

**IMPLICACIONES DEL MODELO MONTESSORI EN EL
APRENDIZAJE DEL CONCEPTO ESTRÉS OXIDATIVO**

WENDY LORENA TORRES OSPINA

CÓD: 2016115066

**Trabajo de grado para optar por el título de
LICENCIADA EN QUÍMICA**

DIRECTOR

RODRIGO RODRÍGUEZ CEPEDA

Químico, M. Sc. y PhD en Educación

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

DEPARTAMENTO DE QUÍMICA

BOGOTÁ, D.C

2022

NOTA DE ACEPTACIÓN

RODRIGO RODRIGUEZ CEPEDA

Director

MARTHA JANNETH SAAVEDRA ALEMÁN

Evaluada

BLANCA FLORINDA RODRÍGUEZ HERNÁNDEZ

Evaluada

BOGOTÁ, 2022

AGRADECIMIENTOS

Como respuesta a su amor, compañía y formación para afrontar mi camino en la sociedad, dedico este trabajo de grado a mi madre Norma Cecilia Ospina, por ser el motor de mi vida, por apoyarme en este sueño durante tantos años, secar mis lágrimas en los momentos en que sentía que ya no podía, por sus consejos y por enseñarme a vivir con fortaleza, amor y dedicación, a mi padre Jesús Antonio Torres por sus grandes enseñanzas, por su cariño que llena de alegría mi alma, por escuchar mis metas e impulsarme a cumplirlas, por motivarme a escribir y sobre todo por enseñarme a ser independiente.

Agradezco a mi hermano Edinson Alejandro Torres por regalarme su compañía y alegría a lo largo de la vida; a doña Gloria González y don Stalin Salazar por su compañía, cariño y motivación a lo largo de este camino, gracias por ser como mis segundos padres; a mi perro Tokio, porque en él encontré la felicidad y la tranquilidad que necesitaba mi vida.

Agradezco al profesor Rodrigo Rodríguez Cepeda por su conocimiento, orientación, tiempo y paciencia, ya que sin su dedicación hubiese sido imposible materializar la presente investigación.

A mis evaluadoras, por las observaciones y guía que hizo posible encaminar de la mejor manera la investigación.

Agradezco a mi amigo Erick Gómez por motivarme a recorrer en bicicleta nuevos caminos; John Pérez por su constante compañía y amistad sincera; a Sergio Gómez por su preocupación, amor y cuidado; a Lina Paola Daza por enseñarme tantas cosas en el camino y sobre todo por acompañarme en él con su motivación, a Jorge Guevara y María Fernanda Suarez por sus consejos, por su constancia y por brindarme momentos tan felices dentro y fuera del salón de clases.

Agradezco a Juan David Laverde por estar en momentos de felicidad y también en los difíciles, por su cariño, por sacarme de la monotonía y sobre todo por hacerme reír; a Daniela González González por su lealtad, su incondicionalidad, su sinceridad y sobre todas las cosas por su amistad durante estos 7 años y por último y no menos importante a la Universidad Pedagógica Nacional por abrirme un mundo de oportunidades, por formarme y regalarme tantos momentos de alegría.

TABLA DE CONTENIDO

1. Introducción	9
2. Planteamiento de problema.....	12
3. Justificación	13
4. Objetivos.....	15
4.1 OBJETIVO GENERAL	15
4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	15
5. Antecedentes	16
5.1 MARÍA MONTESSORI: PEDAGOGÍA CIENTÍFICA	16
5.2 RECUBRIMIENTOS COMESTIBLES	18
5.3 ESTRÉS OXIDATIVO.....	20
6. Marco referencial	25
6.1 MARÍA MONTESSORI: EL MÉTODO DE PEDAGOGÍA CIENTÍFICA	25
6.2 ESTRÉS OXIDATIVO.....	26
6.3 RECUBRIMIENTOS COMESTIBLES	28
7. Metodología	29
7.1 POBLACIÓN.....	30
7.2 ETAPAS DE INVESTIGACIÓN	31
7.2.1 construcción, aplicación y validación de instrumento inicial de ideas previas	31
7.2.2 construcción y aplicación de programa guía de actividades (pga)	32
7.2.3 evaluación de eficacia del (pga)	33
8. Resultados y análisis de resultados.....	34
8.1 CONSTRUCCIÓN, APLICACIÓN Y VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO INICIAL DE IDEAS PREVIAS	34
8.1.1 preguntas 1,4 y 8 (tabla 1)	35
8.1.2 pregunta 2 (tabla 1)	39
8.1.3pregunta 3 y 9 (tabla 1)	40
8.1.4 preguntas 5, 6 y 7 (tabla 1)	42
8.2 CONSTRUCCIÓN Y APLICACIÓN DE PROGRAMA GUÍA DE ACTIVIDADES (PGA)	47
8.2.1 ACTIVIDAD 1 Y 2. ORIENTACIÓN E INTRODUCCIÓN AL CONCEPTO DE ESPECIES REACTIVAS DE OXÍGENO	48
8.2.2 ACTIVIDAD 3. ACTIVIDAD SENSORIAL	50
8.2.3 ACTIVIDAD 4. ACTIVIDAD DE SOCIALIZACIÓN Y DIVULGACIÓN.....	55
8.2.4 ACTIVIDAD 5. OBTENCIÓN DE EXTRACTOS ANTIOXIDANTES	61
8.2.5 ACTIVIDAD 6 Y 7 ORIENTACIÓN Y ACTIVIDAD FINAL (INTRODUCCIÓN AL ESTRÉS OXIDATIVO).....	68
8.2.5.1 especies reactivas de oxígeno	72
8.2.5.2 mapa conceptual	73
8.2.5.4 ¿qué haría usted para conservar sus frutas y vegetales?.....	79
8.2.5.5 ¿qué sucede en la imagen?	82
8.2.5.6 punto 6 y 7. ¿qué consecuencias puede suponer para la salud el estrés oxidativo? y ¿qué rol cumplen y cómo actúan los antioxidantes en el organismo?	84
8.3 ACTIVIDAD NO 9. PROBLEMÁTICA.....	88
8.4 EVALUACIÓN DE EFICACIA DEL (PGA).....	91
9. Conclusiones	95
10. Recomendaciones	97
11. Referencias bibliográficas	98

12. Anexos.....	103
12.1 ANEXO A. PRUEBA DE ENTRADA.....	103
12.2 ANEXO B. PROGRAMA GUIA DE ACTIVIDADES.	104
12.3 ANEXO C. ACTIVIDAD 2, AMBIENTE PREPARADO.....	127
12.4 ANEXO D. ACTIVIDAD SENSORIAL GRUPO 8.....	128
12.5 ANEXO E. RESULTADO DE ACTIVIDAD 7 PUNTO 1, ESTUDIANTE 12 Y 19.....	128

INDICE DE TABLAS

• <i>Tabla 1.</i> prueba diagnostica	32
• <i>Tabla 2.</i> estudio de secuencia conceptual en preguntas (1,4 y 8) elaboradas en el material inicial de ideas previas.	36
• <i>Tabla 3.</i> resultados obtenidos en la pregunta 3	40
• <i>Tabla 4.</i> resultados obtenidos en la pregunta 9	41
• <i>Tabla 5.</i> rubrica de evaluación pregunta 5,6 y 7	43
• <i>Tabla 6.</i> estudio de secuencia argumentativa en preguntas (6,7 y 5) elaboradas en el material inicial de ideas previas.	43
• <i>Tabla 7.</i> imágenes experimentales de actividad sensorial	51
• <i>Tabla 8.</i> rubrica de evaluación para actividad de socialización y divulgación.....	56
• <i>Tabla 9.</i> rubrica de evaluación para evaluar informes de laboratorio	63
• <i>Tabla 10.</i> cuadro de resultados de actividad 7	71
• <i>Tabla 11.</i> aspectos por evaluar frente a las habilidades conceptuales.	73
• <i>Tabla 12.</i> cuadro de resultados de mapa conceptual actividad 7 vs actividad 1 del estudiante 14	75
• <i>Tabla 13.</i> cuadro de resultados de mapa conceptual actividad 7 vs actividad 1 del estudiante 14	76
• <i>Tabla 14.</i> ítems que evidencian el conocimiento con respecto a recubrimientos comestibles	80
• <i>Tabla 15.</i> respuestas de los estudiantes frente a la pregunta 4	81
• <i>Tabla 16.</i> respuestas de los estudiantes frente a la pregunta 4	83
• <i>Tabla 17.</i> estudio de secuencia conceptual en preguntas (1,6 y 7) elaboradas en el material final de introducción al estrés oxidativo.....	85
• <i>Tabla 18.</i> rangos obtenidos con la prueba de wilcoxon con respecto a la prueba de ideas previas y la prueba final.	93
• <i>Tabla 19.</i> nivel de significancia asintótica (p valor) obtenido con la prueba de wilcoxon para prueba inicial y final.	93
• <i>Tabla 20.</i> coeficiente de correlación obtenida en la prueba de pearson para prueba inicial y final	94

INDICE DE FIGURAS

• <i>Figura 1.</i> barreras que pueden ser controladas con el uso de recubrimientos comestibles	29
• <i>Figura 2.</i> pantalla de prueba de ideas previas	34
• <i>Figura 3.</i> escala de valoración	35
• <i>Figura 4.</i> resultados de estudio de secuencia conceptual de los 17 estudiantes	38
• <i>Figura 5.</i> respuesta número dos, prueba de ideas previas (anexo a)	39
• <i>Figura 6.</i> nube de palabras claves, pregunta 3.	40
• <i>Figura 7.</i> resultados de estudio de secuencia argumentativa	45
• <i>Figura 8.</i> resultados de prueba de entrada	46
• <i>Figura 9.</i> ¿cómo navegar en este programa guía de actividades?	48
• <i>Figura 10.</i> resultados evaluados en la actividad 2	50
• <i>Figura 11.</i> compilación de información en la red semántica de la actividad no 3, por parte del grupo 8	52
• <i>Figura 12.</i> compilación de información en la red semántica de la actividad no 3, por parte del grupo 1	53
• <i>Figura 13.</i> resultados finales en la actividad sensorial numero 3.....	54
• <i>Figura 14.</i> resultados de actividad de socialización y divulgación	57
• <i>Figura 15.</i> información de red semántica de la actividad no 4, por parte del grupo 4	58
• <i>Figura 16.</i> información de red semántica de la actividad no 4, por parte del grupo 7	59
• <i>Figura 17.</i> información de red semántica de la actividad no 4, por parte del grupo 7	60
• <i>Figura 18.</i> resultados generales de la actividad 5.	64
• <i>Figura 19.</i> prueba experimental de recubrimiento comestible en fresa, grupo 1	64
• <i>Figura 20.</i> prueba experimental de recubrimiento comestible en fresa, grupo 2	66
• <i>Figura 21.</i> prueba experimental de recubrimiento comestible en fresa, grupo 8	67
• <i>Figura 22.</i> puntaje para la actividad 7.....	70
• <i>Figura 23.</i> puntaje para la actividad 7.....	70
• <i>Figura 24.</i> resultados de punto 1, especies reactivas de oxígeno	72
• <i>Figura 25.</i> resultados generales sobre habilidades conceptuales	74
• <i>Figura 26.</i> nube de palabras resultado de pregunta 2 en actividad 7	78
• <i>Figura 27.</i> resultados que evidencian la construcción del concepto de conservación a partir de recubrimientos comestibles.	80
• <i>Figura 28.</i> imagen de análisis, actividad introducción al estrés oxidativo.....	82
• <i>Figura 29.</i> resultados de análisis de imagen.	84
• <i>Figura 30.</i> resultados de secuencia conceptual en preguntas 1,6 y 7 de la actividad introducción al estrés oxidativo.	87

- *Figura 31.* resultados de prueba final (introducción a el estrés oxidativo)87
- *Figura 32.* solución al problema generado por el grupo 489
- *Figura 33.* solución al problema generado por el grupo 690
- *Figura 34.* resultados frente al último instrumento grupal de resolución de problemas.91
- *Figura 35.* puntaje para la actividad 7.....92

1. INTRODUCCIÓN

El presente proyecto de investigación se desarrolla en el marco de los objetivos de la línea de investigación Alimentomica y enseñanza de las ciencias, así como dentro de las actividades de DQU-032-S-21 **“semillero de investigación Chimeía International Student Chapter UPN-ACS sobre enseñanza- aprendizaje de la química y bioquímica en contexto”**. En este trabajo investigativo se pretende analizar, a partir de la pedagogía científica, las implicaciones que tiene en el aprendizaje de la química el concepto de estrés oxidativo y así enfocarlo en la elaboración de recubrimientos comestibles con base en extractos bioactivos, para su posterior aplicación en productos frescos o materia prima.

Con base en lo anteriormente expuesto, este documento se presenta como una propuesta innovadora en la enseñanza del estrés oxidativo; para la cual el método científico de María Montessori representa un recurso pedagógico que se fundamenta en la libertad y en la construcción del concepto por parte de los estudiantes. Así mismo, dicho recurso otorga al proyecto un enfoque transformador, que facilita en los docentes prácticos y en formación la estimulación y desarrollo de habilidades de observación, investigación y conceptualización.

Por otro lado, María Montessori, conocida como la principal autora del método de la pedagogía científica, partió, específicamente, de la observación, la elaboración de materiales en un ambiente preparado y de su filosofía, rompiendo así con las barreras de la educación tradicional. Esta larga trayectoria convirtió a su método, con el pasar de los años, en un sistema con resultados favorables frente a la obtención de conocimiento en ciencias. Por tanto, en el presente año 2022, la Universidad Pedagógica Nacional conmemora 70 años de su fallecimiento; en donde, por medio de un cronograma de actividades, diferentes autores exponen la revolución y evolución de su método en la pedagogía.

En síntesis de lo anterior, esta investigación se implementa en una metodología mixta (con enfoque cualitativo y cuantitativo) con estudiantes de la Universidad Pedagógica Nacional de Colombia, pertenecientes al Departamento de Química de la Facultad de Ciencia y Tecnología, y que se encuentran en el ciclo de profundización, específicamente en el espacio académico de Énfasis disciplinar, llamado Química de alimentos y productos naturales.

La presente investigación se orienta con base en 11 ítems: introducción, planteamiento del problema, justificación, objetivos, antecedentes, marco referencial, metodología, resultados y análisis de resultados, recomendaciones, conclusiones y bibliografía.

