeno, se encuentra la oxidación de los lípidos, la cual ocurre mediante una reacción de propagación en cadena de radicales libres, en la que a partir de ácidos grasos y oxígeno se va formando peróxido y también hidroperóxido, lo que se conoce como proceso de auto oxidación.

Estos compuestos son bastante inestables, en donde se rompen dando lugar a más radicales libres y así generando una reacción en cadena. El mecanismo de auto oxidación consta de tres fases:

- 1. Reacción de iniciación:** La energía en forma de luz o calor y especialmente en presencia de trazas metálicas, actúa sobre los ácidos grasos presentes en el alimento. Los ácidos grasos más susceptibles por ser atacados son aquellos que poseen más insaturaciones, esta reacción lleva a la generación de radicales libres (especies reactivas). Estos radicales libres son oxidados por el oxígeno presente en el medio (O_2) y se forman radicales peróxido, los cuales atacan a los ácidos grasos formando hidroperóxido y nuevos radicales.
- 2. Reacción de propagación en cadena:** En esta reacción se forman cada vez más radicales y especies reactivas, las cuales atacan a nuevas moléculas oxidando completamente los lípidos del alimento. Estas reacciones afectan otros nutrientes como las proteínas y vitaminas dando lugar a la formación de compuestos secundarios (responsables de las alteraciones organolépticas en los alimentos).
- 3. Reacción de paralización:** cuando la cantidad de especies reactivas es muy grande estas empiezan a reaccionar entre ellas, lo cual se conoce como reacción de paralización; donde se forman productos estables que ya no pueden seguir atacando nuevas moléculas siendo responsables de las alteraciones en los alimentos.

Estas tres reacciones se producen de manera simultánea, es decir, mientras la cadena de propagación de radicales libres está activada se están produciendo nuevas reacciones de iniciación y también reacciones de polarización, lo cual conlleva a la pérdida de valor nutritivo del alimento y a la formación de compuestos que pueden llegar a ser tóxicos y a la alteración de las características organolépticas dando lugar a sabores y olores desagradables (Figura 24).

Figura 24. Oxidación de lípidos.



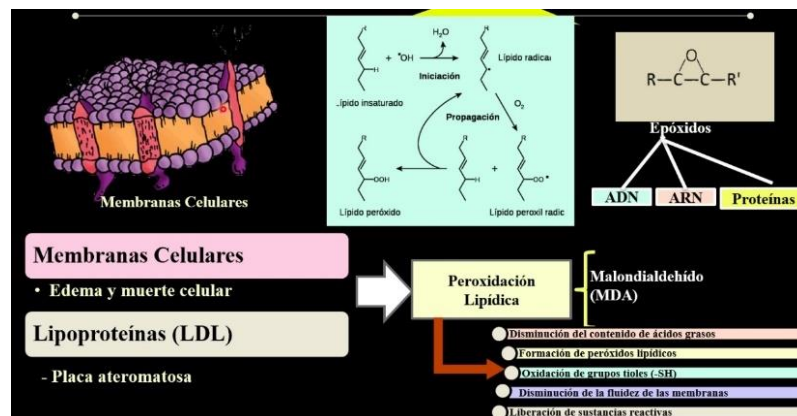
Fuente: Elaboración propia

La oxidación de los lípidos es el proceso que induce a su desnaturalización afectando la viabilidad de las células. Los radicales libres, desencadenan la oxidación de los ácidos grasos polinsaturados y de las membranas celulares por el secuestro de un átomo de hidrogeno, es decir, el radical lipídico formado reacciona con el oxígeno para producir el radical lipoperoxilo. En este sentido, la oxidación de los lípidos (ácidos grasos polinsaturados) afecta a las estructuras ricas en ellos, como son las membranas celulares y las lipoproteínas (LDL).

Para el caso de las membranas celulares, se altera la permeabilidad existiendo un edema y muerte celular; la oxidación de las lipoproteínas de baja densidad contribuye a la generación de la placa ateromatosa (acumulación de grasa en la pared arterial).

La oxidación de los lípidos por los radicales libres se produce mediante una reacción en cadena, en donde el ácido graso al ser oxidado se convierte en un radical de ácido graso que va a oxidar a otra molécula vecina, lo cual se conoce como peroxidación lipídica (Figura 25).

Figura 25. Lipoproteínas



Fuente: Elaboración propia

Oxidación de proteínas

La oxidación de las proteínas se debe a que las sustancias reactivas de oxígeno y nitrógeno afectan las moléculas de las células por factores como: ejercicio forzado, exposición a sustancias ambientales, rayos X, entre otros. Los radicales libres afectan a las proteínas mediante diversas reacciones oxidativas que incluyen el ataque a los enlaces insaturados, rotura de la cadena polipéptidos, formación de enlaces cruzados, nitración de aminoácidos, entre otros.

El ataque de las especies reactivas en las proteínas afecta su estructura y función, aumentando la actividad de los sistemas proteicos intracelulares.

Las proteínas oxidadas que no han sido hidrolizadas se unen mediante enlaces hidrofóbicos formando acumulaciones que conducen al funcionamiento anormal de la célula, es decir, una interacción hidrofóbica es la tendencia que presentan las moléculas no polares para poderse agrupar cuando se encuentran en un medio acuoso (Figura 26).

Figura 26. Oxidación proteica



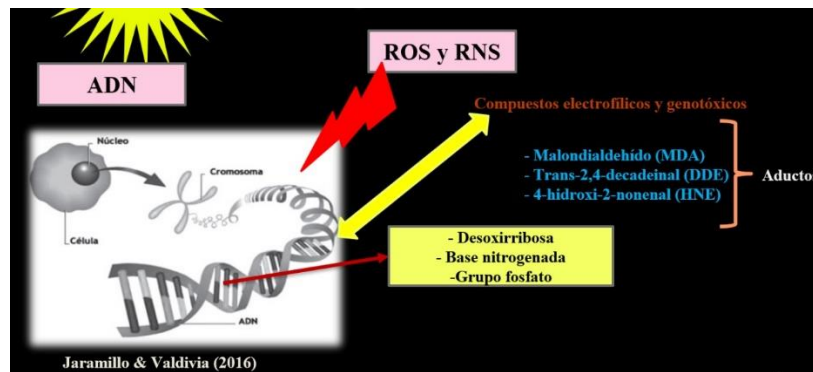
Fuente: Elaboración propia

Oxidación de ADN

El ácido desoxirribonucleico (ADN) se encuentra en el núcleo de la célula, el cual contiene toda la información genética usada para el desarrollo y funcionamiento de los organismos vivos. Cabe mencionar que el ADN es un polímero de nucleótidos enlazados entre sí, donde cada nucleótido está formado por un azúcar (desoxirribosa), también formado por una base nitrogenada (Guanina, Citosina, Adenina, Timina) y por un grupo fosfato, el cual enlaza cada nucleótido con el siguiente.

Los radicales libres dañan la estructura del ADN produciendo mutaciones en los pares de bases, daños en genes supresores de tumores, entre otros efectos nocivos (Figura 27).

Figura 27. Oxidación del ADN

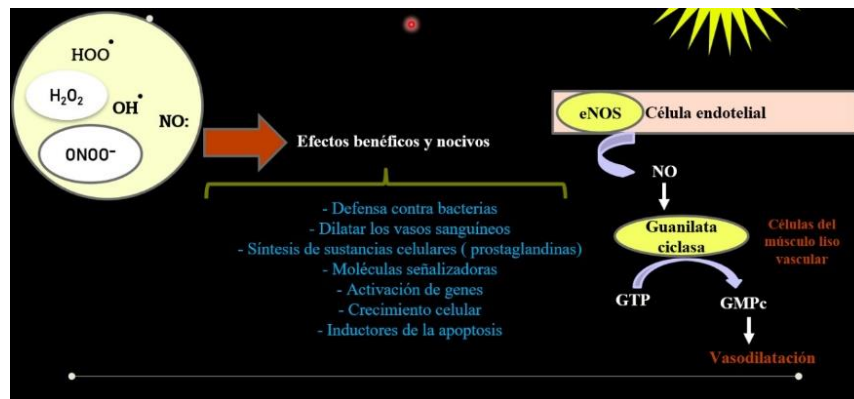


Fuente: Elaboración propia

Funciones celulares de los radicales libres

Los radicales libres de oxígeno y nitrógeno producen efectos benéficos y nocivos, en cuanto a los efectos benéficos los radicales libres son sustancias de defensa contra bacterias y virus al ser liberados por los neutrófilos, ayudan a dilatar los vasos sanguíneos, contribuye al crecimiento celular, entre otros. En cuanto a los efectos nocivos, los radicales libres son los precursores del daño celular generando enfermedades y mutaciones (Figura 28).

Figura 28. Funciones celulares de los radicales libres.



Fuente: Elaboración propia

Enfermedades

Los radicales libres están asociados a enfermedades tales como enfermedades cardiovasculares, aumentando considerablemente los niveles de colesterol malo, es decir, lipoproteína de baja densidad. También, aumentan el riesgo de cáncer y dañan el ADN causando afectación en genes (Figura 29).

Figura 29. Enfermedades.



Fuente: Elaboración propia

Actividad 2

Actividad individual

Nota. Observar el video # 2: Estrés Oxidativo y daño a estructuras Celulares. Luego realizar la siguiente actividad.

<https://drive.google.com/file/d/1czUhOGRWkiEJklU-GYluYXinKnzr9bwz/view>



1. A través de ciertos mecanismos bioquímicos, las enzimas atacan las Especies Reactivas del Oxígeno (ERO), convirtiéndolas en especies menos nocivas. Inicialmente ocurre una reacción de reducción-oxidación gracias a la presencia de la enzima superóxido dismutasa (SOD), convirtiendo el oxígeno molecular en peróxido de hidrogeno; el peróxido de hidrogeno también se produce por los peroxisomas (PX) y es sustrato de la enzima glutatión peroxidasa (GPX), la cual emplea dos moléculas de glutatión reducido (GSH), en la reacción se oxida a (GSSH), esto con la finalidad de reducir el peróxido de hidrogeno a agua. Por otra parte, la

enzima catalasa (CAT) emplea como sustrato al peróxido reduciéndolo a agua (Sánchez & Méndez,2013).

Nota: la oxidación del oxígeno por acción del metabolismo celular tiene como producto el ión superóxido (O_2^-); generado por los procesos metabólicos del retículo endoplásmico (RE) y xenobióticos.

De acuerdo con lo anterior, a través de una reacción química explique detalladamente el mecanismo de producción y neutralización de las especies reactivas de oxígeno (ERO).