Dentro de la introducción se encuentra, de manera general, la finalidad de la investigación y la relevancia en el área de las ciencias. Así mismo, se menciona este método y de su desarrollo a partir de las implicaciones del modelo Montessori en el aprendizaje de la pedagogía científica. Por otro lado, en el planteamiento del problema se da a conocer el principal asunto que se desea esclarecer en cuanto a la adquisición del concepto de estrés oxidativo. Además, dentro de la investigación, se pretende enseñar dicho concepto a partir de la relación de dos temas fundamentales: extractos bioactivos y recubrimientos comestibles, teniendo en cuenta la metodología de María Montessori para su desarrollo.

La justificación acerca al lector a entender los motivos pedagógicos y científicos del proyecto, por los cuales se impulsa este trabajo investigativo y se responde a la pregunta de por qué debería llevarse a cabo. Por su parte, en los objetivos, se expresa de manera clara lo que se pretende alcanzar frente a la elaboración de la investigación.

Dentro de los antecedentes se presentan todos los trabajos o investigaciones que han llevado a cabo otros autores en el área de estudio durante los últimos 10 años. Estos permiten observar el desarrollo de la investigación en el campo e, incluso, demuestran su importancia. Por su parte, en el marco referencial se presentan, de manera detallada, los conceptos que serán empleados en la investigación: recubrimientos comestibles, estrés oxidativo y el método de María Montessori.

En la metodología se proporcionan detalles de cómo se va a llevar a cabo la investigación. En esta se exponen tres fases metodológicas: 1. Construcción, aplicación y validación de instrumento inicial de ideas previas; 2. Construcción y aplicación de programa guía de actividades y 3. Sistematización e interpretación de datos.

En cuanto a los resultados y al análisis de resultados se puede evidenciar la validez del método de Montessori en el aprendizaje del concepto de estrés oxidativo. Así mismo, se presenta un análisis de los elementos obtenidos al finalizar cada una de las fases de desarrollo del trabajo investigativo. Posterior a esto se realiza un análisis de resultados apoyado en recursos gráficos, tablas e imágenes para facilitar su comprensión, teniendo en cuenta también el uso del software Atlas. ti y del software SPSS estadistic.

Finalmente, en recomendaciones se sugiere o no, la implementación o uso de este trabajo investigativo para abordar el aprendizaje de estrés oxidativo. Por otro lado, en conclusiones, se destacan los logros, las limitaciones y los aportes intentando responder a los objetivos que se llevaron a cabo en el proceso investigativo y por último y no menos importante la

bibliografía expone las consultas que se llevaron a cabo por ende está compuesta por una extensa lista de documentos que fueron empleados en la investigación.

2. PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA

En el campo de la pedagogía en especial en la enseñanza de las ciencias y en los diversos espacios en donde se contribuye a una adecuada formación científica, parece indudable la adquisición y utilización de un correcto lenguaje científico, lo que puede llegar a posibilitar un obstáculo que dificulte el proceso de enseñanza de las ciencias, dicho esto de otra manera, la transmisión oral de contenidos en ciencia no suele siempre ir ligada a una correcta comprensión y utilización del vocabulario por parte de los estudiantes.

Por otro lado, el consumo de frutas y verduras registran una tendencia de ascenso, lo que además de explicar las tendencias de consumo, explica las estructuras poblacionales, la creciente valoración social y científica de las propiedades nutricionales y funcionales de las frutas (Cortes Acosta & Gil Camelo, 2018), fenómenos que evidencian el desplazamiento de alimentos a otros lugares para su posterior consumo en donde en muchas ocasiones se generan grandes pérdidas por composición, cambios morfológicos, envejecimiento, y factores externos como son temperatura, daños físicos, humedad relativa, patógenos, factores atmosféricos, contaminación, etc.

Por lo que se hace importante la búsqueda de alternativas como recubrimientos comestibles a partir de extractos bioactivos que disminuyan al mismo tiempo el uso de empaques sintéticos o no biodegradables, debido a que estos no aseguran la protección del medio ambiente, en tanto los recubrimientos proporcionan el prolongar la vida de un producto y al mismo tiempo transparencia, flexibilidad, dureza y generan una biodegradación segura para el ser humano quien es el principal consumidor y seguridad medio ambiental.

Visto de esta manera el presente proyecto pretende la realización de determinadas actividades en las que el estudiante es autónomo y participativo en la realización de futuras actividades, a fin de que se refuerce y facilite el aprendizaje y comprensión de los términos científicos direccionados en este trabajo como lo es estrés oxidativo, recubrimientos comestibles, radicales libres, etc. y en consecuencia de ello se llevará a cabo en una metodología mixta, en donde se tiene en cuenta el modelo Montessori con el fin de buscar que el estudiante se aproxime a la adquisición sencilla del conocimiento. Dicho lo anterior la siguiente pregunta problema guía el proceso investigativo: ¿Cuáles son las implicaciones del modelo Montessori en el aprendizaje del concepto estrés oxidativo, en el contexto de los extractos bioactivos y los recubrimientos alimenticios?

3. JUSTIFICACIÓN

La presente investigación se implementa en la Universidad Pedagógica Nacional de Colombia con estudiantes de licenciatura en química, con el propósito de elaborar recubrimientos comestibles a partir de extractos bioactivos que ayuden a entender el concepto de estrés oxidativo, para ello se utiliza el modelo de la pedagogía científica de María Montessori que se caracteriza por proveer un ambiente preparado, es decir estético, real, ordenado y simple; donde cada objeto tiene su razón de ser en el aprendizaje en el aula, esto promueve la socialización, el respeto y la oportunidad de aprender, ya que propicia prolongados periodos de concentración que no deben ser interrumpidos, razón por la que se desarrolla la libertad que permite al estudiante responder espontáneamente a los problemas del entorno.

Por definición se puede decir que la manera en la que se produce el estrés oxidativo es debido al desequilibrio entre la producción acelerada de radicales libres, las especies reactivas de oxígeno y la baja cantidad de antioxidantes presentes en el cuerpo humano; dado también por una dieta inadecuada y la capacidad que el organismo tiene para neutralizarlas, cuando esta no es suficiente se produce deterioro de los tejidos que favorecen la aparición de diferentes patologías.

El estrés oxidativo, está fuertemente ligado al aumento de contraer cáncer y algunas otras enfermedades como: periodontitis, artritis reumatoidea, arterioesclerosis, diabetes, Parkinson, enfermedades cardiovasculares, Alzheimer y enfermedades neurodegenerativas entre otras.

La organización mundial de la salud (OMS), ha establecido que el consumo adecuado de vitaminas y por otro lado el consumo de frutas y vegetales mayor de 500 g/día con propiedades antioxidantes podría prevenir o retardar la aparición de enfermedades por estrés oxidativo, ya que ofrecen cantidades moderadas de nutrientes.

Las células pueden tolerar un estrés oxidativo leve que con frecuencia da lugar a una regulación al alza de la síntesis de sistemas de defensa antioxidante, en un intento de restablecer el equilibrio. Sin embargo, el estrés oxidativo grave puede producir importantes alteraciones del metabolismo celular, con daño del ADN, elevación del Ca^{+2} libre y de los iones de membrana y de otras proteínas y peroxidación lipídica, todo ello puede causar la lesión y muerte celular (Ziegler et al; 1997)

Esta investigación no busca indagar sobre aspectos tales como nutrición, salud, ni producción debido a que no hace parte del campo de acción de la investigadora y la principal idea de este

es analizar cuáles son las implicaciones a partir del método Montessori que tiene en el aprendizaje de la química el concepto de estrés oxidativo.

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

- Analizar las implicaciones del modelo de la pedagogía científica en el aprendizaje del concepto estrés oxidativo, en el contexto de los extractos bioactivos y su aplicación en recubrimientos de alimentos.

4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Identificar los conceptos previos con los que cuenta la población objeto de estudio en cuanto a estrés oxidativo.
- Diseñar y aplicar un programa guía de actividades a partir del método Montessori, alrededor de recubrimientos comestibles con extractos bioactivos, para la enseñanza del concepto de estrés oxidativo.
- Evaluar las implicaciones en el aprendizaje que tuvo la estrategia didáctica con referencia al concepto de estrés oxidativo.

5. ANTECEDENTES

Los acontecimientos y hechos que cuenta la historia constituyen significativamente el desarrollo de la humanidad desde la antigüedad hasta el tiempo presente. La educación por sí sola, es un proceso que conlleva continuos cambios con el fin de facilitar el aprendizaje y la adquisición de conocimientos.

El docente investigador, busca alternativas que favorezcan la experiencia del estudiante en el evento formativo, esto tiene mucho que ver con la construcción de nuevas estrategias y herramientas que potencialicen los procesos de aprendizaje.

El presente trabajo pretende investigar que implicaciones tiene el método de María Montessori en la enseñanza del estrés oxidativo. A continuación, se presentan algunos antecedentes que fueron realizados en los últimos 10 años y se respaldan en 3 ejes centrales: el Método de María Montessori, estrés oxidativo y por último recubrimientos comestibles, estos eventos permiten comprender el desarrollo de la investigación.

5.1 María Montessori: pedagogía Científica

El método Montessori promueve un ambiente preparado, es decir: ordenado, estético, simple y real. Cada elemento en el espacio tiene su razón de ser en el desarrollo de aprendizaje por ende en esta línea histórica de desarrollo del modelo educativo, se pretende visualizar elementos que constituyen el aprendizaje del estudiante y el oficio de enseñar.

(Paez & Bermudez, 2008), realizan una propuesta de evaluación docente usando la pedagogía Montessori, en donde aplican y evalúan dimensiones relacionadas con el ser, saber, saber hacer y saber comprender del docente. Posteriormente, se aplicó como plan piloto a 30 participantes pertenecientes al colegio Montessori British school con el fin de evaluar su desempeño y promover la calidad en su gestión diaria y a partir de un enfoque centrado en la práctica reflexiva en una instancia de reflexión supervisada

Posteriormente, Lozano (2013), expone en su documento *la formación de la identidad del maestro una construcción entre el saber pedagógico y la investigación*, que el ejercicio investigativo, dentro de la práctica docente, es un proceso reflexivo importante en su formación, ya que permite superar la acción cotidiana, reestructurar su autocomprensión y orientar allí desde la acción, evidenciando la construcción y el distanciamiento del educador

a partir de teorías como la de Montessori, para consolidar, de manera sustancial, su saber pedagógico.

Al mismo tiempo, el docente Cárdenas, 2015 publicó un artículo titulado: *elementos comunes y puntos de reflexión desde Montessori y Dewey*, en donde señala los principales aspectos en cuanto a el método y la pedagogía de los dos autores. A partir de la observación y el análisis del estudiante, su entorno y lo que experimenta en el contexto de las ciencias de la naturaleza, esperando una reacción espontánea ante el conocimiento que adquiere.

En referencia a la importancia del material didáctico, en el ámbito educativo y a la expectativa que se tiene de que el estudiante responda a los procesos actuales, teniendo en cuenta el principio de la libertad, la creatividad, individualidad y sociabilidad, en el proceso de enseñanza- aprendizaje Reyes, (2014), implementa una propuesta con el fin de mejorar la calidad de educación, facilitando al docente el material para enseñar lúdicamente y lograr así, que el aprendizaje sea significativo.

Poco tiempo después, la revisión bibliográfica nos conduce a Olmos y Espinosa (2016), quienes implementan técnicas de aprendizaje, grupales y activas, en la educación superior no tradicional y proponen una formación humanística, científica, técnica y artística que permita con seguridad, afrontar situaciones en la vida cotidiana, basándose en el principio de María Montessori. Se puede decir que la teoría impulsa la capacidad de respuesta del estudiante a través de la utilización de material didáctico, por ende, se utilizó un salón modificado no tradicional, en donde los estudiantes tuvieron una serie de actividades y en base a ellas se realizaron preguntas, finalizando así, con una autoevaluación, como un proceso reflexivo.

En relación con la idea anterior Cuesta, (2018), expone que en la etapa de adolescencia, se desarrolla en gran parte la creatividad y las ganas de aportar al mundo. Por ende, el uso del modelo Montessori, trata de que el conocimiento se construya, a través, de preguntas que se hacen los estudiantes, para potenciar así, la aparición de habilidades especiales y/o sensibilidades.

Por este mismo año la revista BBC NEWS publicó *Método Montessori: cómo es la educación que recibieron los creadores de Amazon, Google y Wikipedia*, artículo innovador de Llorente, (2018), en donde inicialmente se hace un rastreo de la trayectoria de grandes personalidades a nivel mundial como: Jeff Bezos, Sergey Brin, Larry Page, Jimmy Wales, Will Wright, Beyonce y por ultimo Gabriel García Márquez, quienes estudiaron bajo el sistema del método Montessori, en donde se destaca el desarrollo individual y la libertad de pensar lo que sucede en el mundo para analizar las cosas de forma diferente y dar un enfoque futuro a su vida.

Finalmente, Rey, (2021) nos acerca a la actualidad, en cuanto hace referencia a la concentración, como un proceso mental, que parte del razonamiento, la libertad y se plantea de manera amplia el desarrollo de la personalidad del estudiante y su orden mental, ya que fomenta la autonomía, y se desarrollan los periodos sensibles del estudiante, para que este adquiera conocimientos, en una práctica de calidad que no le cueste al individuo un gran esfuerzo.

5.2 Recubrimientos comestibles

En los últimos tiempos, se ha presentado una gran demanda y fortalecimiento de la adquisición de alimentos que conserven sus propiedades organolépticas, lo que ha generado que los procesos, por parte de la industria alimentaria, se enfoquen en asegurar la calidad y conservar los productos de la canasta familiar, sin afectar su vida útil. De este modo, se evitan las lesiones mecánicas postcosecha, ya que estas provocan alteraciones estructurales y fisiológicas, facilitando de manera inmediata la entrada de microorganismos que producen deterioro (Fernández et al; 2017).

Por otro lado, el uso de recubrimientos y películas nacen con el fin de proteger los alimentos perecibles del deterioro natural y de ciertas pérdidas importantes de calidad, las cuales pueden ser causadas por el medio ambiente, durante su almacenamiento. Estos son aplicados en forma líquida por pulverización o inmersión, formando un recubrimiento sobre el alimento. Al mismo tiempo, los recubrimientos comestibles, pueden utilizarse como vehículo para incrementar las propiedades saludables y nutricionales del alimento mínimamente procesado e incorporar compuestos bioactivos, en donde, se haga uso de antioxidantes manteniendo así el recubrimiento natural, comestible y sin toxicidad, ya que los aditivos son de origen natural y aprobados para el uso alimentario, por la legislación y normatividad de cada país (Fernández et al; 2017)

La historia se remonta a la china del siglo XII y XIII, en donde Hardenburg, (1967), expone que: el encerado de las frutas se practicaba para reducir la deshidratación de cítricos, tales como naranjas y limas. Este método fue efectivo para esta época y fue puesto en práctica durante algunos siglos, a falta de otros más eficientes; por otra parte, en el siglo XV, se empieza a hacer uso de un recubrimientos comestibles a base soja hervida y leche de piel, para mejorar la apariencia y calidad de los alimentos. En el siglo XIX, se registró en Inglaterra una patente referida a la preservación de varios productos cárnicos, empleando películas de gelatina (Pavlath & Orts, 2009).

En el siglo XX Kester y Fennema, (1989), evidencian que para este tiempo se contaba con ceras parafínicas comerciales, para el recubrimiento de cítricos y se evidenciaba el desarrollo de recubrimientos y películas a base de celulosa. A partir de 1930, se empezó a usar una emulsión elaborada en base a ceras y aceites en agua que eran aplicadas por aspersión en frutas para mejorar su apariencia.

Petracek et al; (1999) expone que: los recubrimientos elaborados en base de polisacáridos mejoran la calidad de los productos cárnicos. Durante el almacenamiento, al incluir productos derivados de almidón, pectina, carragenatos, alginatos y celulosa, usados por su excelente acción a la hora de retardar la deshidratación y conservar el alimento, se observa que estos no aportan suficiente brillo, como las ‘ceras solventes’, así que, hacia 1960, se empiezan a emplear ceras al agua o ceras a base de agua, que incluyen goma, laca o resinas, que mejoran sustancialmente el brillo de los productos comestibles.

Actualmente, de acuerdo con el consumo, la calidad y la legislación vigente, la composición y las características de los recubrimientos, han ido evolucionando, estos cambios, se deben a las necesidades del momento y la tendencia actual de excluir algunos ingredientes perjudiciales para la salud. Una solución amigable con el consumidor y el medio ambiente tiene que ver con utilizar el agua como solvente en las formulaciones de recubrimiento, para remplazar a los hidrocarburos de petróleo y el uso de conservantes artificiales.

El sector de frutas y vegetales en Colombia se beneficia en gran parte de la diversidad de las zonas topográficas y de zonas climáticas, las cuales permiten que hallan cosechas durante todo el año. La producción colombiana de frutas frescas creció 20,6% en los últimos 5 años, alcanzando 7,3 millones de toneladas en 2019. (Colombia CO, S.f)

Según la FAO, (2019), Colombia es el principal exportador de frutas exóticas como: uchuva, gulupa, pitahaya, granadilla y frutas tropicales tales como: mango, aguacate, limón, banano y piña. En América latina, una gran parte de esa variedad de productos, tienen mucha aceptación en el mercado internacional.

Las frutas colombianas tienen una excelente calidad en términos organolépticos con uno de los mejores colores, sabores, aromas, y contenido soluble y al ser comparados con productos de otros países, sin embargo, de acuerdo con datos recientes de la FAO, a nivel global se pierden y desperdician 1.300 millones de toneladas de alimentos por año, es decir, un tercio de los alimentos producidos para consumo humano.

De acuerdo con lo anterior la FAO, (2019) expone que: *en América Latina y el Caribe, estas cifras llegan al 34% de los alimentos producidos, lo que se representa en 127 millones de toneladas. Este fenómeno tiene lugar a lo largo de toda la cadena de valor: producción 28%, procesamiento: 6%, manejo y almacenamiento: 22%, distribución y mercado: 17%, y consumo: 28%.*

Según datos del Departamento Nacional de Planeación (DNP), en Colombia se puede precisar, de acuerdo con los estudios realizados que se pierden y desperdician al año cerca de 9.76 millones de toneladas de alimentos, lo que es equivalente al 34% de la producción total. Las mayores pérdidas se registran en el sector de las frutas y vegetales en un (62%) y de raíces y tubérculos en un (25%) (FAO, 2019).

En Colombia, estos desperdicios y pérdidas de alimentos podrían contribuir a alimentar aproximadamente a 8 millones de personas por año. Las pérdidas mayoritariamente se dan en la etapa de producción, en un 40,5% (3,95 millones toneladas), seguido por el 19,8% (1,93 millones de toneladas) que se pierde en el proceso de postcosecha y almacenamiento y el 3,5% (342 mil toneladas) en los procesos de procesamiento industrial, razón por la que se hace importante el uso de tecnologías que contribuyan a la conservación de alimentos (FAO, 2019).

5.3 Estrés oxidativo

Se puede afirmar que el O₂ desempeña papeles contradictorios, uno esencial para la vida y otro como sustancia toxica, como lo señala la investigadora del departamento de patología de la universidad de Arizona- USA, Margaret Briehl citada en Corrales y Ariza; (2012):

“en ausencia de oxígeno la vida humana se mide en minutos y en su presencia el trabajo normal de las células (metabolismo) genera especies reactivas capaces de generar daño a las células, contribuyendo con ello al envejecimiento y a la aparición de enfermedades”

El oxígeno es conocido como un elemento químico con gran abundancia sobre el globo terráqueo, se estima de acuerdo con Corrales y Ariza; (2012) que este se encuentra en un 53,8% de la corteza terrestre, al mismo tiempo se puede señalar que su fórmula estructural es O₂ y hace parte de cerca del 21% de la composición del aire.

Dentro del marco histórico Corrales y Ariza (2012) indican que: el oxígeno como elemento químico, envuelve en un evento polémico a tres autores, en primer lugar se atribuye su descubrimiento a Carl Wilhelm Scheele, farmacéutico y químico sueco que consigue por

primera vez producir oxígeno y describir su investigación entre los años 1770 a 1773 en el llamado *tratado químico del aire y del fuego* publicado en 1777.

Por otro lado, en 1774 Joseph Prestley, obtuvo oxígeno al aislarlo de forma gaseosa y lo nombro “aire desflogisticado”, realizo una publicación de este hallazgo antes que Scheele. En 1775 descubrió que el O₂ posee toxicidad para el organismo humano, comparando su efecto con lo que le sucede a una vela que se quema, ya que esta arde más rápido en el O₂ puro, estas investigaciones fueron la principal razón por la que Prestley se reconoce en el campo científico como el verdadero descubridor (Corrales & Ariza, 2012).

Finalmente, Corrales y Ariza (2012) expone que: Antoine Lavoisier (químico francés) conocido por producir oxígeno, a través del calentamiento de metal en el año 1774 y en 1777, renombro al aire esencial como oxígeno, desde las raíces griegas *ὀξύς (oxys)* que significan (acido, literalmente punzante, por el sabor de los ácidos) y *-γενής (-genēs)* (productor o engendrador). Antoine Lavoisier pensaba, erróneamente, que el oxígeno era el principal constituyente de los ácidos sin embargo, Humphry Davy en compañía de otros científicos en 1812, al cabo de un tiempo determino con un grupo de científicos que Lavoisier se equivocó en su apreciación pues el hidrógeno el que forma la base de los ácidos, pero el nombre ya se había popularizado.

Antes de continuar es importante mencionar que la oxidación, es un proceso en el cual un compuesto pierde electrones y se oxida, mientras que otro los gana y se reduce; sin embargo cuando la oxidación es prolongada es posible la aparición de estrés oxidativo (EO), es decir el deterioro funcional del organismo y el daño celular y producido por radicales libres¹ exógenos u endógenos (Juarez & Valdivia, 2016).

Existen diversas enfermedades relacionadas con la generación de radicales libres y estrés oxidativo, por ejemplo: artritis reumatoide, Parkinson, diabetes, insuficiencia renal crónica, asma, inflamación hipertensión Alzheimer, cáncer, etc.

A inicios del siglo XX, algunos radicales libres fueron conocidos como compuestos intermediarios en las reacciones de sustancias inorgánicas e orgánicas , como lo señala Rebecca Gerschman y Daniel Gilbert (1954) citados por (Juarez & Valdivia, 2016) al postular que:

¹ Los radicales libres son considerados especies con uno o más electrones desapareados o libres, al mismo tiempo son sustancias inestables y muy reactivas, pues para conseguir su estabilidad reaccionan con moléculas cercanas a las que les sustraen o quitan electrones y las oxidan, generando con ello la aparición de nuevos radicales; esta acción crea una reacción en cadena que daña las células, a menos que sea bloqueada por sustancias llamadas antioxidantes.

- El mecanismo de toxicidad en el cuerpo humano se da mayoritariamente a causa de los radicales libres que derivan del oxígeno y la exposición de los rayos x.
- La disminución de las defensas antioxidantes y el aumento de la presión parcial de oxígeno conllevan al daño tisular y celular.
- La toxicidad del oxígeno en el cuerpo humano es un fenómeno continuo.

Esta teoría no fue aceptada, pues para este tiempo no se reconocía el papel de la mujer en la ciencia y también se mencionó que si fuera de este modo, los radicales libres serían especies demasiado reactivas y tóxicas, para coexistir en sistemas biológicos.

Poco después Dedham Harman (1956), luego de realizar estudios, postuló la participación de los radicales libres en el envejecimiento, como consecuencia del daño producido a las macromoléculas en las células, esta investigación contribuyó al conocimiento sobre la participación de los radicales libres (RL), como agentes intermediarios en reacciones bioquímicas, en respuesta de las células y en diversas enfermedades, a partir de esos años se integró a diversas ciencias los términos de estrés oxidante u oxidativo, daño oxidante, radical libre y antioxidante (Juarez & Valdivia, 2016)

El concepto estrés oxidativo, fue naturalmente definido por el Prof. Helmut Sies (Universidad de Dusseldorf, Alemania) en 1985 como: *La condición de desbalance entre oxidantes y antioxidantes a favor de los primeros, llevando a daño oxidativo a nivel de biomoléculas*. La definición incluye los siguientes elementos:

- La formación de radicales libres se da debido a fuentes endógenas, concedida a partir de citocromos, células fagocíticas, xantina oxidasa, etc. o alternativamente a causa de fuentes exógenas que tiene que ver con humo del tabaco, plaguicidas, luz ultravioleta, etc.
- Los radicales libres pueden reaccionar con biomoléculas tales como lípidos, ácidos nucleicos y proteínas que conducen a modificaciones oxidativas y determinan cambios estructurales y funcionales que generan alteraciones en la homeostasis celular y tisular
- Estos procesos oxidativos se controlan normalmente gracias a sistemas antioxidantes enzimáticos y no enzimáticos (Radi, 2014)

Por otro lado, (Waine, 1998) indica que el término antioxidante, específicamente se refiere a: un producto químico que previene que otras moléculas se unan al oxígeno. A finales del siglo XIX y a principios del siglo XX, extensos estudios fueron dedicados a las aplicaciones de los

antioxidantes en procesos industriales, como la prevención de corrosión, vulcanización del caucho, polimerización de combustibles, etc.

Blokhina et al; (2013) indica que las primeras investigaciones sobre antioxidantes se centraron en evitar la oxidación de grasas insaturadas, conocida como la principal causa de rancidez. Tiempo después la identificación de vitaminas A, C y E evolucionó el campo de la bioquímica al descubrir que actuaban como antioxidantes y por ende combatían la oxidación en el cuerpo humano.

Olguin et al; (2004) indica que cuando la formación de radicales libres, excede la capacidad de defensa de los antioxidantes, falla el balance oxidativo y se produce daño a las moléculas biológicas, por ende cuando hay un ataque a los grupos funcionales de las proteínas se provoca una oxidación de aminoácidos y esto conduce a que hallan modificaciones de las proteínas como fragmentaciones, Hicks (2006) indica el grado de intensidad y afección en la salud que puede tener el estrés oxidativo en el cuerpo humano y posterior a esto divide esta afección en tres partes (adaptación, agudo y crónico) en donde tiene en cuenta el tiempo de exposición a las mismas y las modificaciones en los procesos biológicos.

Como resultado de lo anterior en la actualidad las investigaciones, se dirigen hacia los posibles efectos de la vitamina D, como lo muestra el artículo titulado *El rol de la vitamina D sobre el riesgo de preeclampsia*, publicado en el 2021 en la revista chilena de nutrición, en donde se expresa que la vitamina D funciona como antioxidante en el cuerpo humano, además de estar presente en la mayoría de tejidos y células, cumpliendo múltiples funciones biológicas como: regulación de las concentraciones de fósforo, calcio, además de poseer posibles efectos sobre enfermedades como mellitus tipo II, cáncer, diabetes, preeclampsia (PE), obesidad, hipertensión arterial (HTA) entre otras patologías (González et al; 2021).

Por otra parte vitamina D y sus posibles efectos en la función inmune y la respuesta ante el COVID 19, publicado en la revista de la asociación colombiana de nutrición clínica, en donde se describe que esta reduce el riesgo de infecciones ocasionadas por distintos microorganismos y ratifica que se debe tener adecuados niveles de este micronutriente antes de la enfermedad (Niño, Mora Plazas, & Poveda, 2021)

Otros son los casos en los que vemos su objetividad centrada en aspectos de la salud por ejemplo el artículo llamado *el papel del estrés oxidativo en el desarrollo de las enfermedades neurodegenerativas* escrito y expuesto en el año 2020, en donde se señala que el estudio del estrés oxidativo en las enfermedades neurodegenerativas ha arrojado datos importantes sobre sus mecanismos patogénicos, al mismo tiempo los productos de la modificación oxidativa de

moléculas orgánicas están contribuyendo al diagnóstico y seguimiento clínico de estas enfermedades (Ballester Guerrero, 2020)

Al realizar un bosquejo de trabajos consignados en el repositorio de la Universidad Pedagógica Nacional, sobre temas relacionados con estrés oxidativo, se observó que dos de ellos pueden estar relacionados, estos son: *estrategia didáctica para la enseñanza de antioxidantes, radicales libres y estrés oxidativo a partir de una mezcla compleja de Psidium Guajava. L.*, escrito por (Juarez & Valdivia, 2016) en donde abordan el diseño e implementación de una estrategia de enseñanza basada en el aprendizaje significativo, cuya finalidad se enfoca en permitir la conceptualización de los tres términos anteriormente expuestos.

Por otro lado el artículo llamado *incidencia de los ambientes virtuales de aprendizaje en la construcción del concepto óxido-reducción, un acercamiento desde los compuestos bioactivos de la caléndula (caléndula officinalis)* se presenta como una estrategia para la enseñanza del concepto de óxido-reducción, en donde se tienen en cuenta las dificultades de aprendizaje científico que puede generar en gran parte de la población estudiantil (Guzman & Bejarano, 2020)

Este documento por otra parte propone algo diferente, en cuanto visualiza el papel de la pedagogía científica de María Montessori, frente a la enseñanza del término de estrés oxidativo, alrededor del tema de recubrimientos comestibles con extractos bioactivos, procedentes de fuentes naturales por extracción de oleorresinas con función de antioxidantes que promueven efectos beneficiosos tanto para la salud como para la conservación de los alimentos. El interés evolutivo de las ciencias ha potenciado el estudio progresivo en la incidencia de ciertas enfermedades crónicas que según diversos campos científicos, posee una relación directa con la dieta, esta investigación es una fuente de relación directa a temas adscritos a pedagogía, bioquímica y salud.