2. Elabore un diagrama de ciclo (Imagen # 1) donde se muestren los procesos y mecanismos del estrés oxidativo.

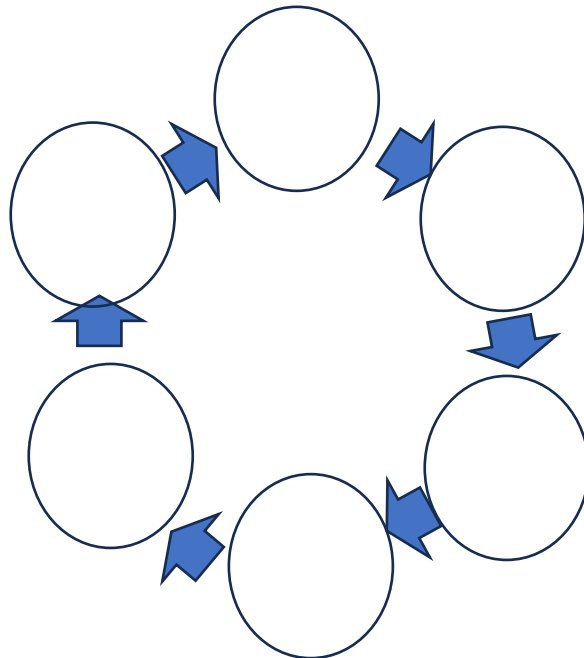
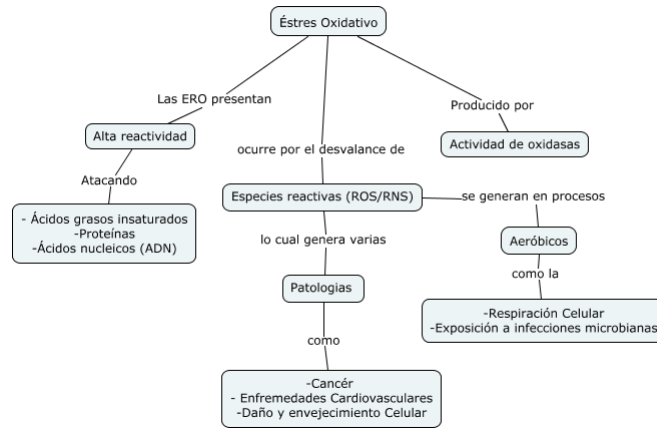


Imagen # 1. Diagrama de Ciclo.

3. Con los conceptos relacionados en el siguiente mapa conceptual, elabora por lo menos 4 frases que tengan sentido bioquímico.



4. A partir de la rejilla adjunta, construya una pregunta problema con su posible solución en donde se aborde el efecto y tratamiento de las enfermedades cancerígenas. Puede usar otros conceptos si lo prefiere.

Especies Reactivas de Oxígeno	Homeostasis celular	Rutas antioxidantes endógenas y exógenas
Lípidos	Proteínas	Ácidos Nucleicos
Peroxidación Lipídica	Enzimas	Radical libre

Reto # 2 (tarea)

En el siguiente enlace se encuentra un padlet, el cual contiene el enlace de una lectura, la cual debe ser leída para poder realizar las actividades propuestas en el padlet.

<https://padlet.com/leidyjoannaramirez1818/estr-s-oxidativo-y-enfermedades-cancer-genas-gwtvc4nj9h176tuo>

Nota. Las respuestas de este reto se suben en el padlet, con la finalidad de que los demás compañeros puedan ver su contenido.

Rubrica 3 de evaluación - Actividad 2.

PUNTO 1

NIVEL DE LOGRO			
INDICADORES DE LOGRO	APROPIADO	PLAUSIBLE	NO ADECUADOS
	A	B	C
	41-50	30-40	20-29
	Comprende y relaciona los procesos de reacción de cada enzima	Presenta dificultad para comprender y relacionar los procesos de reacción de algunas enzimas	No comprende, ni relaciona los procesos de reacción de cada enzima
	Diferencia los iones presentes en el proceso de oxidación del metabolismo celular	Presenta dificultad para diferenciar los iones presentes en el proceso de oxidación del metabolismo celular	No logra diferenciar los iones presentes en el proceso de oxidación del metabolismo celular
	Interpreta la información dada, la sintetiza y la representa en forma de reacción	La interpretación de la información dada no es suficiente para sintetizarla y representarla en forma de reacción	No interpreta la información dada, no sintetiza y no representa en forma de reacción
Presenta conocimiento sobre el tema	Presenta conocimiento parcial sobre el tema	No presenta conocimiento sobre el tema	

PUNTO 2

NIVEL DE LOGRO			
INDICADORES DE LOGRO	APROPIADO	PLAUSIBLE	NO ADECUADOS
	A	B	C
	4.1-5.0	3.0- 4.0	2.0-2.9
	Establece relación y organización de los aspectos conceptuales involucrados en la situación planteada	Establece poca relación y organización de los aspectos conceptuales involucrados en la situación planteada	No establece relación, ni organización de los aspectos conceptuales involucrados en la situación planteada
Presenta conocimiento sobre el tema	Presenta conocimiento parcial sobre el tema	No presenta conocimiento sobre el tema	

PUNTO 3

NIVEL DE LOGRO			
INDICADORES DE LOGRO	APROPIADO	PLAUSIBLE	NO ADECUADOS
	A	B	C
	4.1-5.0	3.0- 4.0	2.0-2.9
	Sintetiza y organiza los conceptos para construir frases con alta coherencia y cohesión entre ellas	Sintetiza y organiza los conceptos para construir frases con poca coherencia y cohesión entre ellas	Sintetiza y organiza los conceptos para construir frases, pero no se presenta coherencia y cohesión entre ellas
	Nivel de profundización en el desarrollo de conceptos	Presenta dificultad para comprender la relación de los conceptos	No comprende la relación de los conceptos
	Emplea todos los términos coherentemente	Emplea algunos términos coherentemente	Emplea los términos sin coherencia
	Construye 4 o más frases	Construye menos de 4 frases	No construye frases

PUNTO 4

NIVEL DE LOGRO			
INDICADORES DE LOGRO	APROPIADO	PLAUSIBLE	NO ADECUADOS
	A	B	C
	4.1-5.0	3.0- 4.0	2.0-2.9
	La pregunta y respuesta abordan el efecto y tratamiento de las enfermedades	La pregunta y respuesta abordan parcialmente el efecto y tratamiento de las enfermedades	La pregunta y respuesta no abordan el efecto y tratamiento de las enfermedades
	Utiliza todos los diagramas conceptuales para establecer relación entre ellos de forma coherente.	Utiliza todos los diagramas conceptuales para establecer relación entre ellos, pero con poca coherencia.	Utiliza algunos diagramas conceptuales para establecer relación entre ellos sin tener coherencia
	Construye preguntas e hipótesis de alta calidad	Construye preguntas e hipótesis de poca calidad	No construye preguntas e hipótesis.
	Argumenta de forma razonable y concisa	Argumenta con poca fiabilidad	No argumenta de forma razonable, ni concisa
La pregunta y respuesta están vinculadas	La pregunta y respuesta se vinculan parcialmente	La pregunta y respuesta no se vinculan	

RETO No. 2

NIVEL DE LOGRO			
INDICADORES DE LOGRO	APROPIADO	PLAUSIBLE	NO ADECUADOS
	A	B	C
	4.1-5.0	3.0- 4.0	2.0-2.9
	Analiza e interpreta la información para construir definiciones propias y coherentes .	Analiza e interpreta la información para construir definiciones propias, pero sin coherencia	No construye definiciones propias, ni coherentes.
Establece relación patogénica y bioquímica entre las diferentes enfermedades	Establece poca relación patogénica y bioquímica entre las diferentes enfermedades	No establece relación patogénica, ni bioquímica entre las diferentes enfermedades	

Unidad 4

Actividad 3

Problemática que orienta la actividad

1. Leer, analizar y desarrollar la siguiente problemática

Imagina que eres un investigador en el campo de la salud y te enfrentas a una situación problemática. Un hospital de la ciudad ha visto un aumento alarmante en casos de cáncer de mama en mujeres jóvenes, y los pacientes están buscando respuestas sobre por qué esto está sucediendo. Además, se ha observado un vínculo entre los niveles de estrés oxidativo y el riesgo de desarrollo de este tipo de patología en la población.

Tu tarea es crear un Storytelling (relato) que comunique de manera afectiva, tanto a los pacientes como al público en general, la relación entre el estrés oxidativo y el cáncer de mama, deberás recopilar pruebas científicas (resultados de artículos) y presentar la información de manera accesible y comprensible a través de una narrativa que sea impactante y educativa. (Máximo una hoja)

2. Realiza un dibujo representando el estrés oxidativo a nivel celular. (Coloca etiquetas y leyendas que feliciten la comprensión del dibujo).

Rubrica 4 de evaluación – Actividad 3

Evaluación para el Storytelling (punto 1)

	5.0	4.0	3.0	2.0
Comprensión de la temática	La historia demuestra una comprensión estructurada del estrés oxidativo y su relación con el cáncer de mama.	La historia demuestra una comprensión sólida, pero con algunos aspectos no totalmente claros.	La comprensión de la temática es básica, con varios conceptos erróneos o falta de claridad en la relación entre el estrés oxidativo y el cáncer de mama.	La comprensión de la temática es muy limitada y con imprecisiones
Narrativa y presentación	La historia está bien estructurada y es altamente persuasiva, la presentación es clara y mantiene	La historia tiene una estructura sólida en su mayoría. La presentación es efectiva, pero	La estructura de la historia es confusa en algunos lugares del texto y la persuasión es limitada. La presentación es	La estructura de la historia es incoherente y la presentación es ineficaz en mantener la

	la atención del lector	podría mejorar en algunos aspectos.	confusa y poco interesante	atención del lector.
Aplicación práctica	La historia demuestra una sólida aplicación y relación del concepto del estrés oxidativo y vínculo con el cáncer de mama y situaciones cotidianas (reales)	La aplicación práctica es adecuada, pero podría profundizar más en algunos aspectos o ser más detallado.	La aplicación práctica es poco clara en algunos puntos.	La aplicación práctica es inexistente.
Creatividad y originalidad	La historia demuestra creatividad y originalidad en la forma que aborda la problemática	La historia es creativa y original en su enfoque, pero podría haber explorado aún más posibilidades.	La creatividad y originalidad son limitadas, con un enfoque convencional en la historia.	La historia carece de creatividad y originalidad.
Fuentes bibliográficas	La historia incluye fuentes confiables para respaldar los conceptos presentados.	La historia incluye fuentes, pero podrían ser más completas.	Las fuentes consultadas son insuficientes.	No incluye fuentes bibliográficas en su narración

Evaluación el dibujo (punto 2)