6. MARCO REFERENCIAL

6.1 María Montessori: el método de pedagogía científica

María Montessori es la creadora del sistema de educación que lleva su nombre, nació el 31 de agosto de 1870 en el poblado Chiravelle en la provincia de Ancona, puerto del mar Adriático en el centro de Italia, año en el que este país se convirtió en una nación unificada (Marjan, 1999)

Los aportes realizados por María Montessori no pueden deslindarse del contexto social, económico y cultural en el que se desarrolló su pensamiento. La vida de Montessori coincide directamente con el inicio de la llamada revolución industrial, momento de avances tecnológicos y económicos importantes, en donde proliferan las empresas manufactureras y se expanden las primeras grandes corporaciones industriales, pese a la oposición de la iglesia (Blanke, 2013).

Con respecto a la educación se puede mencionar que, desde mediados del siglo XIX, se asiste a un fortalecimiento de la educación pública (por el desarrollo normativo) y el aseguramiento del control estatal de la enseñanza. Nacen diversas experiencias en la corriente de la escuela nueva en diferentes lugares de Europa, que suponía cambios a nivel práctico y teórico en las escuelas (Blanke, 2013).

El método Montessori, también denominado método de la pedagogía científica, ofrece al estudiante, un profundo cambio a nivel práctico y teórico en las escuelas, debido a que incentiva la observación y la experimentación del ambiente cuidado y preparado, desarrollando así los estímulos seleccionados dentro de la actividad libremente, como en la corriente del paidocentrismo, en donde el estudiante es el centro de toda actividad educativa, es un ser activo y capaz de aprender por sí mismo, de ahí parte el estímulo científico. Así mismo esa observación y experimentación en la que pretende educar desde el método Montessori, también es la base o la premisa del trabajo docente. (Trilla, 2001)

Montessori habla de educación, pedagogía y método, mientras separa su pensamiento y toma distancia de posturas teóricas y políticas impartidas en su época, ya que el estudio encuentra importante la formación y observación de los estudiantes. Por ello, no se trata de rediseñar los pupitres o los materiales o reformar los métodos pedagógicos, sino de conectar al individuo con la sociedad, transformar las prácticas educativas, crear ambientes, articular la instrucción con la actividad, reconducir las fuerzas del estudiante, donde se propicie la alegría sin perder

de vista el aprendizaje, el estudio, la disciplina y el trabajo (Montessori, Antropología pedagógica, 1913, pág. 134).

La pedagogía científica se interesa por el diagnóstico de la inteligencia humana; debido a que estudia, analiza y enseña el desarrollo correcto del espacio, posibilita su propia autoeducación y crea ambientes estructurados que resulten atractivos y motivadores para el estudiante con el fin de:

- Preparar al estudiante para la vida, para enfrentarse al ambiente
- Facilita un ambiente agradable para el estudiante en el aula
- No interfiere en los esfuerzos del estudiante, en su propio aprendizaje
- Proporciona materiales ejerciten los sentidos, también llamado material sensorial en donde se desarrolla el (tacto, olor, sabor, etc.) y desarrollen la voluntad.

De acuerdo con lo anteriormente postulado, esta investigación pretende mostrar el conocimiento a partir de la metodología Montessori que transfiere a las prácticas pedagógicas, las características de la educación, el influjo social y cultural de sus postulados, y la pedagogía científica, aspectos poco relevantes en la sociedad y el imaginario colectivo actual; conocimiento que supera los planteamientos y alcances iniciales de la investigación y que además justifican la continuidad y contextualización actual de dichos postulados (Trilla, 2001).

6.2 Estrés oxidativo

El estrés oxidativo es un tema de larga procedencia que nos puede remontar justamente a los inicios de la vida en la tierra, la cual se considera que surgió aproximadamente hace 4 mil millones de años, en la cual la atmósfera se considera anóxica es decir que no existía oxígeno libre, por otro lado esta se encontraba formada por vapor de monóxido de carbono (CO), sulfuro de hidrógeno (H₂S), dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), amoníaco (NH₃), agua (H₂O), e hidrógeno (H). Los organismos vivos, En el pasado, realizaban la fermentación de materiales orgánicos para la obtención de energía a partir de moléculas de H₂O, de CO₂ y de NH₃, con la participación de fuentes energéticas como actividad volcánica, las tormentas eléctricas y radiación ultravioleta (Corrales & Ariza, 2012).

Posteriormente, aparecieron las bacterias fotosintéticas capaces de producir energía a través de la fotosíntesis. Sin embargo, estas no liberaban oxígeno como subproducto. Los primeros organismos en realizar fotosíntesis aeróbica se conocen como los predecesores de las algas azul verdosas, responsables de la aparición de este gas libre en la atmósfera hace aproximadamente dos mil millones de años. De esta forma, para el momento de la aparición de las células eucariotas² el oxígeno existía hacía tiempo.

Sin duda alguna el oxígeno es un elemento imprescindible para la vida; forma parte del grupo de los anfígenos y es un elemento no metálico altamente reactivo, en el cual se forman fácilmente compuestos (óxidos) con la mayoría de los elementos, con excepción de los gases nobles, por su poco nivel de reacción, así mismo, es un fuerte agente oxidante y tiene la segunda electronegatividad más alta de todos los elementos, únicamente superada por el flúor, además, es usado por los organismos aeróbicos para aumentar la extracción de energía proveniente de los nutrientes, mediante su oxidación y liberación en forma de Adenosín trifosfato (ATP). (Corrales & Ariza, 2012)

Por otro lado, a través de diferentes estudios se ha encontrado que el oxígeno puede llegar a ser tóxico y reactivo, por ende, se fue convirtiendo en un agente contaminante llegando a constituir una amenaza para su propio productor, las cianobacterias. Muchos organismos tuvieron que refugiarse en nichos aeróbicos o extinguirse, al paso del tiempo también debieron ser implementados mecanismos de detoxificación intracelular, en los que se encuentran implicadas enzimas tales como: superóxido dismutasas, peroxidasas y catalasas, que reaccionan con radicales producidos por el oxígeno, convirtiéndolos así en compuestos inocuos y agua; la evolución de estas enzimas proporciono tolerancia a las células en presencia de oxígeno.

Debido a la toxicidad por oxígeno se habla por primera vez del efecto Larraín Smith apodado así por quien en 1899 demostró que cuando los seres vivos se exponen a altas concentraciones por encima de los niveles atmosféricos, provoca grandes lesiones pulmonares que comprometen la respiración si se administra durante periodos largos entre 24 y 48 horas, el segundo tipo de toxicidad de oxígeno se denomina toxicidad del sistema nervioso central y fue descrita por el fisiólogo francés Paul Bert en 1878 por lo que también se conoce como el efecto de Paul Bert los experimentos con todo tipo de animales, demostraron que respirar

² Células en cuyos citoplasmas puede hallarse un núcleo celular bien definido, que contiene la mayor parte de su material genético (ADN).

oxígeno hiperbárico³ acaba por provocar un cuadro convulsivo que llamo síndrome hiperóxico y cuya manifestación es idéntica a una crisis epiléptica, lo que puede conllevar a daños tanto reversibles como irreversibles, llegando hasta la muerte celular (zoea, 2020).

Dicho efecto nocivo involucra el proceso de reducción parcial del oxígeno, mediante el que se obtienen las especies reactivas de oxígeno (EROS). Estas moléculas pueden convertirse en peligrosos productos del metabolismo celular, debido a se genera estrés oxidativo conocido como un desbalance, en el que hay una disminución de antioxidantes y un aumento de oxidantes en comparación con la situación definida como normal en el cuerpo humano.

6.3 Recubrimientos comestibles

El interés del consumidor por adquirir alimentos que sean seguros, nutritivos, que beneficien a la salud y que además cuente con las debidas precauciones para cuidar el medio ambiente, han dirigido investigaciones que ofrecen ventajas de biocompatibilidad, apariencia estética, funcionalidad, incorporación de agentes antioxidantes, antimicrobianos entre otros que cubran las necesidades del consumidos ayudando al mismo tiempo a reducir la necesidad del uso de películas a base de materiales sintéticos (Torres Morales & Valencia Chamorro, 2016).

Un recubrimiento se define como el revestimiento de un producto con una o varias capas delgadas y finas de material polimérico natural y comestible, además este es aplicado de forma líquida por inmersión o pulverización formándose el revestimiento sobre el alimento.

Los recubrimientos comestibles son una barrera selectiva a los gases (CO_2 , O_2 y etileno), los procesos oxidativos (pardeamiento enzimático), el crecimiento microbiológico y aumentan la resistencia mecánica de la fruta mínimamente procesada, reducen la pérdida de agua y por tanto reducen o eliminan mecanismos causantes del deterioro del vegetal que tienen lugar durante un procesado mínimo (Torres Morales & Valencia Chamorro, 2016).

Una de las grandes ventajas de los recubrimientos es que con estos se puede incrementar las propiedades nutricionales y saludables del vegetal mínimamente procesado por la incorporación de compuestos bioactivos, por tanto, para mantener su carácter de

³ Oxígeno que se administra a una presión más alta que la de la atmósfera al nivel del mar. En medicina, respirar con oxígeno hiperbárico aumenta la cantidad de oxígeno en el cuerpo. Se usa para el tratamiento de ciertos tipos de lesiones, heridas e infecciones. También se usa para tratar la intoxicación por monóxido de carbono y otras afecciones en las que los tejidos no reciben suficiente oxígeno. Se encuentra en estudio para el tratamiento de algunos tipos de cáncer. El oxígeno hiperbárico puede aumentar la cantidad de oxígeno en las células cancerosas, lo que permite facilitar su destrucción con radioterapia o quimioterapia. Es un tipo de radio sensibilizador y un tipo de quimio sensibilizador.

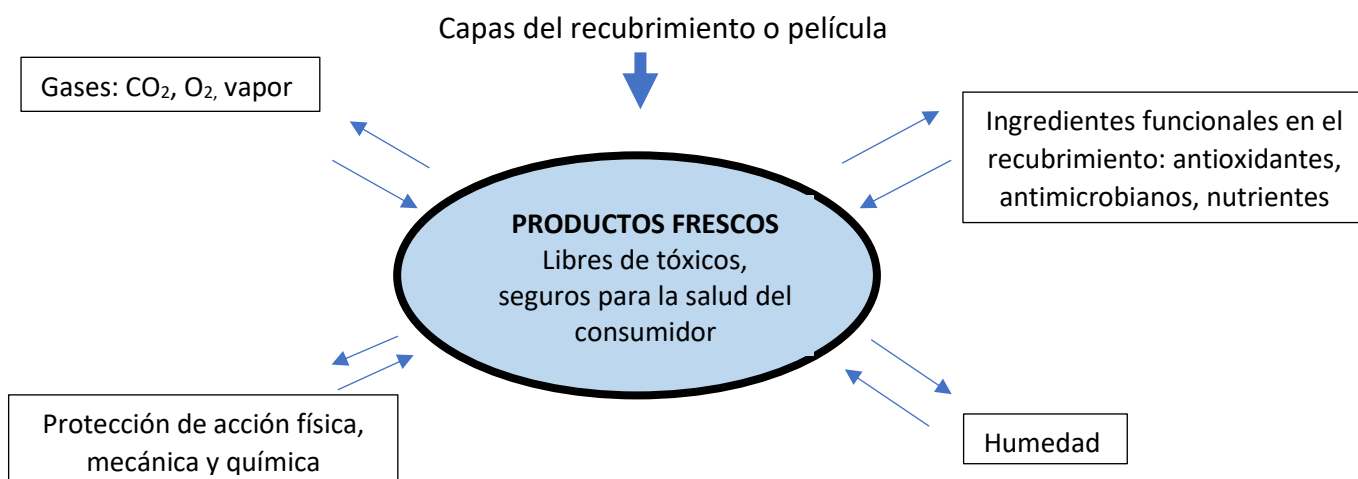
recubrimiento comestible natural, estos aditivos deben ser también naturales y aprobados por la legislación de cada país.

Según (Falguera, 2011) los recubrimientos comestibles deben presentar ciertas exigencias funcionales que permitan controlar o aminorar las causas de alteración de los alimentos a recubrir, algunas de estas ventajas y propiedades son:

Deben ser protectores de acción física, química y mecánica, además de ser transparente y no detectable al momento de ser consumido, ser libres de tóxicos y seguros para la salud del consumidor; al agregar aditivos se espera que estos tengan acción antioxidante, sirvan como agentes microbianos y nutrientes además de presentarse como barrera de permeabilidad al vapor de agua, los gases volátiles y solutos, estas ventajas contribuyen a detener el proceso de estrés oxidativo en las frutas y verduras (Fernández Valdés, y otros, 2015).

Los recubrimientos comestibles pueden ser elaborados a partir de una gran variedad de materiales como lo son polisacáridos, lípidos y proteínas, solos o en combinaciones con las que se lograría tener grandes ventajas obteniendo además una alta interacción entre moléculas que generen propiedades mecánicas y de barrera que retarden el envejecimiento de los productos como se puede observar en la figura 1.

Figura 1. Barreras que pueden ser controladas con el uso de recubrimientos comestibles



Tomado y adaptado de Películas y recubrimientos comestibles: una alternativa favorable en la conservación postcosecha de frutas y hortalizas por Fernández et al; 2015 24 (3) p.

53 http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-00542015000300008&lng=es&tlng=es

7. METODOLOGIA

En el presente investigación ofrece un ejercicio de análisis e innovación pedagógica en la educación superior sobre todo en cuanto hablamos de las implicaciones en el aprendizaje del concepto de estrés oxidativo teniendo en cuenta la elaboración de recubrimientos comestibles a partir de extractos bioactivos, para ello será utilizada la metodología de investigación mixta que no reemplaza la investigación cuantitativa ni cualitativa, al contrario utiliza las fortalezas de ambos tipos de indagación y las combina tratando de minimizar sus debilidades potenciales.