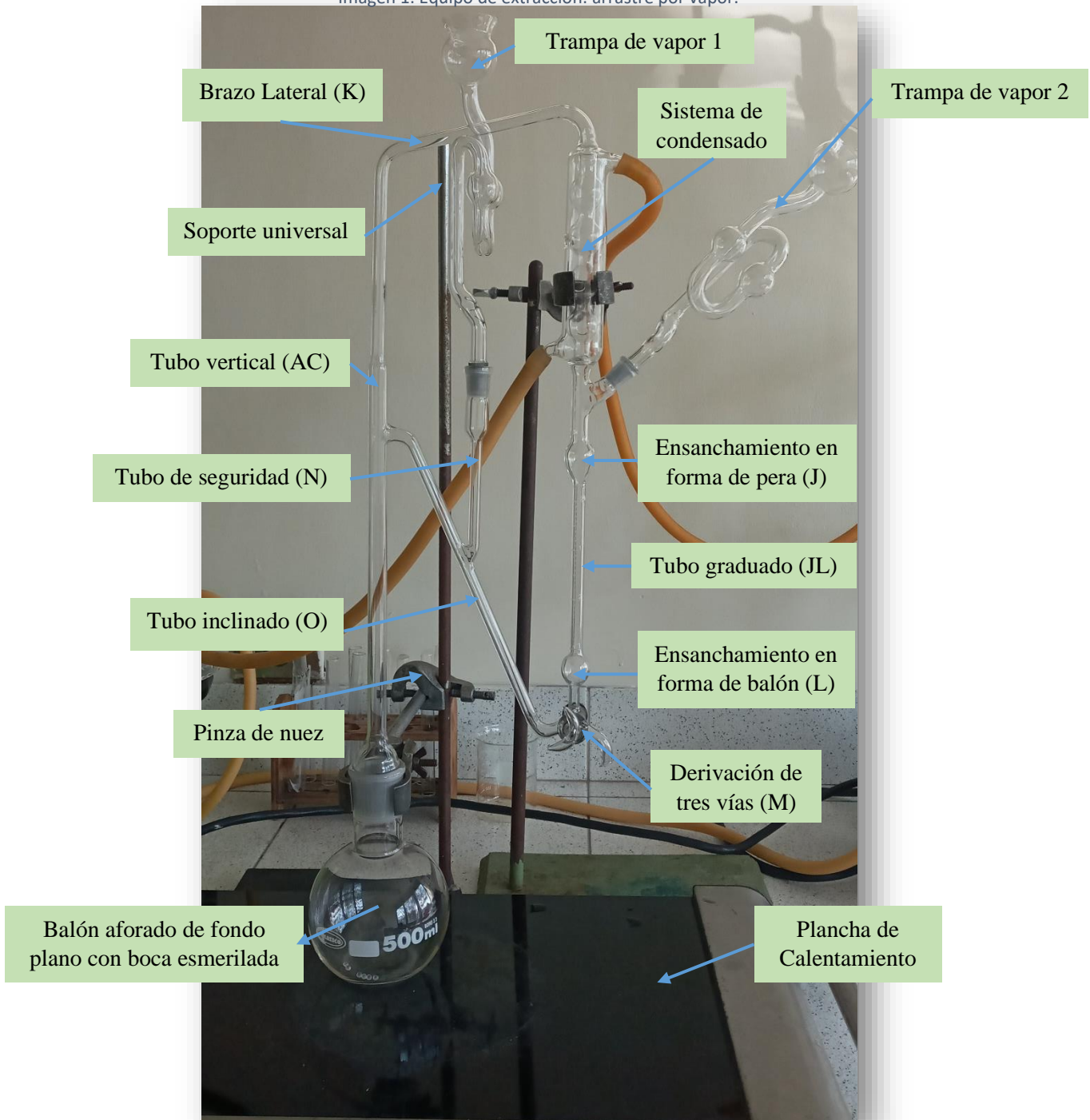
	5.0	4.0	3.0	2.0
Exactitud científica	El dibujo representa con precisión los procesos y estructuras celulares relacionadas con el estrés oxidativo, siguiendo los conceptos	El dibujo es mayormente preciso, pero puede contener algunos errores menores en la presentación de los procesos celulares.	El dibujo contiene inexactitudes significativas en la representación de los procesos celulares relacionados con el estrés oxidativo	El dibujo es inexacto y no refleja adecuadamente los conceptos científicos del estrés oxidativo a nivel celular

	científicos de manera correcta			
Claridad y organización	El dibujo está organizado de manera clara y lógica, con etiquetas y leyendas que faciliten la comprensión de las estructuras y procesos celulares representados	La organización es buena, pero podría haber una mayor claridad en algunas áreas, las etiquetas y leyendas son adecuadas, pero podrían mejorar	La organización es confusa en varios puntos de la imagen, y las etiquetas y leyendas son insuficientes o poco claras	No es organizado y las etiquetas y leyendas son ausentes e incomprensibles.
Creatividad y originalidad	El dibujo muestra creatividad en la representación del estrés oxidativo a nivel celular, utilizando enfoques originales.	El dibujo es creativo y ofrece una representación original del tema, aunque podría haber experimentado mayor número de posibilidades	La creatividad y originalidad es limitada, y presenta en gran medida representaciones existentes.	El dibujo carece de creatividad y originalidad.

Obtención de Aceite esencial de (*Elettaria cardamomum*)

Extracción

Imagen 1. Equipo de extracción: arrastre por vapor.



Fuente: Elaboración propia.

Teniendo en cuenta la Norma Técnica Colombiana 2628, se realizó la extracción de la **Elettaria cardamomum** usando la técnica solido-liquido por medio del equipo arrastre por vapor.

Tal como se muestra en la Imagen 1, el sólido que se va a extraer (semilla **Elettaria cardamomum**) se coloca en un dedal hecho de papel filtro (30 gramos), el dedal se introduce en el balón de fondo plano con boca esmerilada, se adicionan 400 mL de agua y se calienta hasta reflujo. Los vapores suben por el tubo vertical (AC) hacia el sistema de condensado y el líquido condensado llega al tubo graduado (JL) y cae nuevamente dentro del balón. Una vez, se tenga este proceso, en la columna graduada se formarán dos fases: fase de hidrolato (extracto acuoso) y fase de aceite esencial. El tiempo de destilación es de cinco horas para obtener una aproximado de 2.0 mL de aceite esencial. se retira la fuente de calor y se deja enfriar, después de 10 minutos se lee el volumen de la fase orgánica (aceite esencial) recolectado en el tubo de medida (NTC 2686),

Teniendo en cuenta lo anterior, al aceite esencial de cardamomo recolectado se le realizo una caracterización fisicoquímica a través de cinco métodos (marcha fitoquímica, Infrarrojo espectroscopia de gases, espectroscopia de gases masas, Rancimat y prueba DPPH), con la finalidad de comprobar la capacidad antioxidante que posee el aceite. Finalmente, se realizó el recubrimiento comestible y aplicación en alimentos (papa y aguacate), para identificar el tiempo de oxidación que posee el aceite.

Determinación del contenido de humedad

El contenido de humedad se realiza por el método especificado en la norma ISO 939

$$Masa = 5.008 \text{ g}$$

Peso Capsula Tarada (g)	Capsula + muestra seca (g)
46.128	50.675
26.046	30.600
26.903	31.459
36.615	40.990
50.154	54.583
36.445	40.911

$$W_{capsula \text{ promedio}} = 37.048 \text{ g}$$

$$W_{promedio \text{ de capsula+muestra seca}} = 41.536 \text{ g}$$

$$M_{Humeda} = 5.008 \text{ g}$$

$$\text{Muestra seca sin capsula} = 41.536 \text{ g} - 37.048 \text{ g} = 4.488 \text{ g}$$

$$\% \text{ Humedad} = \frac{5.008 - 4.488}{5.008} * 100 = \mathbf{10.3833\%}$$

Se determinó que el porcentaje de humedad de la semilla de cardamomo es de 10,3833%.





Caracterización fisicoquímica






La importancia de conocer la actividad antioxidante de la semilla *Elettaria cardamomum* recae como posible antioxidante, al reducir el estrés oxidativo. Por ello, sirve de gran apoyo en el tratamiento de enfermedades crónicas como el cáncer de mama.

Pruebas Cualitativas

Marcha fitoquímica: Las semillas de cardamomo en general poseen un extracto etanólico el cual puede ser separado a través de un proceso denominado marcha fitoquímica la cual consiste en una partición líquido-líquido con solventes. Este proceso consiste en una serie de pasos donde se observan reacciones como cambio de color y fluorescencia, donde se determina la existencia de un compuesto químico. Para ello, se utilizaron diferentes pruebas de forma cualitativa (Tabla 13).

Tabla 13. Resultados marcha fitoquímica

Tipo de metabolito	Prueba	Ilustración	Resultados	Análisis
Triterpenos y/o esteroides	Lieberman-Buchard		(-)	Presencia de color blanco dividido en dos fases
Flavonoides	Shinoda		(+)	Presencia de color blanco
Alcaloides	Mayer		(+)	Precipitado amarillento claro
	Dragendoff		(+++)	Identificación de precipitado con turbidez definida

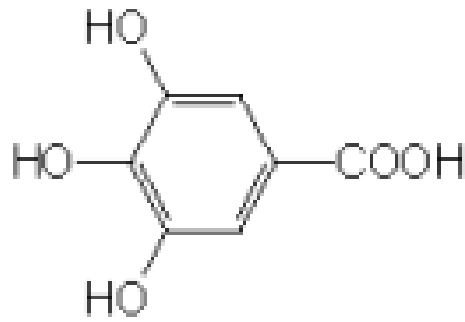
	Wagner		(+++)	Identificación de opalescencia, turbidez definida y un precipitado
Taninos	FeCl3 10%		(+)	Se identifico cambio de coloración
	Gelatina Sal		(+)	Se identifico precipitado color blanquecino
	Gelatina		(+)	Si hay formación de precipitado blanco
	NaOH 5%		(-)	No se identificó presencia de coloración rojiza
(+) Apareció opalescencia / (++) Turbidez definida / (+++) Precipitado				

Fuente: *Elaboración propia*

En vista de que los resultados obtenidos de la marcha Fitoquímica (Tabla 13) fueron en su mayoría positivos para las pruebas realizadas, es válido afirmar que el aceite esencial de cardamomo presenta gran capacidad antioxidante, debido a su alto contenido en alcaloides y taninos. Recordando que los taninos son moléculas complejas conformadas por alrededor de 12 a 16 grupos fenólicos, lo cual les otorga gran capacidad de interaccionar con otras moléculas de interés biológico (Hassanpour et al., 2011). En este sentido, los taninos por tener estructura fenólica (Figura 30), poseen un carácter nucleófilo fuerte (reacciona cediendo un par de electrones libres), siendo excelentes neutralizadores de radicales libres. Estos compuestos bioactivos poseen una capacidad de modular los procesos metabólicos y promover la salud, es decir, por su capacidad antioxidante ayudan al organismo, reduciendo el estrés oxidativo gracias a sus propiedades antiinflamatorias y antienvjecimiento, en donde capturan los radicales libres o inactivan los iones precursores de la oxidación (Bruneton, 1999).

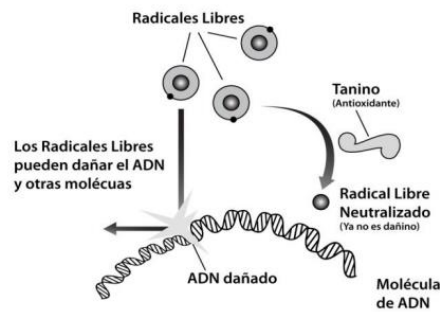
Los taninos son nutraceuticos, si bien Stephen DeFelice (1979, citado por Martínez-Ortiz, 2010), define “nutraceuticos” como “un alimento o parte de un alimento que provee un beneficio médico o para la salud, incluyendo la prevención y el tratamiento de una enfermedad”. De esta manera, los taninos debido a su capacidad de cesar la multiplicación de células cancerígenas se han clasificado como sustancias antimutagénicas (Figura 30).

Figura 30. Estructura de un tanino.



Fuente. Elaboración propia.

Figura 31. Función antioxidante de un tanino.