Desde el punto de vista de (Sampieri & Mendoza, 2014) se menciona que:

El método mixto representa un conjunto de procesos sistemáticos, empíricos y críticos de investigación e implican la recolección y análisis de datos cualitativos y cuantitativos, así como su integración y discusión conjunta, para realizar inferencias producto de toda la información recabada (metainferencias) y lograr un mayor entendimiento del fenómeno bajo estudio, algunas de las bondades de este método es que la perspectiva es más amplia y profunda, hay más teorización, datos variados, creatividad, indagaciones más dinámicas, mayor solidez y rigor, mejor exploración y explotación de datos. (p.534)

7.1 POBLACIÓN

La población a la cual está referido el presente estudio lo constituye la población finita de la Universidad Pedagógica Nacional, pertenecientes a la facultad de ciencia y tecnología, en especial del departamento de química que se encuentren en el ciclo de profundización, específicamente en el énfasis disciplinar llamado Química de alimentos y productos naturales, este se encuentra conformado por 20 estudiantes.

Dentro de este proyecto de investigación se plantea realizar un análisis detallado sobre el concepto de estrés oxidativo, desde la elaboración de recubrimientos comestibles que conserven de manera natural algunos de los productos de la canasta familiar.

7.2 ETAPAS DE INVESTIGACIÓN

El método de María Montessori se presenta como una oportunidad investigativa, frente a la educación superior, ya que con estos análisis, se busca entender cuáles son las implicaciones del método en el aprendizaje de estrés oxidativo.

El material inicial de ideas previas es una herramienta creada para observar y analizar, ya que este ejercicio contribuye a la creación del programa guía de actividades o PGA, que más allá de ser una herramienta propuesta para el aprendizaje del concepto, es inspirada en la creación de ambientes preparados, autodirigidos con control del error, implicación de los sentidos, el aprender haciendo, como se puede ver en el laboratorio en donde se implica el tema de recubrimientos comestibles por extractos bioactivos, seguido de ello el fomento de la independencia, conceptos separados y por ultimo y no menos importante el fomento de la concentración, las cuales se presentan como actividades fundamentales en el desarrollo de la teoría de maría Montessori.

El objetivo de esta investigación es validar las implicaciones que tiene la metodología del método Montessori en el aprendizaje del concepto de estrés oxidativo, por ende la transformación y obtención de este conocimiento, implica las siguientes tres etapas metodológicas que conllevan enfoques cualitativo y cuantitativo, establecidos en un enfoque mixto fundamentalmente:

7.2.1 Construcción, aplicación y validación de instrumento inicial de ideas previas

En esta primera fase se contempla la construcción, aplicación y validación de la prueba de entrada o diagnostica, está dentro del método de María Montessori implica entender, que el estudiante generalmente cuenta con conocimientos previos relevantes para el proceso y construcción de conocimiento científico, por ende, la investigación educativa inicia con la observación de cómo interpreta el estudiante el concepto frente a su proceso cognitivo, basado en experiencias, concepciones y hasta conocimiento empírico.

la prueba de entrada consta de 10 ítems, en los que se busca conocer que concepción tiene el estudiante frente a conceptos como: estrés oxidativo, recubrimientos comestibles y extractos bioactivos (Anexo A).

A continuación, en la tabla 1 se describe el objetivo de cada punto y la manera en la que se llevara a cabo su respectivo análisis:

Tabla 1. Prueba diagnostica

Punto	Objetivo	Análisis
1,4 y 8	Analizar y evaluar respecto a las respuestas del estudiante que tanto conoce este sobre el concepto de estrés oxidativo y el establecimiento de relaciones conceptuales entre estos.	Evaluar las relaciones conceptuales frente al concepto de estrés oxidativo, para el posterior diseño del programa guía de actividades (PGA).
2	Identificar en relación con concepto de estrés oxidativo, cuál de los planteamientos presentados es falso.	Observar si con respecto a las ideas previas el estudiante identifica el error dentro de las sentencias que se presentan
3 y 9	Analizar y evaluar respecto a las respuestas del estudiante que tanto conoce este sobre el concepto de recubrimientos comestibles y el establecimiento de relaciones conceptuales que existen entre ellos.	Evaluar las relaciones conceptuales frente al concepto de estrés oxidativo, para el posterior diseño del programa guía de actividades (PGA)
5,6 y 7	Analizar y evaluar respecto a las respuestas del estudiante que tanto conoce sobre preservar un producto y mantener su calidad	Evaluar el criterio si el estudiante comprende la relación que existe entre términos como estrés oxidativo y recubrimientos comestibles.
10	Analizar el mapa conceptual de la prueba inicial	Identificar y evaluar las codificaciones que realiza el estudiante frente a la totalidad de los conceptos

Fuente. Autor, 2022

7.2.2 Construcción y aplicación de programa guía de actividades (PGA)

En esta fase se realizan 2 procesos importantes: 1) el diseño de un programa guía de actividades que cuenta con una totalidad de 13 actividades incluyendo las orientaciones conceptuales que el docente investigador tiene previstos para 4 sesiones, teniendo en cuenta el método de María Montessori (Anexo B) y 2) la aplicación de dichas actividades al grupo objeto de análisis en donde las sesiones deben estar permeadas por ambientes preparados.

La teoría de María Montessori valida la calidad de educación, cuando se logra a partir de actividades impulsara la autonomía y transmitir libertad, sin olvidar que las actividades coordinan intereses naturales de la educación científica, esto nos lleva a el concepto de plan de construcción inmanente, en donde la libertad del estudiante favorablemente ayuda al desarrollo de la personalidad, de forma que el entorno o factor ambiente es secundario y por tanto puede incidir en ayudar, modificar, pero no puede crear.

7.2.3 Evaluación de eficacia del (PGA)

Después de la aplicación de los instrumentos pedagógicos se realiza la lectura, exploración, análisis e interpretación de datos mixtos para describir y relacionar las variables, esto se realizará a partir del uso de diferentes softwares como lo son: Atlas ti, forms office y el paquete estadístico de SPSS usados actualmente para el análisis estadístico de datos, a través de estos programas se realizan:

- Recolectar sistematizar y evaluar los resultados obtenidos
- Crear redes semánticas con una valoración cualitativa, para analizar el avance y la construcción del concepto de estrés oxidativo.
- Hacer uso de tablas y graficas que contribuyan a el análisis de resultados y que faciliten la lectura.
- Analizar por métodos mixtos, si las implicaciones en el método de maría Montessori fueron positivos es decir estimularon el conocimiento del estudiante frente al estrés oxidativo o no.
- Comparar el instrumento final en comparación con instrumento inicial.

El método de María Montessori plantea la idea de liberación frente al tema de la capacidad espontanea de evolución y del desarrollo, debido a que estas justifican con el paso del tiempo el desenvolvimiento del estudiante en el tema, esto se puede deber a los intereses, los deseos u necesidades que tenga dentro del ambiente educativo. Finalmente con la evaluación se logra la posibilidad de entender y analizar la construcción del conocimiento en base al concepto de manera consciente y libre.

8. RESULTADOS Y ANALISIS DE RESULTADOS

8.1 Construcción, aplicación y validación de instrumento inicial de ideas previas

Esta investigación inicia enfrentando al estudiante a un proceso de construcción y transformación conceptual del aprendizaje, al tener en cuenta sus conocimientos previos en la prueba de entrada o diagnostica (Anexo A), la cual consta de 10 preguntas relacionadas con estrés oxidativo, recubrimientos comestibles, antioxidantes y conservación. La prueba de entrada también tiene como propósito que el docente también cuente con una herramienta y punto de partida para observar la influencia y el desarrollo de las diferentes concepciones científicas que plantea el estudiante frente al tema de estrés oxidativo.

En la figura 2 se puede observar la pantalla de la prueba de ideas previas en forms office, la cual fue utilizada en aplicación como instrumento de entrada y diagnóstico. Esta fue validada por una experta perfilada como licenciada en química de la Universidad Pedagógica Nacional, magister en docencia de la química y licenciada en ciencias en teología de la universidad de Columbia, la docente observó cuidadosamente el formulario en forms office , frente a lo cual sugirió que en la pregunta 4, se incluyera la explicación por parte del estudiante, al mismo tiempo recomendó que los estudiantes realizaran un mapa conceptual utilizando palabras claves, para de esta manera incidir en el análisis de la prueba de entrada y salida con respecto a la codificación de conceptos.

Figura 2. Pantalla de prueba de ideas previas

Preguntas Respuestas 17

4. ¿Para usted que es estrés oxidativo?

Escriba su respuesta

5. En relación al estrés oxidativo, señale la respuesta falsa *

- ☐ Los radicales libres se forman con la incorporación de un electrón desapareado
- ☐ A las moléculas ROS también se les llama antioxidantes
- ☐ Los radicales libres al quedarse en la célula pueden hacer un daño enorme a las proteínas, lípidos, ARN, ADN celular
- ☐ Los antioxidantes algunos son moléculas sencillas como el ácido úrico y la vitamina E y otros son polímeros como las proteínas (catalasa y la peróxido dismutasa)
- ☐ La mitocondria es el organelo celular que produce mas radicales libres

6. ¿Para usted que es un recubrimiento comestible?

Activar Windows
Ve a Configuración

Fuente. Autora, 2022

La actividad de entrada y diagnóstico brinda la posibilidad de observar que tanto se acerca el estudiante al concepto, ya que dentro de la metodología de María Montessori se concibe como un arte hermenéutico- empírico, una herramienta esencial dentro de la enseñanza, por ende el docente adquiere una habilidad pedagógica en su práctica diaria, Paynel y Perrault (2021) afirman que:

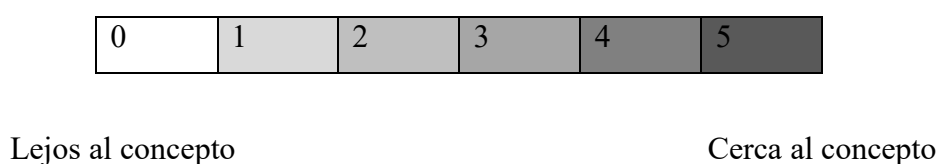
La observación es un modo de analizar cada detalle sin realizar juicios ni predicciones. Cuando se lleva de un modo correcto, permite identificar las necesidades del estudiante y así es posible ofrecerle la actividad adecuada para su evolución. (pg. 42)

Por otro lado, Peña Acuña (2011) señala que: existen dos formas de observación; la observación sistemática y la observación participante, en donde en la sistemática se emplean los sentidos sin ayuda de otro tipo de herramienta, mientras que en la observación participante que será utilizada con propósitos investigativos en este proyecto, se utilizan herramientas estructuradas para evaluar la validez entendida como exactitud. Este proceso es una introducción a un sin número de nociones y espacios en las que el estudiante se acerca a reconocer, relacionar, cuestionar y recrear enfoques investigativos en cuanto al campo de la química.

8.1.1 Preguntas 1,4 y 8

La tabla 2, alberga las respuestas a las preguntas 1 ,4 y 8 debido a que tienen similitudes conceptuales, por ende, el objetivo de este análisis es observar la secuencia con la que el estudiante entrelaza los conceptos frente a lo conocido como conocimientos previos, por ende, se califica en una escala de 0 a 5, siendo 0 muy alejado y 5 muy cerca del concepto como se puede observar en la Figura 3:

Figura 3. Escala de valoración



Fuente. Autora, 2022

Tabla 2. Estudio de secuencia conceptual en preguntas (1,4 y 8) elaboradas en el material inicial de ideas previas.

Estudiante	1. ¿Para usted que es estrés oxidativo?	4. Cree usted que el oxígeno puede ser una fuente de enfermedad?	8. A que contribuye una alimentación pobre en antioxidantes?
1	Aumento de radicales en el cuerpo	Si	A obtener daños por radicales libres
	1	0	2
2	Es la ausencia de antioxidantes presentes en el organismo debido al aumento significativo de radicales libres.	No. El oxígeno no es fuente de enfermedad, por el contrario es un tratamiento para tratar muchas enfermedades.	Una alimentación pobre en antioxidantes significa que carece del consumo de verduras, algunas frutas y pescados
	2	0	2
3	Es la oxidación de las células a causa de radicales libres, lo cual hace que las funciones celulares se reduzcan o limiten	Depende de las condiciones en que se encuentre	Al deterioro más rápido de las células y el envejecimiento del cuerpo
	2	1	2
4	Formación de radicales libres	En altas concentraciones creo que puede afectar algún proceso respiratorio o los mismos pulmones	A un alto nivel de radicales libres que pueden ser perjudiciales en la salud
	1	2	2
5	Es el proceso mediante el cual un elemento se oxida por estar en contacto con radicales libres que generan reacciones en cadena para que siempre esté en proceso de oxidación	El oxígeno como elemento diatómico no, pero incorporado en radicales como el hidroxilo, peróxido o superóxido pueden causar problemas a la salud de las personas	Contribuye a problemas en la salud
	2	3	1
Total	>5	>5	>5

Fuente: Obtenida de estudiantes 1,2,3,4,5

De acuerdo con la tabla 2 se puede apreciar que:

- **Estudiante 1:** No construye una explicación del concepto basada en la agrupación de conocimientos para llegar a una respuesta
- **Estudiante 2:** Genera respuestas en cuanto a algunos conceptos cercanos a estrés oxidativo, sin embargo no lo hace de manera organizada y coherente.
- **Estudiante 3:** Genera explicación de acuerdo con la actividad del cuerpo humano, al mismo tiempo relaciona su conocimiento con medios empíricos.
- **Estudiante 4:** el conocimiento que tiene el estudiante acerca del estrés oxidativo carece de una construcción conceptual
- **Estudiante 5:** El estudiante incorpora a la explicación de conceptos una estructura cognitiva y con ella hace uso de elementos básicos de conocimiento con las que construye proposiciones.

Como se puede observar en la tabla 2 , cinco estudiantes elegidos aleatoriamente usaron como palabra de referencia radicales libres, en referencia a la pregunta uno, los estudiantes 1,2 y 4 se refieren a la formación de estos, mientras que los estudiantes 3 y 5 mencionan que la oxidación es un factor determinante para la formación de radicales libres; sin embargo, al observar el artículo de (Radi, Evolución del concepto de “Estrés Oxidativo”, medio siglo de aportes de nuestra Facultad, 2014) el autor afirma que:

El estrés oxidativo se define actualmente como una situación de desbalance metabólico que conduce a la alteración de la señalización redox y/o daño oxidativo facilitando el desarrollo y progresión de patología degenerativa e inflamatoria (pg.1)

Por otro lado al observar el artículo de Camps, et al. (2009) señalan que

“En 1985, H. Sies expreso que el estrés oxidativo es un desbalance debido a que hay un aumento de oxidantes y una disminución de antioxidantes en comparación a el proceso natural” (pag.28)

De acuerdo con el autor se evalúa la validez entendida como exactitud y con ello se analiza que muchos de los estudiantes no tienen en cuenta el desbalance entre oxidantes y antioxidantes, es decir el estudiante carece de argumentos.