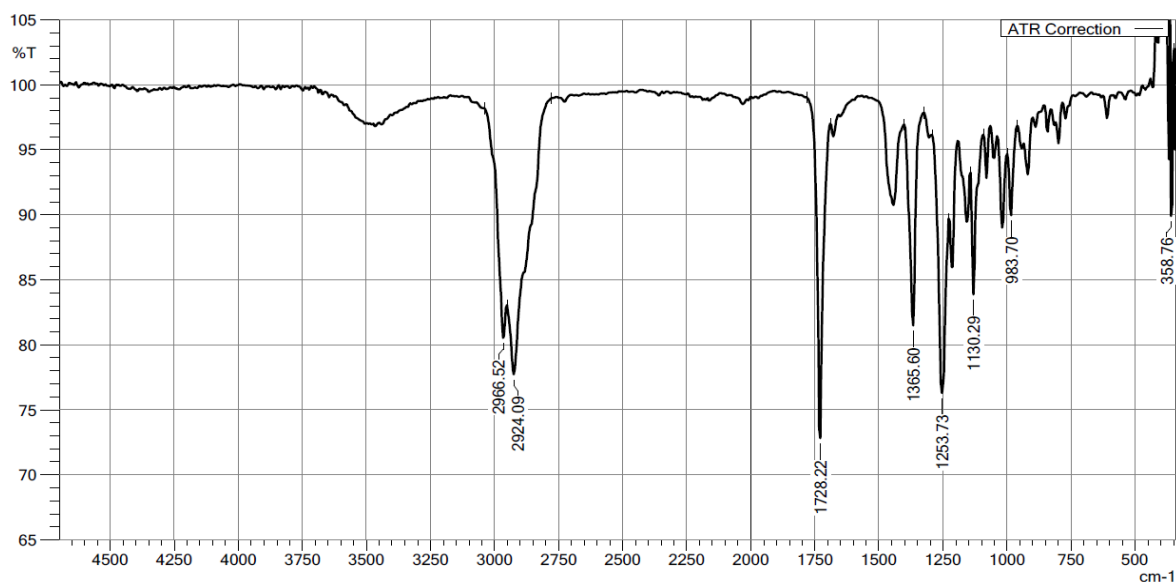
Fuente: Martínez-Ortiz, 2010.

Por otro lado, los alcaloides encontrados a través de las pruebas Mayer, Dragendoff y Wagner señalan también que el aceite esencial presenta potencial antioxidante.

Otro rasgo importante son los flavonoides encontrados, los cuales se caracterizan por tener un alto potencial antioxidante, debido a que “su mecanismo de acción se debe a sus propiedades quelantes de metales de transición y secuestradoras de radicales libres” (Pérez, 2003). Considerando que el aceite presenta flavonoides, es válido afirmar entonces que evita la generación de especies reactivas, ya que inhibe enzimas y especies que ocasionan el estrés oxidativo.

Espectro Infrarrojo (IR)

Gráfica 13. Espectro infrarrojo de aceite esencial de *Elettaria cardamomum*



Fuente: Elaborado por equipo IR

la técnica por espectroscopía infrarroja, la cual es una técnica rápida y funcional para determinar los grupos funcionales presentes en el aceite esencial de Cardamomo. Por tanto, se identificaron los enlaces moleculares presentes y los tipos de moléculas que se encuentran en el extracto.

En vista de que el espectro (Gráfica 13) muestra diferentes picos y señales, todo esto parece confirmar que se encuentran enlaces sencillos y dobles, así mismo, grupos funcionales como alcano, aldehído, alcohol y éter. Para comprender mejor, el pico: 2966 representa un Alcano (C-H) con tensión y apariencia media; el pico 2924 representa nuevamente un Alcano (C-H) con tensión y apariencia media; el pico 1728 representa un Aldehído (C-H C=O) con tensión y apariencia fuerte; el pico 1365 representa un Fenol (O-H) con flexión y apariencia media; el pico 1253 representa un Alquil aril éter (C-O) con flexión y apariencia media y finalmente el pico 1130 en el rango 1400 – 1000 cm muestra un éter alifático (C-O) con una apariencia y tensión fuerte.

Hecha esta salvedad, se puede decir que el método infrarrojo también señala que el aceite esencial presenta una potente acción antioxidante necesaria para el funcionamiento de las células, debido a que posee grupos funcionales con capacidad antioxidante como por ejemplo los aldehídos y alcoholes responsables de algunas características sensoriales como el olor y sabor. Por tanto, los aldehídos insaturados son fácilmente oxidables, produciéndose nuevos compuestos volátiles como el malonaldehído, cuya detección es utilizada como medida de la oxidación de los ácidos grasos (Frankel,1983). Así mismo, “Los compuestos fenólicos son

moléculas que tienen uno o más grupos hidroxilo unidos a un anillo aromático. Junto con las vitaminas, los compuestos fenólicos se consideran importantes antioxidantes en la dieta (Peñarrieta, et al, 2014).

Pruebas Cuantitativas

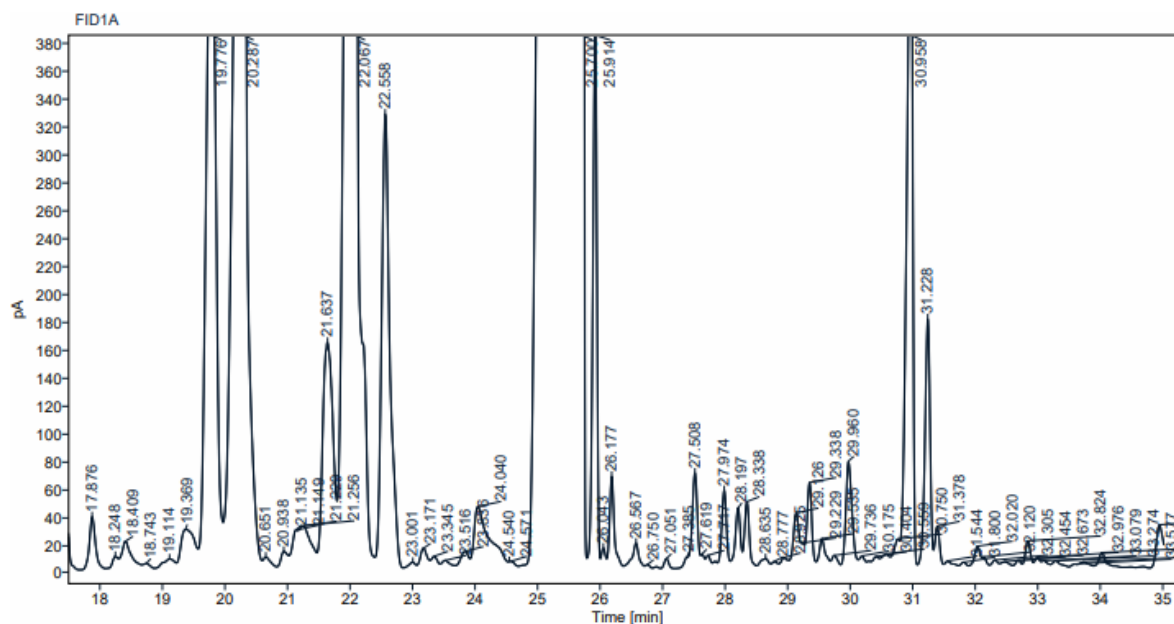
Cromatografía de Gases

En cuanto a las pruebas cuantitativas, se utilizaron 4 métodos, el primero fue cromatografía de gases, donde se utilizaron los parámetros aplicados por (Sarria Villa, et al, 2021), quienes determinaron las condiciones óptimas de trabajo en su investigación tales como “volumen de inyección de 0.2 μ L, flujo del gas de arrastre (He) de 0.5 mL/min, temperatura del inyector de 220 $^{\circ}$ C, temperatura del detector FID de 230 $^{\circ}$ C, modo Split 3:1, programa de temperatura del horno desde 50 $^{\circ}$ C por 4 min, un incremento de 10 $^{\circ}$ C/min hasta 220 $^{\circ}$ C y mantenido por 2 min a esta temperatura”.

Teniendo presente las condiciones cromatográficas descritas anteriormente, se preparó la muestra con 30 μ L del aceite esencial (extracto) en un vial y se le adiciono 1 mL de Diclorometano. En seguida se inyectó 1 μ L del extracto diluido a temperatura de 220 $^{\circ}$ C. finalmente, se realizaron tres inyecciones bajo las mismas condiciones .

En el grafico 2 se muestran todos los compuestos presentes en el aceite, especialmente el α - Pinene, lo cual confirma que el aceite tiene propiedades antioxidantes.

Grafica 14. Caracterización química por cromatografía de gases



Fuente: Equipo de cromatografía de gases

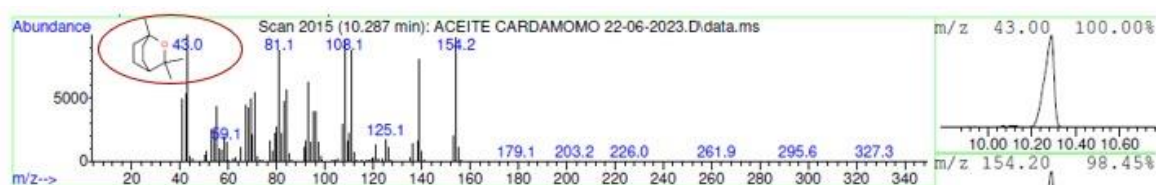
Cromatografía de gases masas

Grafica 15. Caracterización química por cromatografía de gases masas – identificación de α -Pinene.



Fuente: Elaboración propia

Grafica 16. Espectro de aceite esencial de Cardamomo con presencia de Eucalyptol.



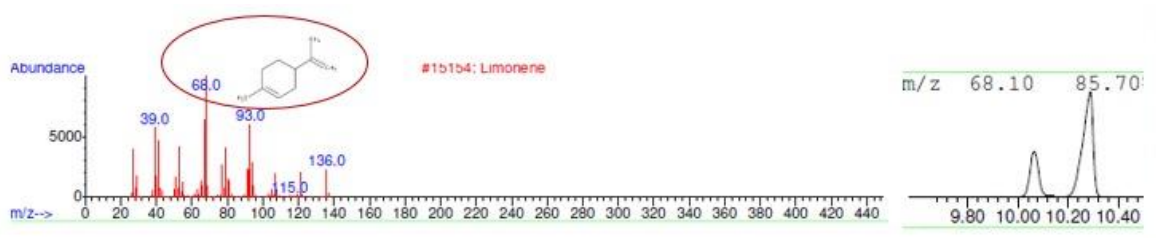
Fuente: Elaboración propia

Grafica 17. Espectro de aceite esencial de Cardamomo con presencia de 3-Careno.



Fuente: Elaboración propia

Grafica 18. Espectro de aceite esencial de Cardamomo con presencia de Limoneno.



Fuente: Elaboración propia

En este sentido, los compuestos con propiedades o capacidades antioxidantes y de mayor importancia identificados en el aceite esencial por cromatografía de gases acoplado a masas son: Limoneno, Eucalyptol, α Pineno y Careno. Lo dicho hasta aquí, supone que el aceite esencial extraído de las semillas de cardamomo presenta buena actividad antioxidante.

En vista de que, el α Pineno y careno son compuestos antiinflamatorios que previenen el estrés oxidativo. Por su parte, el limoneno es también un gran antioxidante natural, el cual protege la piel del envejecimiento y de los daños que provocan los radicales libres.