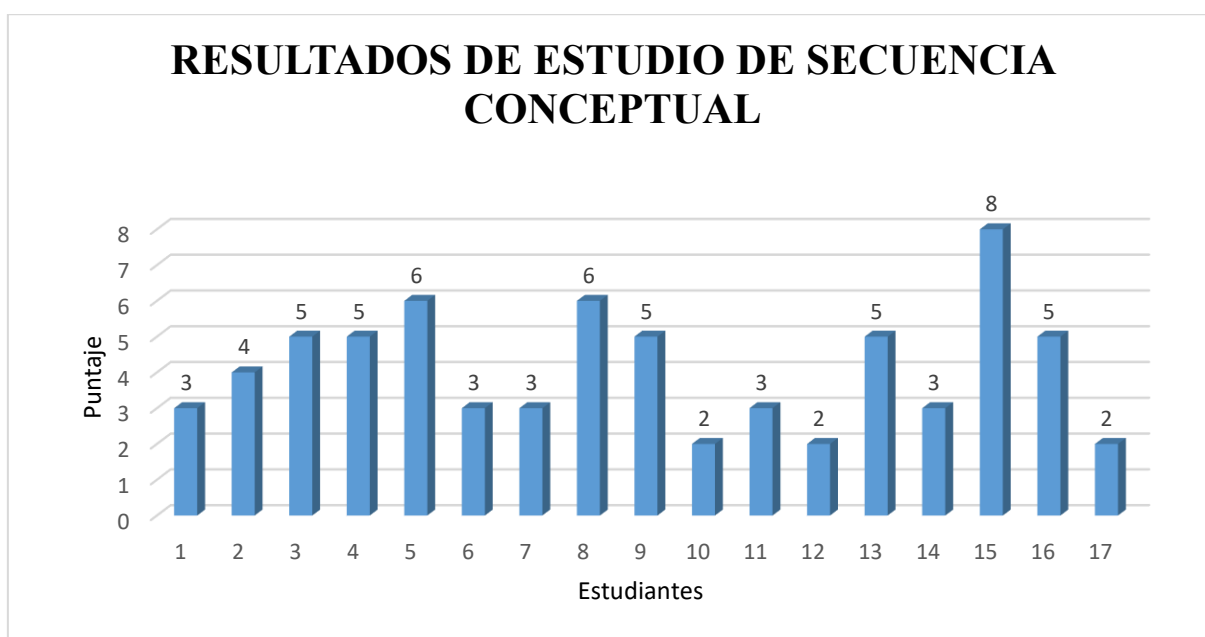
En la pregunta 8 presentada en la tabla 2, al hablar de antioxidantes se observa que los estudiantes responden en relación con el consumo, debido a que muchas de estas moléculas

se encuentran almacenadas en alimentos y su función es proteger a las células de daños causados por moléculas inestables conocidas como radicales libres que estimulan la aparición de cáncer y por tanto se habla del papel que estas sustancias desempeñan en el tratamiento de diversas enfermedades crónicas o degenerativas.

En cuanto a la pregunta 4, se visualiza que el estudiante 5, conoce acerca de las especies reactivas de oxígeno y con ello se refiere a los desequilibrios que podría tener el cuerpo humano frente a ello, mientras que los otros estudiantes no presentan información clara y concisa, con respecto a lo anterior los otros 4 estudiantes no generan claridad en cuanto a si el oxígeno es o no una fuente de enfermedad.

En la figura 4, se observan los resultados en cuanto al estudio de la secuencia conceptual, donde el estudiante 15 cuenta con un puntaje de 8 y los estudiantes 5 y 8 cuentan con un puntaje de 6, la validez que refleja la obtención de buenos resultados en estos estudiantes es debido a que incorporan a la explicación conceptos y los conectan respondiendo así a la adquisición de conceptos.

Figura 4. Resultados de estudio de secuencia conceptual de los 17 estudiantes



Fuente. Autor, 2022

De acuerdo con lo anterior es válido considerar que los estudiantes 5,8 y 15 poseen conocimientos previos que abarcan tanto información, como conceptos de forma directa o indirecta; sin embargo, se pone en evidencia que el resto de los estudiantes no hacen uso de

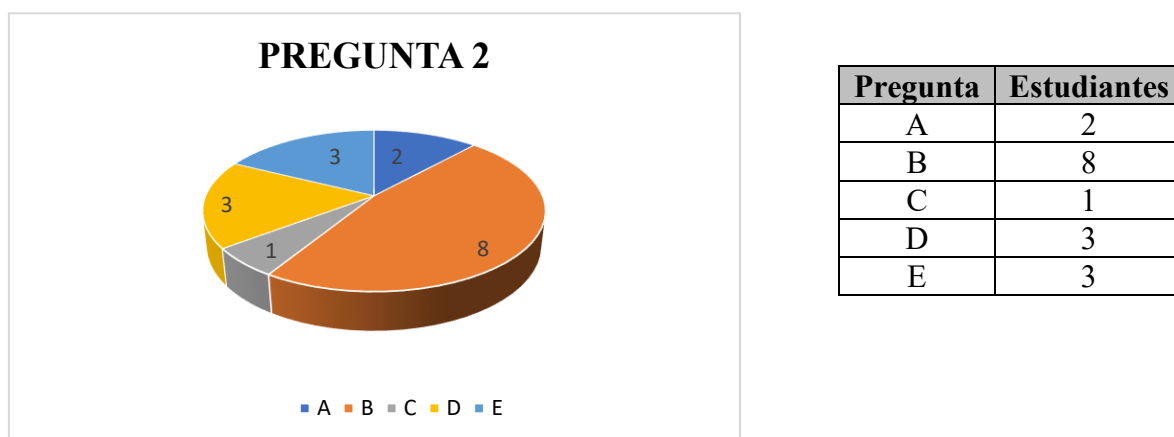
conexiones conceptuales que consten de validez, por ende las intervenciones en el aula pueden posibilitar la construcción de conceptos.

8.1.2 Pregunta 2

Dentro de la aplicación del instrumento de ideas previas, se observa que participaron 17 estudiantes de 25, la segunda pregunta cómo se puede ver en la figura 5, es de selección múltiple y sugiere al estudiante señalar la respuesta falsa, el resultado fue el siguiente:

Figura 5. Respuesta número dos, prueba de ideas previas (Anexo A)

1. En relación con el estrés oxidativo, señale la respuesta falsa:



Fuente. Tomada de la totalidad de estudiantes

- A. Los radicales se forman con la incorporación de un electrón desapareado
- B. A las moléculas ROS también se les llama antioxidantes.
- C. Los radicales libres al quedarse en la célula pueden hacer un daño enorme a las proteínas, lípidos, ARN, ADN celular.
- D. Los antioxidantes algunos son moléculas sencillas como el ácido úrico y la vitamina E y otros son polímeros como las proteínas (catalasa y el peróxido dismutasa)
- E. La mitocondria es el organelo celular que produce más radicales libres.

En la figura 5, se puede observar que ocho estudiantes respondieron de manera asertiva que la respuesta Falsa es A (las moléculas ROS también se les llama antioxidantes), es válido afirmar que esta es la respuesta correcta porque según Camps, et al. (2009):

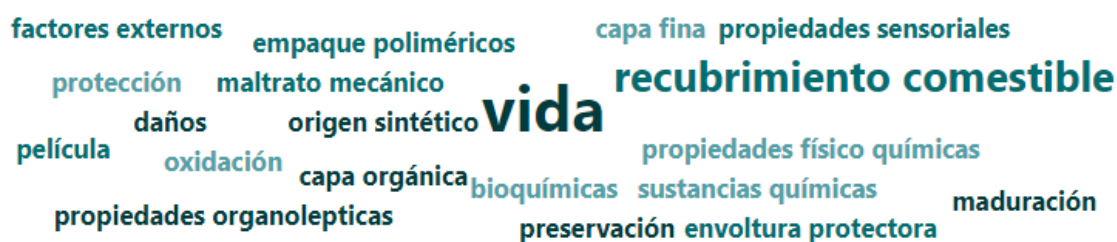
Los antioxidantes impiden que otras moléculas se unan al oxígeno, al reaccionar o interactuar más rápido con los radicales libres y las especies reactivas del oxígeno que con el resto de las moléculas presentes (pág. 41)

De acuerdo con lo que se puede ver en la figura 5 se puede observar con exactitud que 8 estudiantes de 17 respondieron de manera asertiva, es decir eligieron la respuesta que le da sustento a la pregunta.

8.1.3Pregunta 3 y 9

La pregunta número tres del instrumento de entrada ¿para usted que es un recubrimiento comestible?, se analiza a partir de una nube de palabras (Figura 6), en donde se considera que aquella de mayor tamaño pertenece a las palabras clave más utilizadas para describir el termino recubrimiento comestible.

Figura 6. Nube de palabras claves, pregunta 3.



Fuente. Obtenida de la totalidad de estudiantes

Como se puede observar en la tabla 3, se presentan 3 estudiantes que usan mayoritariamente la premisa de que los recubrimientos comestibles tienen como finalidad darle mas tiempo de vida útil a frutas y verduras.

Tabla 3. Resultados obtenidos en la pregunta 3

Estudiante	Respuesta dada por el estudiante
3	Es una capa orgánica que recubre un alimento, con el fin de darle más tiempo de vida útil y por ende, perdure y no se dañe.
6	Un recubrimiento comestible es aquel que tiene como finalidad conservar un alimento, alargando su vida útil; este recubrimiento como su palabra lo indica es como una envoltura protectora en un alimento.
8	Considero que es un velo de sustancias químicas, las cuales ayudan a prolongar la vida útil de los alimentos

Fuente. Obtenida de estudiantes 3,6,8

Como se puede observar en la tabla 3, el estudiante 8 considera que los recubrimientos comestibles cuentan con sustancias químicas, mientras el estudiante 6, se refiere a una envoltura protectora en un alimento, dicho lo anterior, es posible afirmar que los estudiantes tienen confusión en cuanto a lo que es una película y un recubrimiento comestible, ya que para Fernández Valdés y otros (2015)

“Los recubrimientos comestibles son definidos como una fina capa de material comestible, depositada en un alimento como cubierta para extender la vida útil de vegetales frescos al reducir procesos metabólicos, facilitar la distribución y la comercialización de los productos alimenticios, retardar el crecimiento microbiano y servir como barrera protectora para reducir respiración, retardando el proceso de senescencia y preservando la calidad, con el objeto de inhibir o reducir la migración de humedad, oxígeno, dióxido de carbono y aromas, entre otros, pues promueven barreras semipermeables, además de transportar ingredientes alimenticios como antioxidantes, antimicrobianos y mejorar la integridad mecánica o las características de manipulación del alimento” (pág. 135, 136)

De acuerdo con el autor, se puede observar en la tabla 3 que los estudiantes presentan un acercamiento al concepto de recubrimientos comestibles al referirse a que estos contribuyen a extender la vida útil de los productos, sin embargo, es posible apreciar que existen dificultades para relacionar y expresar ciertas ideas de manera correcta.

Con respecto a la nube de palabras presentada en la figura 6, se puede señalar que en esta los estudiantes hacen uso de un grupo de palabras que según el autor, tienen que ver con el concepto de recubrimientos comestibles, por ejemplo: capa fina, preservación, oxidación entre otras.

En cuanto al enunciado 9 (nombre tres razones por las que usted cree que recubren una fruta), como se puede observar en la tabla 4, los estudiantes específicamente hacen alusión a protección de factores medio ambientales y conservación.

Tabla 4. Resultados obtenidos en la pregunta 9

Estudiante	Respuesta
10	Conservación, aspecto y textura.
11	Protegerla de factores biológicos, el contacto con el aire u oxígeno, la manipulación de las frutas
12	1. Para protegerla de las condiciones medio ambientales 2. Para evitar que se madure aceleradamente 3. Para evitar que los insectos invadan la pulpa del fruto.

13	1. Aislarlas de condiciones ambientales. 2. Mejorar las propiedades sensoriales. 3. Evitar su pronta descomposición
14	Conservación, mejorar aspecto sensorial y prolongación de la vida del fruto.

Fuente. Obtenida de estudiantes 10,11,12,13,14

En la tabla 4, los estudiantes presentan respuestas robustas frente al tema, ya que nombran varios factores que se aproximan al uso de los recubrimientos comestibles, Fernández, et al. (2017) expone que:

Al regular transferencia de humedad, oxígeno, dióxido de carbono, aroma, y compuestos de sabor en alimentos, los recubrimientos y películas comestibles han demostrado la capacidad de mejorar la calidad sensorial y nutricional, generar valor agregado y prolongar su vida de anaquel. (Pág. 5)

La principal razón por la que se recubren los alimentos en la industria específicamente es con el fin de aminorar factores que alteren la calidad del producto, es decir estos recubrimientos actúan como protectores mecánicos, físicos y químicos, al mismo tiempo preservan la textura y muchas veces controlan la aparición de microorganismos.

La pregunta 3 y 9 son preguntas abiertas en las que se desea obtener detalles profundos en las respuestas, además de ser un excelente objeto de investigación debido a que clarifica con detalle las respuestas, como se observó anteriormente nos permite hacer acercamientos a la concepción de los autores y así validar que aunque el estudiante cuenta con conocimiento este no es totalmente claro.

8.1.4 Preguntas 5, 6 y 7

El análisis para las preguntas 5,6 y 7, se llevó a cabo con ayuda de una rubrica de evaluación (tabla 3) en la que se valora específicamente: 1) afirmación y negación y 2) identificación de los conceptos. La escala de valoración está dada por 3 posibles puntajes excelente (equivale a 3), aceptable (equivale a 2) e insuficiente (equivale a 1), como se puede observar en la tabla 5:

Tabla 5. Rubrica de evaluación pregunta 5,6 y 7

Escala de valoración			
Aspecto	Insuficiente	Aceptable	Excelente
Afirmación o negación	Presenta un punto de vista impreciso e indeciso	Presenta un punto de vista poco dinámico, debido a que no presenta suficientes argumentos	Presenta un punto de vista a favor o en contra de forma clara y concisa.
Identificación	Identifica los conceptos pero no los evalúa, por ende no ofrece información que fortalezca sus argumentos	Identifica y evalúa los conceptos pero no ofrece información para fortalecer sus argumentos	Identifica y evalúa los conceptos, ofreciendo información que fortalece sus argumentos
Puntaje	1	2	3

Fuente. Autora, 2022

En la tabla 6, se analizan las respuestas de cinco (5) estudiantes elegidos de manera aleatoria a tres (3) preguntas que se relacionan, debido a que tienen en común temas tales como conservación y calidad, en esta se evalúa que tanto conoce el estudiante sobre preservar un producto y mantener su calidad, al mismo tiempo se observa y analiza si el estudiante comprende la relación que existe entre términos como estrés oxidativo y recubrimientos comestibles.