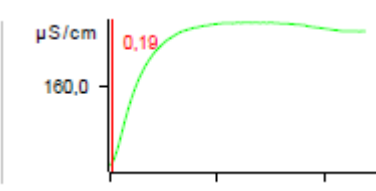
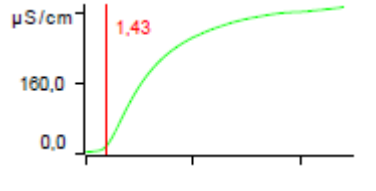
Prueba Rancimat

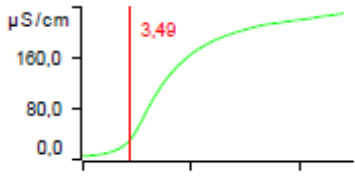

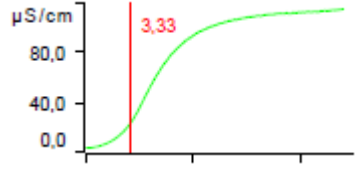

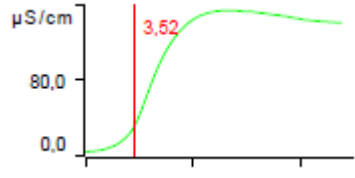

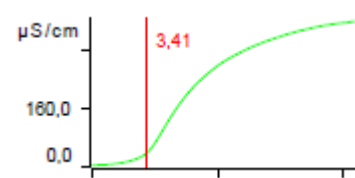

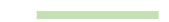
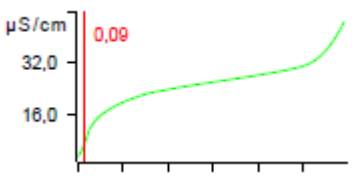


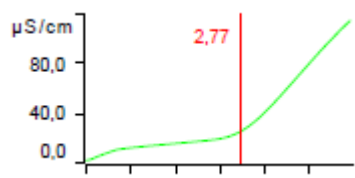

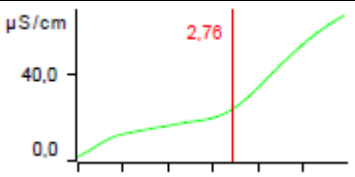

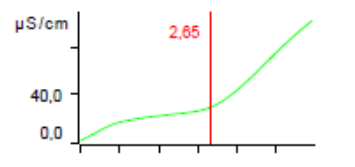

La prueba Rancimat, es un método que permite medir el índice de estabilidad oxidativa de aceites y grasas en condiciones aceleradas, basado en la inducción de oxidación de la muestra por exposición a elevadas temperaturas y flujo de aire. En donde las medidas pueden ser monitoreadas a través del tiempo .

En este sentido, la estabilidad oxidativa se determinó en el equipo Rancimat tomando una temperatura de 120 °C con concentraciones de 100 ppm, 200 ppm y 1000 ppm y haciendo por triplicado cada prueba para confirmar dicha estabilidad. Así mismo, se pesaron 3,00g de cada muestra y luego se colocaron en vortex para total homogeneización. Una vez mezcladas y listas, las muestras se introdujeron en el equipo para proceder a su respectiva lectura (Imagen 25).

Cabe resaltar que se utilizó TBHQ como antioxidante sintético, el cual muestra la mejor capacidad estabilizadora frente a la oxidación lipídica en los aceites estudiados. El aceite de girasol se tomó como blanco para comparar el tiempo de oxidación del aceite esencial de cardamomo. En la tabla 2, se evidencian los tiempos y conversiones de cada muestra y en la gráfica 8 su comportamiento entre las variables Tiempo Vs Conductividad.

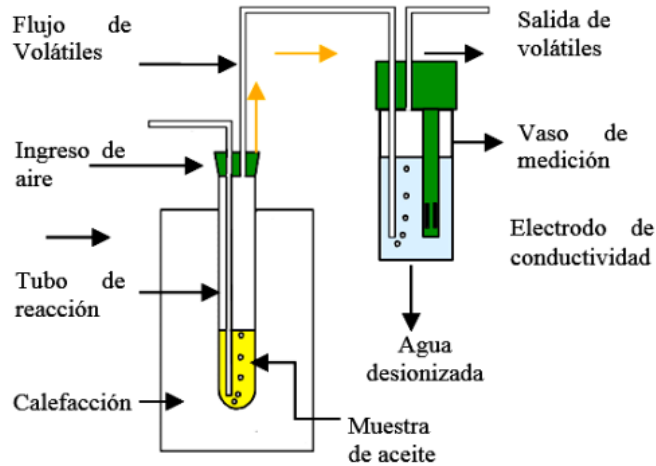
Tabla 14. Resultados de muestras de aceites – Equipo Rancimat.

Numero	Muestra	Tiempo (horas)	Conversión
1	Aceite + extracto cardamomo(100ppm)	3,25	—
2	Aceite + extracto cardamomo(100ppm)	3,36	—
3	Aceite de girasol (blanco)		—
4	Aceite de girasol + TBHQ(100ppm)		—

5	Aceite + extracto cardamomo(100ppm)		
6	Aceite + extracto cardamomo(100ppm)		
7	Aceite + extracto cardamomo(1000ppm)		
8	Aceite + extracto cardamomo (1000ppm)		
9	Aceite + extracto cardamomo(1000ppm)	-	
10	Aceite + TBHQ(1000ppm)		
11	Aceite + TBHQ(200ppm)	0,09	
12	Aceite + extracto cardamomo (200ppm)		
13	Aceite + extracto cardamomo (200ppm)		
14	Aceite + extracto cardamomo (200ppm)		

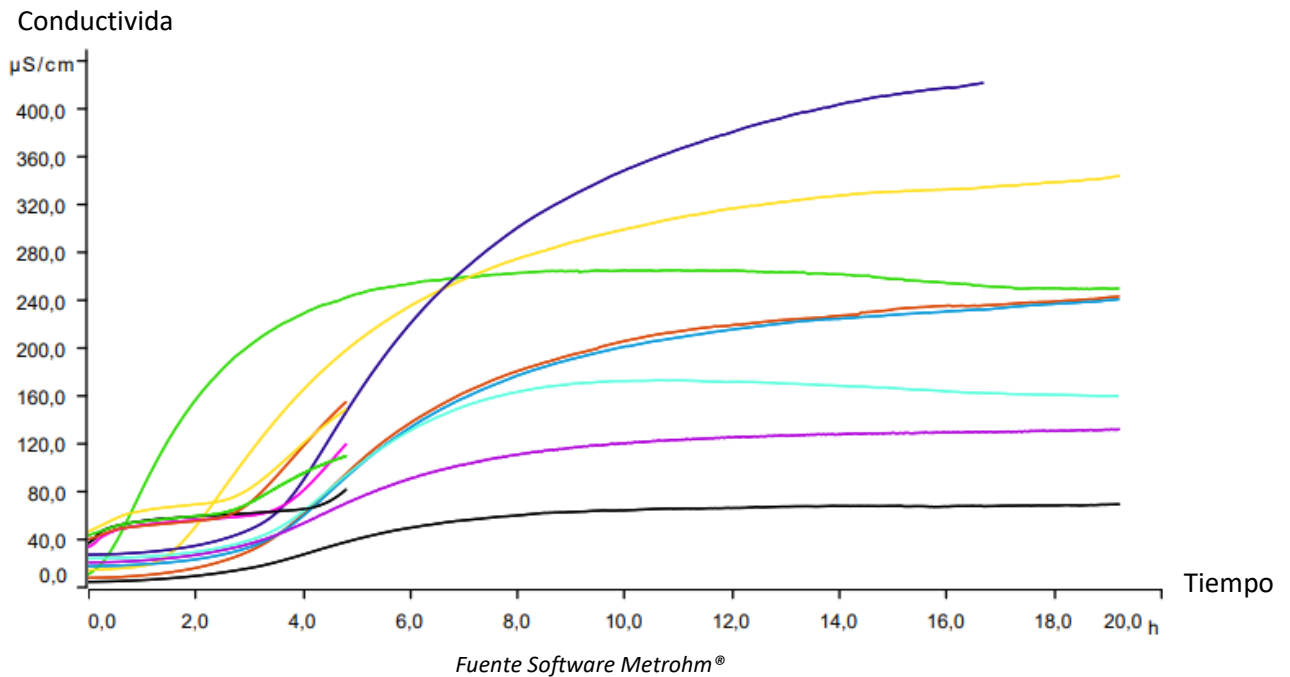
Fuente. Elaboración propia

Imagen 25. Método Rancimat



Fuente: (Rodríguez, Villanueva, Glorio & Baquerizo, 2015)

Gráfica 19. Resultados de estabilidad oxidativa del aceite esencial de cardamomo (Curva general)



Teniendo en cuenta los resultados obtenidos de los tiempos de oxidación, se pudo evidenciar que el extracto esencial de cardamomo tiene mayor tiempo para hacer su proceso de oxidación respecto al aceite de girasol y al antioxidante artificial (TBHQ). Así mismo, se evidencia que las concentraciones de 1000 ppm presentan mayor tiempo para oxidarse que

las concentraciones de 100 y 200 ppm, siendo la concentración de 200 ppm la de menor tiempo de oxidación.

En vista de que el tiempo máximo de oxidación del extracto fue de 3 horas con 52 minutos y a elevadas temperaturas, es necesario aclarar que el aceite si posee fuertes propiedades antioxidantes.

Prueba DPPH

Se determinó la capacidad antioxidante del extracto mediante el método del radical DPPH (1,1-difenil-2-picril- hidrazilo), en donde se presenta una captación de radicales libres, cabe resaltar que la reacción que ocurre es un efecto decolorante sobre el DPPH de azul-violeta a amarillo, indicando que si la reacción es de color amarilla pálida hay presencia de una sustancia antioxidante (Aceite esencial). En resumen, el radical DPPH tiene un electrón no apareado y presenta color azul-violeta que cambia a amarillo cuando los antioxidantes transfieren electrones o átomos de hidrogeno, al ocurrir esta interacción se neutraliza la propiedad de radical libre (Naik et al, 2023).

La absorbancia inicial del DPPH en metanol se midió a 517 nm, luego se construyó una curva patrón a partir de la medición de la absorbancia del radical DPPH a diferentes concentraciones DPPH (100, 50, 25, ppm). Después, se adiciono a la celda una alícuota de 1 mL de DPPH + 200 μ L de cada uno de los extractos, dejando actuar entre 10 y 20 min, posteriormente se observada el cambio cualitativo de color. Cabe resaltar que la absorbancia inicial se registró en el minutos cero sin el antioxidante de referencia. Luego, se registró la absorbancia al adicionar el antioxidante de referencia cada 30 segundos por 15 segundos. El análisis se realizó por triplicado

Recubrimiento y aplicación en alimentos

Recubrimiento en papa

Los recubrimientos comestibles son una técnica que reducen el proceso de pardeamiento al inhibir la humedad y oxígeno del alimento, esta técnica consiste en cubrir con capas finas un alimento para que se conserve y mantenga su vida útil. Para este caso se tomó como alimento la papa debido a que se oxida fácilmente al estar en contacto con el ambiente.