Tabla 6. Estudio de secuencia argumentativa en preguntas (6,7 y 5) elaboradas en el material inicial de ideas previas.

Estudiante	5. ¿Cuál cree usted que es la mejor forma de conservar un alimento?	6. ¿Cree usted que los recubrimientos comestibles cambian la calidad de una fruta?	7. ¿Cuáles son las principales características que definen para usted la calidad de una fruta?	Total
3	la mejor forma es utilizando algo natural que no cambie las propiedades del alimento	No	Durabilidad, Calidad, Fortaleza	3
	1	1	1	
4	No rompiendo su cadena de frío, mantenerlo en condiciones óptimas.	Si	Brillo, Perdure sana (larga vida útil), Dureza	4
	2	1	1	

8	bajas temperaturas	Considero que la función es la vida útil, pero no debe cambiar ninguna propiedad organoléptica de las frutas.	principalmente el aspecto, que no tenga abolladuras o golpes; y segundo el sabor, forma y nutrición,	6
	2	2	2	
9	Mantener el alimento a bajas temperaturas.	Si, ya que el mismo permite preservar las características iniciales de la fruta.	El color, la textura y el sabor.	6
	2	2	2	
12	La mejor manera de poder conservar un alimento es almacenarlo a temperaturas muy frías, ya que se evita al máximo la proliferación de los microorganismos, ya que estos requieren de una temperatura de 20 °C para vivir.	Sí. Porque estos recubrimientos pueden llegar a cambiar las propiedades organolépticas de la fruta, sin importar la procedencia del recubrimiento.	La textura de la fruta debe estar en condiciones adecuadas, es decir, que no tengas golpes que pueden disminuir la calidad; Que la fruta no presente un color intenso y brillante; Que tenga un su olor agradable en vez de putrefacción.	7
	2	2	3	

Fuente. Obtenida de estudiantes 3,4,8,9,12

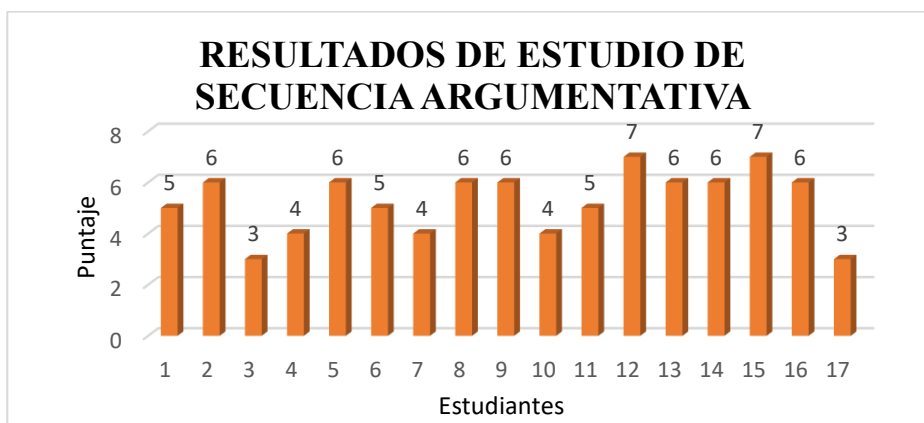
Para efectos de evaluar los resultados obtenidos por los estudiantes, al observar la tabla 5 se deduce que:

- Estudiante 3: Presenta poca convicción en su respuesta debido a que no argumenta las razones y por tanto no valida las premisas.
- Estudiante 4: Al igual que el estudiante 3 presenta poca convicción en su respuesta debido a que no argumenta las razones de su respuesta y por tanto no valida sus premisas.
- Estudiante 8: Las respuestas se apoyan en buenos razonamientos pero su sustento es débil.
- Estudiante 9: El estudiante expresa su argumento a partir de premisas que se apoyan en buenos razonamientos, aunque su sustento es débil.

- Estudiante 12: El estudiante se ubica en una línea intermedia, argumenta partiendo de premisas mediante razonamientos deductivos.

En la figura 7 se muestran los resultados obtenidos por los estudiantes en cuanto al estudio de secuencia argumentativa del punto 5,6,7 de la actividad de ideas previas, en esta se puede observar que los mejores resultados fueron obtenidos por el estudiante 12 y 15 esto se debe a que los estudiantes parten de premisas mediante el uso de razonamientos deductivos.

Figura 7. Resultados de estudio de secuencia argumentativa



Fuente. Autora, 2022

Como se puede observar en la tabla 6 los estudiantes 3 y 8 expresan que los recubrimientos comestibles no cambian la calidad de una fruta, mientras que los estudiantes 4,9,12, aseguran que sí, de acuerdo a lo expuesto anteriormente se puede observar que el estudiante 4 afirma, sin embargo no explica el porqué, esto genera poca convicción en cuanto a su argumento, mientras que los estudiantes 9 y 12 responden a esto asegurando que cambian las propiedades iniciales, respecto a lo anterior Fernández Valdéz et al. (2007) expone que:

Un recubrimiento comestible (RC) se puede definir como una matriz transparente continua, comestible y delgada, que se estructura alrededor de un alimento generalmente mediante la inmersión de este, en una solución formadora del recubrimiento con el fin de preservar su calidad y servir de empaque.

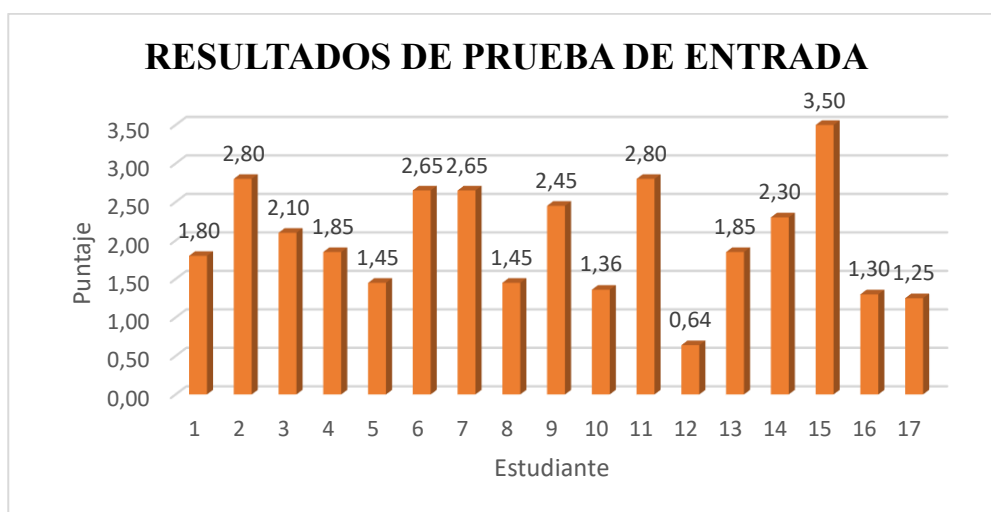
En vista de lo anterior, los recubrimientos comestibles son una alternativa de conservación de alimentos, debido a que proviene de extractos bioactivos, que ayudan a incrementar su calidad y no son tóxicos, además, son seguros para la salud del consumidor y su elaboración requiere tecnologías simples y amigables con el medio ambiente, de esta manera al hablar de calidad en el proceso de maduración se tiene en cuenta el color, sabor, olor, textura, firmeza, etc.

Del mismo modo en la pregunta 7 expuesta en la tabla 6, los estudiantes argumentan de acuerdo con la cotidianidad cuales son las características que definen la calidad de una fruta, como resultado los 5 estudiantes se refieren a características físicas tales como: dureza, brillo, color y textura. Por último en cuanto a la pregunta 5 presentada en la tabla 3, se puede observar que los 5 estudiantes argumentan de acuerdo con su cotidianidad, que la mejor manera de conservar una fruta o verdura es mantener el alimento a bajas temperaturas.

Resultados de instrumento de ideas previas

En la figura 8, se muestran los resultados generales obtenidos por los estudiantes en la primera actividad de ideas previas, y en una escala de 1 (Bajo) a 5 (Alto) se observa que el estudiante 15 cuenta con un nivel intermedio en cuanto al conocimiento. A si mismo el puntaje en la prueba del estudiante número 12 se consideró el puntaje más bajo en cuanto a conceptos tales como: estrés oxidativo, recubrimientos comestibles y radicales libres, se espera que de acuerdo con la intervención el nivel de conocimiento de los estudiantes se fortalezca y se visualice en la resolución de la actividad final

Figura 8. Resultados de prueba de entrada



Fuente. Obtenida de la totalidad de los estudiantes

Teniendo en cuenta los siguientes resultados se procede a la construcción del programa guía de actividades utilizando la metodología de María Montessori, para la enseñanza de estrés oxidativo teniendo en cuenta el uso de recubrimientos comestible a base de extractos bioactivos.

8.2 Construcción y aplicación de programa guía de actividades (PGA)

Después de aplicar el instrumento de ideas previas utilizado para observar que tanto conoce el estudiante sobre el concepto de estrés oxidativo y comprender sus necesidades se plantea la alternativa de utilizar un programa guía de actividades (PGA) ya que esta se presenta como una alternativa de estructuración.

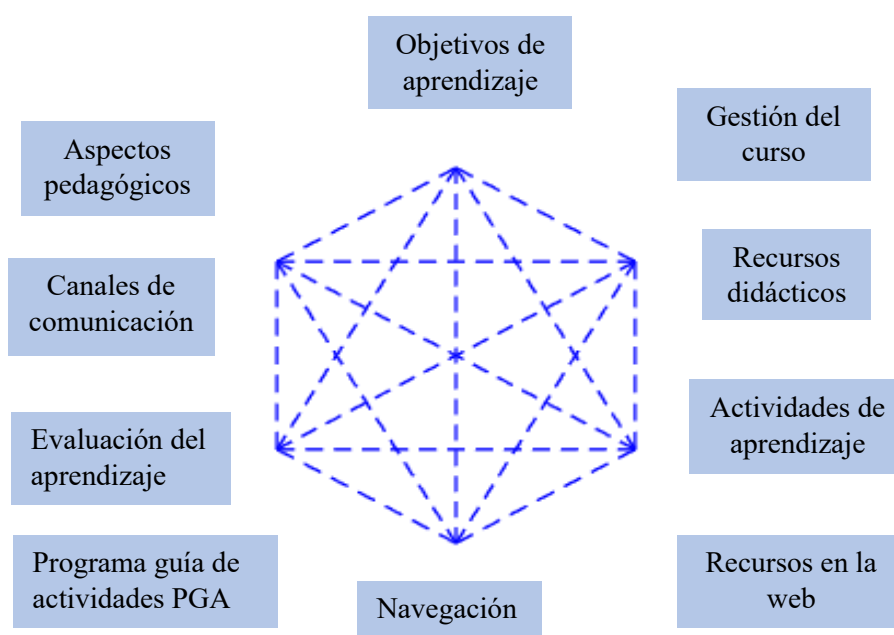
La construcción del trabajo investigativo fue direccionada por un programa guía de actividades (PGA) como se expresó anteriormente, fue realizado y aplicado como herramienta para propiciar el aprendizaje en estudiantes.

Al estructurar día a día las actividades en el (PGA) se dio paso a la construcción de espacios preparados, que orientaron dentro del proceso de aprendizaje la evolución del concepto de estrés oxidativo, al mismo tiempo vale la pena mencionar que para la enseñanza del concepto se obtuvieron extractos bioactivos para la realización de recubrimientos comestibles.

En la figura 9, se puede observar cómo se llevó a cabo el proceso de aprendizaje en el aula, en primer lugar se realiza un diseño metodológico de acuerdo con el método Montessori, en donde se espera recoger un conjunto de acciones encaminadas a administrar y organizar actividades y recursos que contribuyan a cumplir con los objetivos de aprendizaje, se tiene en cuenta la prueba de entrada en donde se evalúa la concepción que tiene el estudiante frente al estrés oxidativo.

Cuando se construyó el programa guía de actividades (PGA), se identificaron los aspectos pedagógicos a tratar como se puede observar en la Figura 9 y con ello lo que se espera que aprendan con la articulación del programa. Debido a que existe la posibilidad de coordinar las actividades de aprendizaje y dentro de la gestión del curso involucrar recursos didácticos que faciliten canales de comunicación tales como recursos didácticos o de navegación, en donde hay un intercambio de conocimiento que favorece el proceso, los canales de comunicación y la experiencia de aprendizaje están basados en los aspectos pedagógicos en los que esta direccionada esta investigación, al tener en cuenta el PGA y la articulación de la evaluación del aprendizaje autónomo del estudiante, el investigador se acerca a los resultados para así posteriormente realizar el análisis.

Figura 9. ¿cómo navegar en este programa guía de actividades?



Tomado y adaptado Planificación de clases remotas en la UNAL (periodo 2020-02) (Universidad Nacional de Colombia, 2020), revista Universidad Nacional de Colombia

8.2.1 Actividad 1 y 2. Orientación e Introducción al concepto de especies reactivas de oxígeno

Para iniciar con el programa guía de actividades (Anexo B) preparado para la presente investigación se proyectan una serie de diapositivas y se inicia acercando al estudiante a temas tales como:

- Especies reactivas de oxígeno
- Producción de especies reactivas de oxígeno
- Especies reactivas derivadas de oxígeno
- Radicales libres
- Especies reactivas no radicales
- Fuentes de radicales libres exógenas y endógenas

Durante la introducción se les entrego a los estudiantes una hoja en donde debían completar algunos párrafos con una serie de palabras anteriormente asignadas presentada en el (anexo

B), para resolver esta actividad se formaron 5 grupos de 3 estudiantes y 2 grupos de 4 estudiantes.

Para analizar la actividad 1 del (PGA) cada punto expuesto en esta actividad tiene un valor de 1.0 (respuesta es correcta) y 0 (respuesta incorrecta), para llegar a un valor total de 10. En promedio se obtuvo un valor de 8.87, lo que señala un buen desempeño de los estudiantes.

Esta actividad se realizó en medio de la explicación, con ella se logró que el estudiante prestara atención en clase, debido a que el método de María Montessori se adapta a distintos ritmos de aprendizaje y permite que los estudiantes desarrollen actividades por sí mismos, también estimula el trabajo en grupo basado en: la confianza, la disciplina y la autonomía; por ende la función del profesorado consiste en la creación de ambientes que se adapten a las necesidades de los estudiantes, además de encargarse de dirigir, guiar y observar constantemente el proceso.