Procedimiento

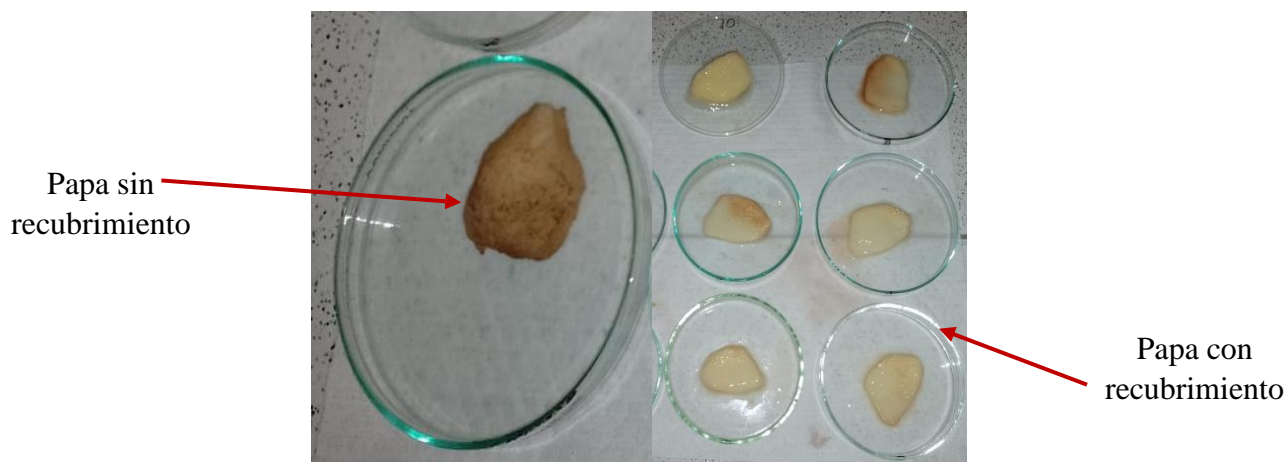
Inicialmente, se preparó el almidón de yuca, en donde se pesaron 3 g de almidón de yuca y se solubilizaron en 70 mL de agua, para luego someter a una temperatura de 64 a 70 °C, durante 10 minutos. Se agito constantemente sin dejar crear grumos, debido a que el almidón se estaba gelatinizando.

Luego de haber obtenido el almidón gelatinizado, en un vaso de precipitado de 50 mL se adicionaron 6 mL de glicerina , 1 mL de aceite esencial de cardamomo y 1 mL de ácido acético (vinagre), seguidamente, se sometió a calentamiento y se agregó el almidón

anteriormente preparado, se dejó reposar por 3 minutos y se procedió a sumergir los trozos de papa.

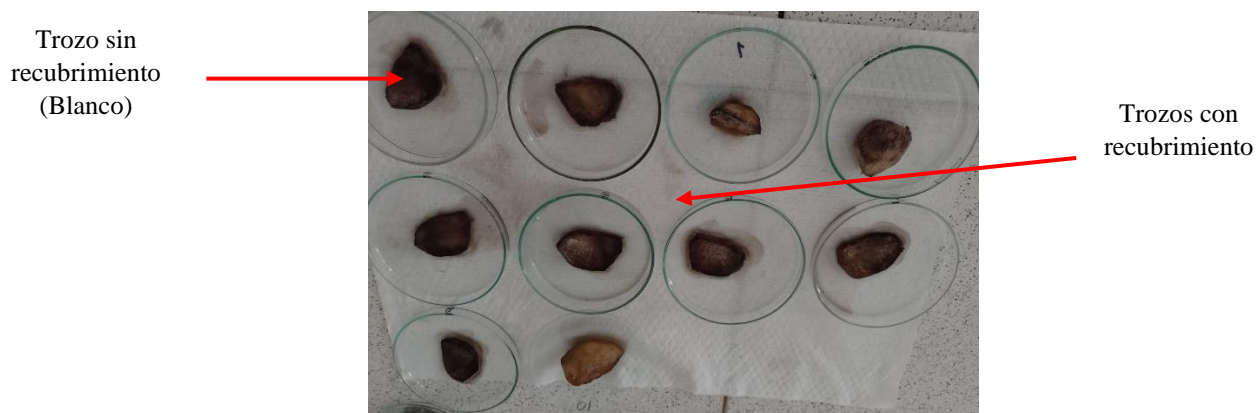
Para esta prueba se tomaron 10 trozos de papa siendo uno de ellos el blanco (trozo sin recubrimiento), a las otras muestras se les aplicó simultáneamente el recubrimiento y se observó que al transcurrir aproximadamente 15 minutos el blanco ya estaba oxidado (color café pardo), mientras que las muestras con recubrimiento mantenían su color, olor y aspecto natural (Imagen 26).

Imagen 26. Recubrimiento en papa.



Todavía cabe señalar que, para obtener oxidados los 9 trozos de papa con recubrimiento, tuvieron que pasar más de 24 horas, a este tiempo el blanco estaba totalmente (color negro), mientras que algunos de los trozos con recubrimiento presentaban zonas claras (Imagen 3).

Imagen 27. Recubrimiento en papa.



Fuente: Elaboración propia

En relación con las imágenes anteriormente mencionadas, se confirma nuevamente que el aceite esencial de cardamomo si previene la oxidación debido a sus propiedades

antioxidantes. Dado que cuando se retira la cascara a la papa y se corta se rompen sus tejidos y se liberan enzimas llamadas polifenol oxidasa (PFO), la cual posee la capacidad de oxidar a los polifenoles y crear una serie de reacciones que producen melanoidinas (compuestos oscuros). Sin embargo, el aceite esencial como agente antioxidante presente el recubrimiento neutraliza dichas enzimas.


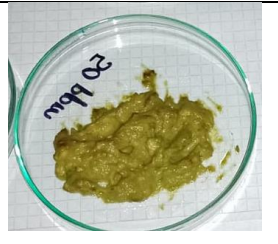
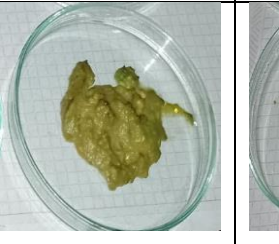









Aplicación en aguacate







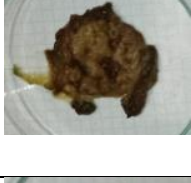
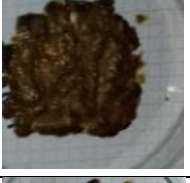








En cuanto a la aplicación del aceite esencial de cardamomo en frutas como el aguacate, se tomaron 3 muestras de aguacate totalmente maceradas de 10 ppm, 50ppm y 100 ppm. Así mismo, se tomó una muestra como el blanco (sin aceite).

Procedimiento

Inicialmente, se macero el aguacate y se tomaron las cantidades antes descritas en cajas de Petri, seguidamente se adiciono el aceite esencial de cardamomo 4 gotas a las cajas de 10 ppm, 50ppm y 100 ppm y se mezcló para obtener un mejor efecto. Se realizo seguimiento cada hora durante 24 horas.

Tabla 15. Aplicación de extracto en aguacate

Tiempo minuto / horas	10 ppm	50 ppm	100 ppm	Blanco
30 min				
1 hora				
3 horas				

6 horas				
9 horas				
12 horas				
15 horas				

Fuente. Elaboración propia

Finalmente, se pudo evidenciar que el efecto de la aplicación del aceite esencial en el aguacate fue positivo, puesto que se observó que las muestras con el extracto tardaron mayor tiempo (15 horas) en oxidarse, a diferencia de la muestra que no poseía extracto, la cual solo tardo 30 minutos. Hecha esta salvedad, se comprende que el aceite o extracto de cardamomo si puede actuar como posible antioxidante para la prevención del cáncer de mama.

Unidad 5

Guía de laboratorio

(Propuesta de laboratorio)

Objetivos General

Identificar los compuestos presentes en el aceite esencial de cardamomo por medio de una marcha fisicoquímica

Específico

Realizar la extracción de extractos bioactivos por medio de la técnica arrastre por vapor

Alcance

Se hace uso de las técnicas de extracción sólido-líquido para extraer un compuesto orgánico a partir de una fuente natural (material vegetal).

De forma grupal investigar el método de extracción de arrastre por vapor (NTC 2686). Así mismo, investigar en que consiste cada una de las pruebas cualitativas y construir sus respectivos diagramas de flujo.

Cada grupo debe realizar la práctica de laboratorio de su respectiva prueba. Se pretende que los estudiantes investiguen y expongan al grupo los referentes teóricos y procedimientos de la prueba escogida, esto con la finalidad de desarrollar habilidades investigativas que contribuyen en su proceso como docentes en formación.

Materiales y equipos

Tabla 16. Materiales de extracción de aceite esencial

Materiales	Reactivos	Equipos
Vaso de precipitado de 100 mL	Agua destilada	Balanza
Probeta de 100 mL	Material vegetal con propiedades antioxidantes	Equipo arrastre por vapor
Espátula		Plancha de calentamiento
Papel filtro		
Frasco lavador		

Balón de fondo plano con boca esmerilada de 500 mL		
Nuez doble		
Soporte universal		
Pinza		

Tabla 17. Materiales para marcha fisicoquímica - Pruebas Cualitativas

Materiales	Reactivos	Equipos
Nuez doble	Etanol	Balanza
Pinza	Reactivo de Lieberman-Buchard	Plancha de calentamiento
Vaso precipitado de 50 y 100 ml	Reactivo de Shinoda	
Probeta de 100 mL	Reactivo de Mayer	
Pipetas aforada 5 y 10 mL	Reactivo de Dragendoff	
Pipetas graduadas 1,5,10 mL	Reactivo de Wagner	
Pipeteador	Reactivo de FeCl ₃ 10%	
Bureta	Gelatina Sal	
Pinza para bureta	Gelatina	
Frasco lavador	NaOH 5%	
Tubos de ensayo		
Gradilla		
Espátula		

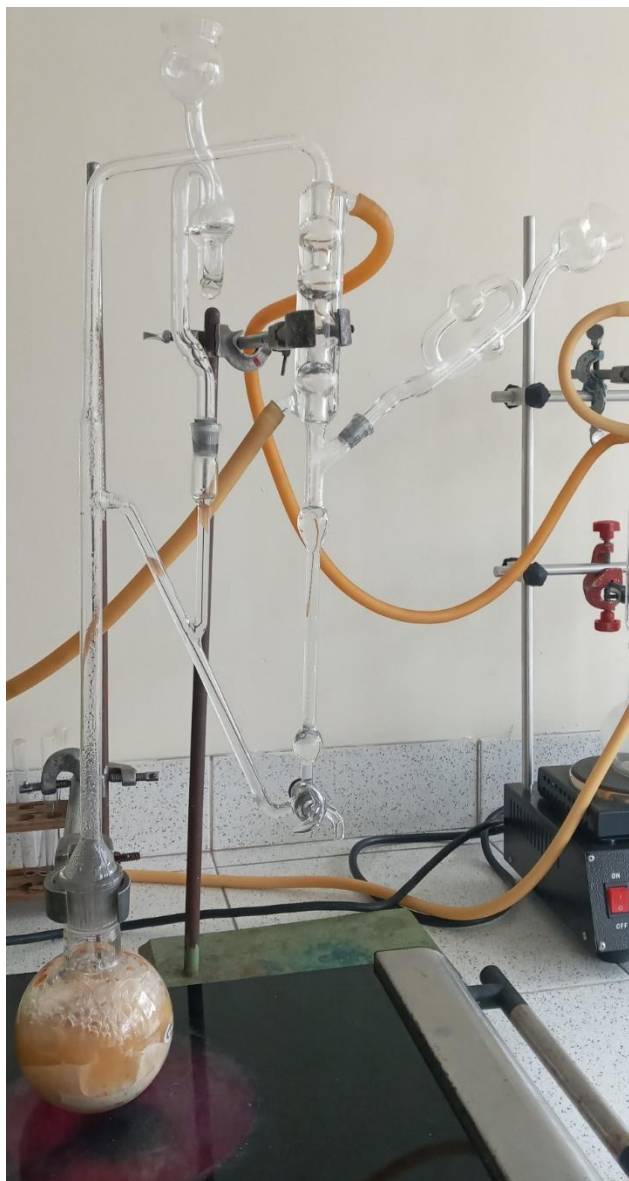


Ilustración 2. Ejemplo de montaje arrastre por vapor

Nota: Los estudiantes deben de realizar un informe de los resultados obtenidos.


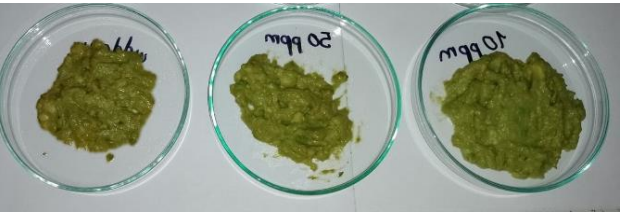

Instrumento de salida - Prueba final

Señor estudiante, lea detenidamente el temario de evaluación, conteste según corresponda, HAGALO EN ORDEN, al finalizar enviar la respuesta sólo a la plataforma Moodle. El nombre del archivo es el NOMBRE Y APELLIDO de quien está contestando. Para que las respuestas sean válidas, deben estar completas. El temario tiene 2 partes.

PARTE 1: (VALOR 3,0) Lea y conteste según la pregunta.

En un laboratorio se realizó el estudio de oxidación al aceite esencial de Cardamomo como posible antioxidante para la prevención de cáncer de mama. Para poder encontrar los compuestos y sustancias antioxidantes que contiene el aceite se realizó una caracterización a través de 5 métodos: Marcha fitoquímica; Espectroscopia gases-masas; Espectroscopia de gases; Prueba DPPH; Infrarrojo y Prueba Rancimat. En general, todos los métodos arrojaron datos positivos al estudio en donde se comprueba que el aceite si tiene capacidad antioxidante. Por tanto, se realizó una adición en frutas como aguacate (Tabla 1) y recubrimiento en tubérculos como papa (Tabla 2). Para que las mujeres durante el consumo de estos productos puedan evitar la generación de esta enfermedad.

Tabla 1. Adición en aguacate.

Aguacate sin antioxidante	Aguacate con antioxidante
<p>Imagen 1. Aguacate sin adición de antioxidante.</p>  <p>Fuente propia</p>	<p>Imagen 2. Aguacate con adición de antioxidante.</p>  <p>Fuente propia.</p>
<p>Imagen 3. Aguacate sin adición luego de 10 minutos.</p>	<p>Imagen 4. Aguacate con adición luego de 10 minutos.</p>  <p>Fuente propia.</p>






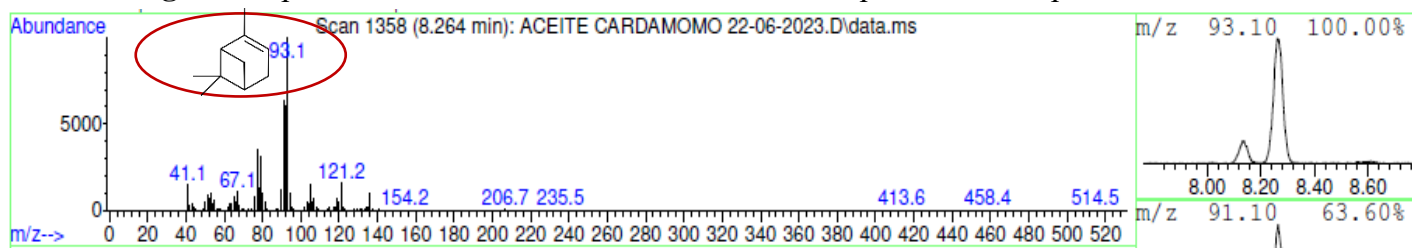
 <p>Fuente propia.</p>	
---	--

Tabla 2. Recubrimiento en papa.

papa sin antioxidante	papa con antioxidante
<p>Imagen 5. Papa sin recubrimiento</p>  <p>Fuente propia.</p>	<p>Imagen 6. Papa con recubrimiento.</p>  <p>Fuente propia.</p>
<p>Imagen 7. Papa sin recubrimiento luego de 15 minutos.</p>  <p>Fuente propia.</p>	<p>Imagen 8. Papa con recubrimiento luego de 5 horas.</p>  <p>Fuente propia.</p>

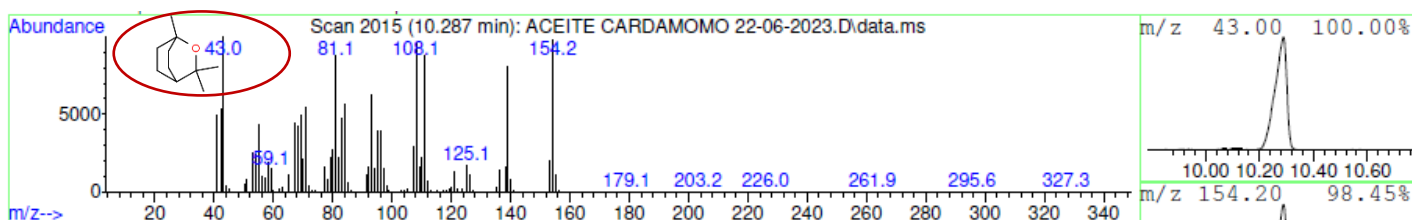
En este sentido, las sustancias con propiedades o capacidades antioxidantes que posee el aceite identificadas por cromatografía de gases acoplado a masas son: Limoneno, Eucalyptol, α pineno, Careno, entre otros.

Imagen 9. Espectro de aceite esencial de Cardamomo con presencia de α pineno.



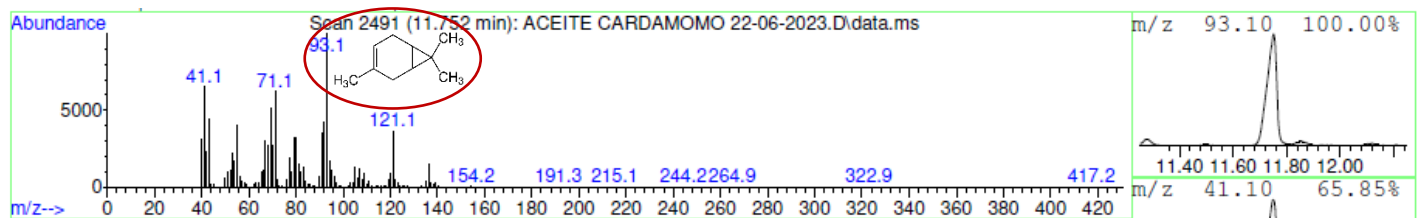
Fuente propia.

Imagen 10. Espectro de aceite esencial de Cardamomo con presencia de Eucalyptol.



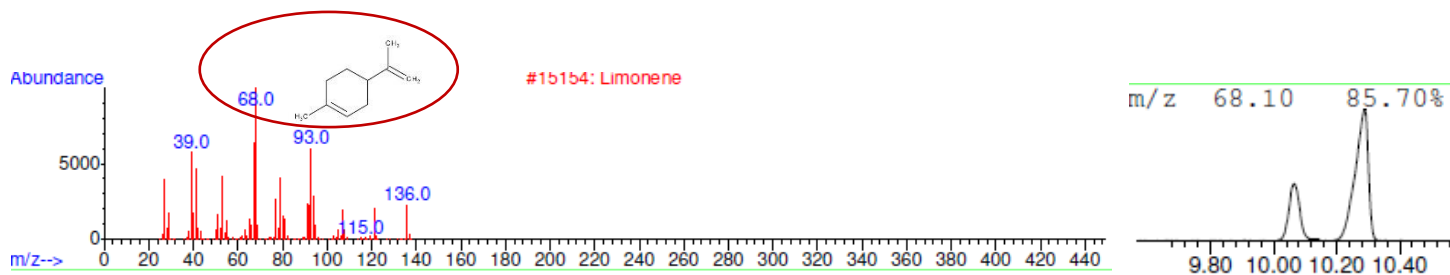
Fuente propia.

Imagen 11. Espectro de aceite esencial de Cardamomo con presencia de 3- Careno.



Fuente propia.

Imagen 12. Espectro de aceite esencial de Cardamomo con presencia de Limoneno.



Fuente propia.

Teniendo en cuenta lo anterior, explique químicamente: ¿ De qué forma las sustancias antioxidantes determinadas en el aceite, interfieren en los procesos metabólicos de la mitocondria previniendo la producción de radicales libres y la propagación del cáncer de mama? Si es necesario ilustre para poder explicar el comportamiento. Hágalo en una hoja aparte de su puño y letra y péguelo acá.

PARTE 2: (VALOR 2,0) Lea y conteste según la pregunta.

Lea detenidamente las afirmaciones que se presentan a continuación, conteste FALSO (F) o VERDADERO (V) según considere. Justifique cada respuesta en máximo TRES líneas.

2,1 () en general, la oxidación es un proceso químico en el cual un compuesto gana electrones y se oxida, mientras que otros los pierde y se reduce. Este proceso es fundamental para la vida; sin embargo, cuando la oxidación es intensa o prolongada puede aparecer el estrés oxidativo (EO), es decir un daño celular y el deterioro funcional del organismo producido por los radicales libres.

2,2 () Los radicales libres (RL) son sustancias estables y poco reactivas, pues para conseguir su estabilidad reaccionan con moléculas cercanas a las que les donan electrones y las reducen, generando con ello la aparición de nuevos radicales; esta acción crea una reacción en cadena que daña a las células, a menos que sea bloqueada por las sustancias llamadas antioxidantes.

2,3 () El daño celular causado por los radicales libres O_2^- y por el H_2O_2 , mediante la formación de radicales $\cdot OH$, depende del sitio donde se encuentren los metales con actividad catalítica en la reacción de Haber-Weiss. Por ejemplo, si la reacción ocurre en la proximidad de los lípidos de las membranas, se desarrollará lipoperoxidación, pero si se localizan cerca del ADN, se modificarán las bases o habrá ruptura de la cadena.

Formule sugerencias y recomendaciones, sobre el desarrollo de las actividades hasta el momento.

Rubrica 5 de evaluación - Prueba de salida.

APROPIADO	PLAUSIBLE	NO ADECUADOS
A	B	C
41-50	30-40	20-29
Establece relación de los aspectos conceptuales involucrados en la situación planteada, con alta coherencia y cohesión en ellos.	Establece relación de los aspectos conceptuales involucrados en la situación, pero no se presenta coherencia y cohesión en varios de ellos.	Establece relación de los aspectos conceptuales involucrados en la situación, pero no se presenta coherencia y cohesión en la mayoría de ellos.
Justifica de forma coherente cada respuesta	Justifica de forma coherente algunas respuestas	La justificación no es coherente

Identifica los grupos químicos que interactúan en el organismo para evitar la oxidación	Identifica algunos de los grupos químicos que interactúan en el organismo para evitar la oxidación	No identifica los grupos químicos que interactúan en el organismo para evitar la oxidación
---	--	--

14 Referencias

- Palencia Vizcarra, R., Palencia Díaz, R., & Cano Jiménez, R. (2022). Aprendizaje basado en problemas y tecnologías de la información y comunicación. *Med Int Méx*, 38(3):676-685.
- Poot Delgado, C. A. (2013). Retos del Aprendizaje Basado en Problemas. *Enseñanza e Investigación en Psicología*, 307-314.
- Abello, M., & Suwalsky, M. (2016). Radicales libres, antioxidantes naturales y mecanismos de protección. *ATENEA*, 161-172.
- Aguilera Ruiz, C., Manzano León, A., Martínez Moreno, I., Lozano Segura, M., & Casiano Yanicelli, C. (2017). El modelo Flipped Classroom. *International Journal of Developmental and Educational Psychology*, 261-266.
- Alguier, J. (2008). Teaching Enzyme Kinetics and Mechanism. *Century Unité de Bionergetique*, 31-71.
- Álvarez, J. L., & Jurgenson, G. (2012). *Los métodos mixtos*. Mexico: Archivo Hispanoamericanos. Obtenido de <https://www.postgradoune.edu.pe/pdf/documentos-academicos/ciencias-de-la-educacion/15.pdf>
- Blair, E., Maharaj, C., & Primus, S. (2016). Rendimiento y percepción en el aula invertida. *Educ Inf Technol*, 1465-1482.
- Bruneton, J. (1999). Tanins: Pharmacognosie, Phytochimie, Plantea Médicinales. 307-404.
- Calvopiña León, C., & Bassante Jimenez, S. (2016). Aprendizaje Basado en Problemas. Un análisis Crítico. *Revista Publicando*, 341-349.
- Carrales, L. C., & Muñoz, M. M. (2012). Estrés oxidativo: origen, evolución y consecuencias de la toxicidad del oxígeno. *Ciencias biomédicas*, 135-250.
- Coronado H, M., Vega y León, S., Gutiérrez T, R., Vázquez F, M., & Radilla V, C. (2015). Antioxidantes: perspectiva actual para la salud humana. *Chil Nutr*, 206-212.
- Corrales, L. C., & Muñoz Ariza, M. M. (2012). Estrés oxidativo: origen, evolución y consecuencias de la toxicidad del oxígeno. *Ciencias Biomédicas*, 135-250.
- Cortijo, S. (2014). *El Storytelling como recurso didáctico en el aula de inglés*. España: Trabajo de grado.
- De la Garza Salazar, J. G., & Juárez Sánchez, P. (2014). El cáncer. 11-183.
- Dorado Martinez, C., Rugerio Vargas, C., & Rivas Arancibia, S. (2003). Estrés oxidativo y neurodegeneración. *Red Faca Unam*, 229-235.
- Duch, B., Groh, S., & Deborah, A. (2006). Aprendizaje basado en problemas. *Revista INNOVAR Journal*, 244-246.
- Elejalde Guerra, J. (2001). Oxidación, entre la vida y la enfermedad. *An Med Interna*, 18:1-4.

- Elejalde Guerra, J. (2018). Oxidación, entre la vida y la enfermedad . *An Med Interna* , 18:1-4.
- Emilio Espinoza, S., Rosas Lemus , M., Cabrera Orefice , A., Uribe Álvarez, C., Chiquete Félix , N., & Uribe Caravajal , S. (2014). Oxígeno, para bien para mal. *Revista de la Facultad de Medicina* , 57-60.
- Estrada Montoya, J., & Correa Arias , J. (2019). El proceso enseñanza-aprendizaje y los mapas conceptuales: una reflexión desde la educación en ciencias. *Acta Pedagógica Colombiana*, 86-102.
- Frankel, E. (1983). Volatile lipid axidation products. *Progress in Lipid Research*, 22: 1.
- Galina Hidalgo, M. Á., Ortiz Rubio, M., & Guerrero Cruz, M. (2018). Estrés oxidativo y antioxidantes. *Fes-Cuautitlán*, 47-62.
- González Cabanach, R. (1997). Concepciones y enfoques de aprendizaje. *Revista de Psicodidactica*, 5-39.
- González Hernando, C., Carbonero Martín , M., Lara Ortega, F., & Martín Villamor, P. (2014). Aprendizaje Basado en Problemas y sastisfacción de los estudiantes de Enfermería. *Enfermería Global*, 97- 103.
- Guerra J.I, E. (2001). Extres Oxidativo, enfermedades y tratamientos antioxidantes . *Scielo*, 50-59.
- Guerra, E. (2017). Estrés oxidativo, enfermedades y tratamientos antioxidantes. *Scielo*, 326-335.
- Guevara Mora, G. (2010). Aprendizaje basado en problemas como técnica didactica para la enseñanza del tema de la recursividad. *InterSedes: Revista de las redes nacionales* , 142-167.
- Guija-Guerra, H., & Guija-Poma, E. (2023). *Radicales libres y sistema antioxidante*. Lima: Horiz Med.
- Gutiérrez Ávila, J. H., De la puente Alarcón, G., Martínez González, A. A., & Piña Garza, E. (2012). *Aprendizaje Basado en Problemas: un cmino para aprender a aprender*. México DF: Editorial del colegio de ciencias y humanidades.
- Hamui-Sutton, A. (2013). Un acercamiento a los métodos mixtos de investigación en educación médica. *ELSEVIER*, 211-216.
- Hernández Espinoza, D. R., Barrera Morín, V., Briz Tena, O., González Herrera, E. A., Laguna Maldonado, K. D., Jardínez Díaz, A. S., & Matuz Mares , D. (2019). The role of reactive oxygen and nitrogen species in some neurodegenerative diseases. *Revista de la facultad de Medicina*, 25-42.
- Jaramillo, J. F., & Valdivia Flores, A. (2016). Fundamentos de estrés oxidativo celular. Mexico: 11-140.
- Lozano Ramírez, M. (2021). El aprendizaje basado en problemas en estudiantes universitarios . *Tendencias Pedagógicas* , 37,90-103.

- Macias, M. (3 de 02 de 2017). *el estudiante como protagonista de su propio aprendizaje*. Obtenido de Recuperado de <https://ineverycrea.mx/comunidad/ineverycreamexico/recurso/el-alumno-como-protagonista-de-supropio/765cad1d-0696-43bb-9add-649a7e1c5650>
- Madrigal Ureña, A., & Mora Rosenkrans, B. (2018). Generalidades de cáncer de mama para medico general. *Scielo*, 9-17.
- Maldonado Frías , S. (2013). Bioquímica: la importancia de las áreas básicas en la odontología . *Revista odontologica mexicana* , 74-78.
- Maureira, S., & Uribe Fuenzalida, P. A. (2015). *Aprendizaje basado en problemas Infantil, Primaria y secundaria*. España: Ministerio de educación, cultura y deporte.
- Mendoza Moreira, M., & Rodríguez Gámez, M. (2019). Student-centered learning from research planning. *CIENCIAMATRIA . Revista Interdisciplinaria de Humanidades, Educación, Ciencia y Tecnología*, 12-18.
- Morales Bueno, P., & Landa Fitzgerald, V. (2004). Aprendizaje basado en problemas. *Revistas y periódicos: Theoria, Vol 13*, 145-157. Obtenido de <http://biblioteca.udgvirtual.udg.mx/jspui/bitstream/123456789/574/1/Aprendizaje%20basado%20en%20problemas.pdf>
- Morales Bueno, P., & Landa Fitzgerald, V. (2004). Aprendizaje Basado en Problemas. *Revistas y periódicos:Theoria*, 145-157.
- Naik, G., Priyadarsini, K., Satav, J., Banavalikar, M., Sohoni, D., Biyani, M., & Mohan, H. (2003). Comparative abtioxidant activity of individual herbal components used in Ayurvedic medicine. *Phytochemistry*, 97-104.
- Nilo Rodriguez, C. (2007). Fundamento teorico de los mapas conceptuales . *Revista de Arquitectura e ingeniería*, 1-10.
- Ortiz Escarza, J. M., & Medina López, M. E. (2020). Estrés Oxidativo ¿Un asesino silencioso? *Educación Química*, 1-11.
- Ortiz Ortiz, M., & Hernández Yomayuzá , O. M. (2023). Aprendizaje Basado en Problemas mediado por una aplicación educativa móvil . *Revista virtual Universidad Catolica del Norte*, 43-69.
- Ozdamli, F., & Asiksoy, G. (2016). Flipped classroom approach. *World Journal on Educational Technology: Current Issues.*, 98-105.
- Peñarrieta, J., Tejeda, L., Mollinedo, P., Vila, J., & Bravo, J. (2014). Compuestos fenólicos y su presencia en alimentos. *Revista Boliviana de Química, Vil.31, num 2*, 68-81.
- Piñeros, Y., & Parga, D. (2014). Caracterización de los contenidos curriculares contextualizados para la enseñanza de la química. *Revista Tecné; Episteme y Didaxix: TED*, 755-762.
- Restrepo Gómez, B. (2018). Aprendizaje basado en problemas (ABP): una innovación didáctica para la enseñanza universitaria. *Educación y educadores*, 9-19.

- Restrepo Gómez, B. (s.f). Aprendizaje basado en problemas (ABP): Una innovación didáctica para la enseñanza universitaria. *Pedagogia Universitaria*, 1-11.
- Reyes González, S., & Carpio, A. (2013). El aprendizaje basado en retos, un modelo de formación corporativa. El caso Banorte. *Universidad Oberta de Catalunya*, 25-37.
- Rodriguez, G., Villanueva, E., Glorio, P., & Baquerizo, M. (2015). Oxidative stability and estimate of the shelf life of sacha inchi (*Plukenetia Volubilis* L) oil. *Scientia Agropecuaria*, 155-163.
- Sánchez Valle, V., & Méndez Sánchez, N. (2013). Estrés oxidativo, antioxidantes y enfermedad . *Revista de investigación medica* , 161-168.
- Sarria Villa, R., Gallo Corredor, J., & Urbano, F. (2021). Caracterización de los aceites esenciales de pinus ocarpa por cromatografía de gases-espectrometría de masas. *Revista EIA*, 1-11.
- Tapia Rodriguez, R., Cortes Roldan, D., Cruz Hernández, P., Chávez Martínez, L., & Camacho López, S. (2022). Aprendizaje Basado en Problemas, un desafío para la praxis académica en medicina. *Xikua*, 42-46.
- Torres Ospina, W. L., & Rodrigo Rodriguez, C. (2022). *Implicaciones del modelo Montessori en el Aprendizaje del concepto estrés oxidativo*. Bogota : Trabajo de grado para optar por el título de Licenciada en química.
- Ulisses, A., & Sastre, G. (2018). *El aprendizaje basado en problemas Una nueva perspectiva de la enseñanza en la universidad*. Barcelona: Gedisa, S.A.
- UPM, S. d. (Julio de 2020). *Flipped Classroom (Aula Invertida)*. Obtenido de <https://innovacioneducativa.upm.es/sites/default/files/guias/FlippedClassroom.pdf>
- Valderrama Pérez, L. N. (2020). ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DE ANTIOXIDANTES, RADICALES LIBRES Y ESTRÉS OXIDATIVO A PARTIR DE UNA MEZCLA COMPLEJA DE Psidium Guajava.L. *Trabjo de grado para optar al título de Licenciada en química* , 1-238.
- Venereo Gutiérrez, J. (2002). Daño oxidativo, radicales libres y antioxidantes. *Revista Cubana de Medicina Militar*, 126-133.
- Zapata Ros, M. (s.f.). Teorías y modelos sobre el aprendizaje en entornos Conectados y Ubicuos: Bases para un nuevo modelo teórico a partir de una visión critica del. 5-7.