Después de resolver el instrumento, se socializaron los resultados, se leyó cada uno de los párrafos, y con ayuda de fichas, un estudiante de cada grupo de manera autónoma pasaba a ubicar la ficha que correspondía al párrafo, esto con el fin de considerar en la enseñanza el control del error, es decir utilizar materiales didácticos como repetición para posibilitar corregir los errores que se tuvieron en la actividad y así acercarse a perfeccionamiento del concepto. (Anexo C)

Como se puede observar en la figura 10, el grupo 1 y 2 tienen los puntajes más bajos debido a que:

Grupo 1, presenta errores que se encuentran subrayados en las siguientes sentencias en la pregunta 6, 9 y 10 al relacionar los conceptos dados de la siguiente manera:

- P6: Si la producción de radicales libres supera la capacidad antioxidante se produce estrés oxidativo y reductor.
- P9: No responde
- P10: Número de orbitales ocupados: S y P, orbitales semioocupados:1, orbitales sin ocupar: No responden

Grupo 2, presenta errores que se encuentran subrayados en las siguientes sentencias en la pregunta 1, 8 y 10 al relacionar los conceptos dados de la siguiente manera:

- P1: el oxígeno es un gas toxico y reactivo, capaz de oxidar los compuestos de carbono, al ser el oxidante toxico para la vida primitiva, se fue convirtiendo en un agente

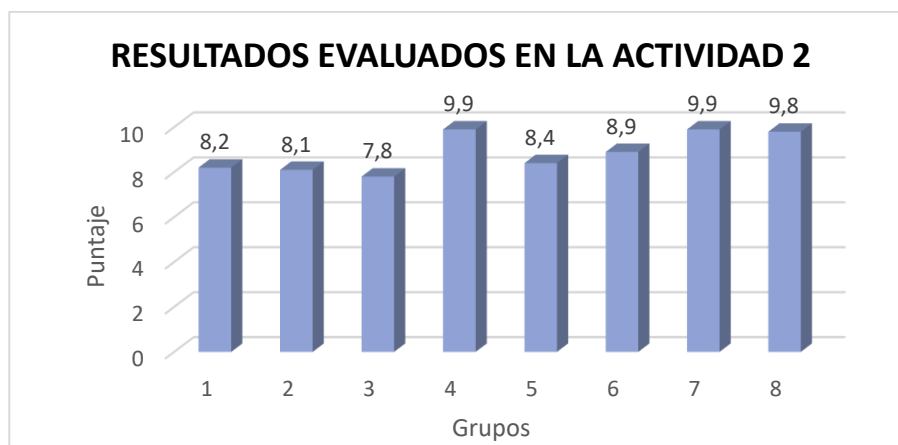
contaminante cada vez más peligroso llegando a constituir una amenaza, para su propio productor las cianobacterias.

- P8: no responde
- P10: número de orbitales desocupados 2, orbitales semiocupados: 0

Como se puede observar anteriormente los estudiantes no encontraban en algunos casos la relación del concepto con el párrafo, por otro lado aún tienen confusiones en cuanto al tema de configuración electrónica.

A continuación en la figura 10, se presentan los resultados obtenidos por cada uno de los grupos en la actividad 2, como se puede ver el grupo 4 y 7 obtuvieron los mejores resultados. La validez de esta prueba existe a partir de hallar la palabra que se relacione con el texto, esto nos regala con exactitud un puntaje.

Figura 10. Resultados evaluados en la Actividad 2



Fuente. Autora 2022

8.2.2 Actividad 3. Actividad sensorial

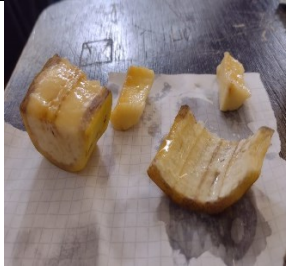
La importancia de la educación sensorial en el método Montessori, parte de la psicología positivista, despertando la capacidad de percepción y desarrollo para utilizarlos en función del aprendizaje del concepto de estrés oxidativo (Montessori, 2014) pág. 34

En esta investigación, el material didáctico responde a actividades de la vida cotidiana, en la que se hace uso de los sentidos, al mismo tiempo el estudiante eligió dentro de su mesa de trabajo lo que quería analizar, debido a que el uso autónomo del material le permite a cada estudiante, desarrollar su habilidad de análisis según su velocidad de aprendizaje e incluso

permite al estudiante hacerse ideas del proceso, para de esta manera aprender con éxito y ganar así independencia.

Dentro de esta actividad los estudiantes realizaron, un escrito apoyado en imágenes (tabla 7), en donde de manera científica exponían lo que había sucedido con la materia prima (banano) después de agregar alguno de los materiales propuestos: peróxido de hidrogeno, zumo de limón, vinagre, vitamina C.

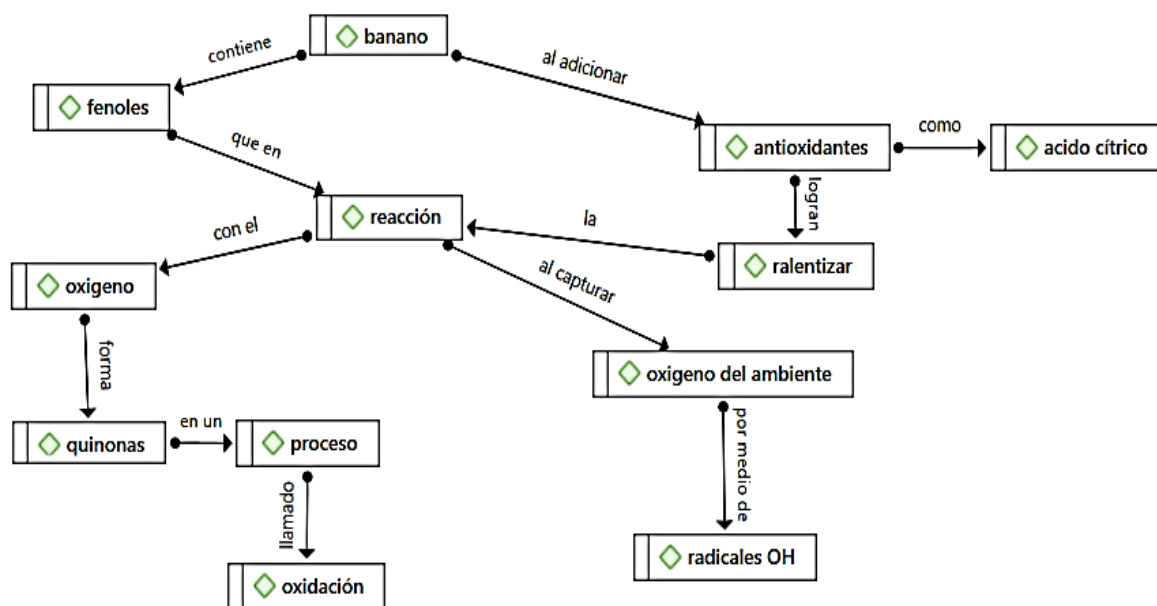
Tabla 7. Imágenes experimentales de actividad sensorial

Grupo 1 (banano al aire libre) 	Grupo 2 (banano con vinagre) 	Grupo 3 (banano con limón) 	Grupo 4 (banano con peróxido de hidrogeno) 
Grupo 5 (Banano con limón) 	Grupo 6 (banano con peróxido de hidrogeno) 	Grupo 7 (banano con vitamina c) 	Grupo 8 (banano con limón) 

Fuente. Obtenida de grupo de estudiantes

Para el análisis de la presente actividad, se realizaron transcripciones de los trabajos físicos entregados por los estudiantes en Atlas. Ti, con ayuda de este software se obtuvieron códigos a partir de la información suministrada, logrando así clasificar la información y relacionarla, facilitando su interpretación y la relación entre conceptos, por ende, se utiliza para el análisis 2 grupos de manera aleatoria el 1 y el 8.

Figura 11. Compilación de información en la red semántica de la actividad No 3, por parte del grupo 8



Fuente. Realizado con software Atlas. Ti

El grupo 8 trabajo con zumo de limón y de acuerdo con las relaciones codificadas en la red semántica (figura 8), se puede extraer que los estudiantes hacen uso de términos relacionados con defensas antioxidantes, en donde señalan que el ácido cítrico hace parte de este grupo y que al estar presente en una reacción retrasan la oxidación. Por otro lado, en el siguiente párrafo subrayado podemos observar que los estudiantes del grupo 8 hacen énfasis en proposiciones cuestionables como:

“Lo anterior es el proceso conocido como oxidación de la fruta; este fenómeno se puede ralentizar con la adición de antioxidantes como, por ejemplo: el ácido cítrico, ya que dicho compuesto es capaz de capturar el oxígeno del ambiente por medio de los radicales OH.” (anexo)

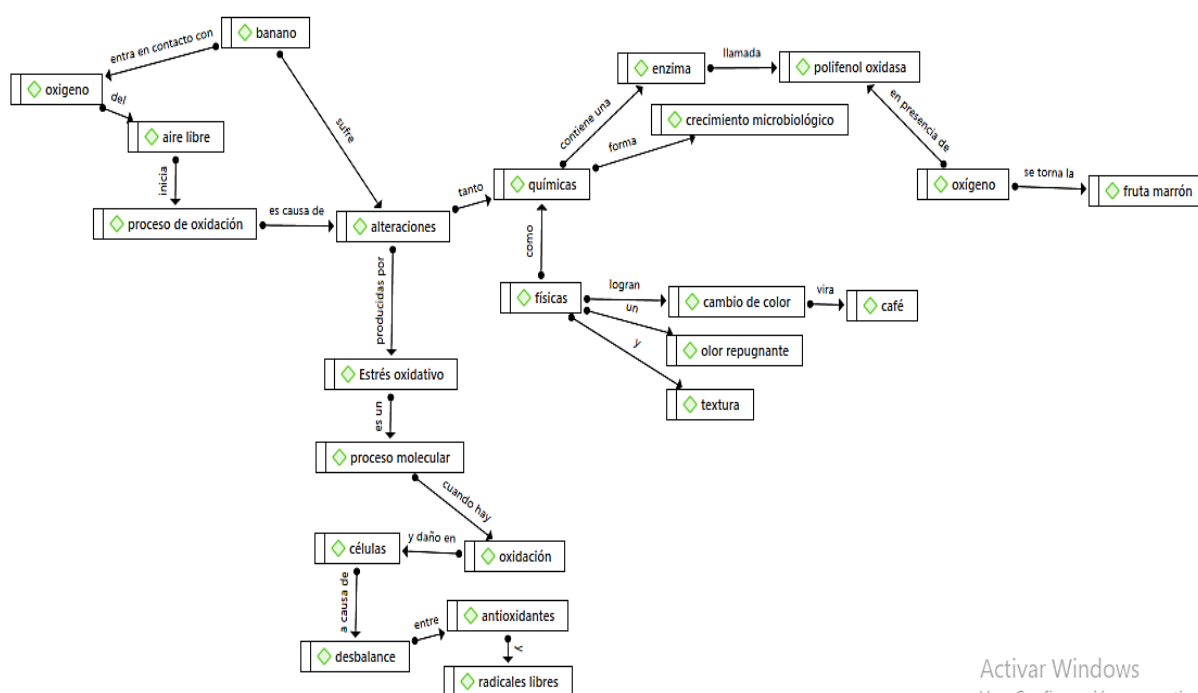
En relación con lo anteriormente expuesto Camps, et al. (2009) sentencia en su artículo:

Los antioxidantes impiden que otras moléculas se unan al oxígeno, al reaccionar o interactuar más rápido con los radicales libres de oxígeno y las especies reactivas de oxígeno. (pág. 41)

De esta manera se puede observar que el estudiante incurre en un error (Anexo D), debido a que el papel esencial de los antioxidantes no es el de capturar el oxígeno, dentro de la validez se constata directamente con el concepto del autor que por el contrario estos impiden que otras moléculas se unan a este elemento.

Por otro lado, los estudiantes explican la manera en la que se da en el proceso de pardeamiento enzimático en bananas, debido a que esta contiene una enzima llamada polifenol oxidasa (PPO), que es liberada al cortar la fruta y de esta manera convierte los fenoles en quinonas en contacto con el oxígeno, formando así pardeamiento enzimático, de este modo se puede señalar que los estudiantes captan el contenido y en su comprensión, son capaces de reproducirlo. sin embargo, al hacerlo aún necesita veracidad en cuanto al significado y al uso del lenguaje científico.

Figura 12. Compilación de información en la red semántica de la actividad No 3, por parte del grupo 1

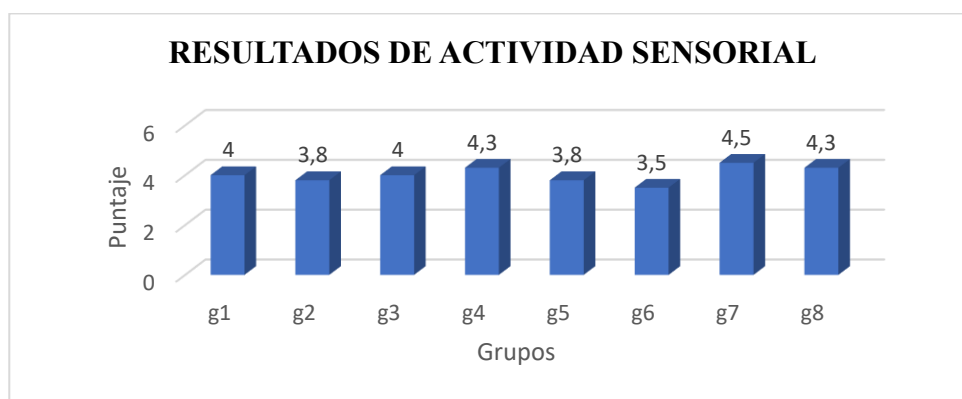


Fuente: Realizada con software Atlas. ti

Por otro lado el grupo 1, trabajo con un banano en estado de pardeamiento enzimático, como se puede observar en la red semántica (figura 12) , los estudiantes inician dando una explicación acerca de lo que observaron empíricamente, seguida de la acción del banano con el medio, proceso en el que también involucran el proceso de oxidación que constituyen a alteraciones de carácter físico y químico; sin embargo cuando se refieren al crecimiento microbiológico dentro de los factores químicos se incide en el error debido a que este deterioro es microbiológico. Por otro lado, se observa que los estudiantes reconocen que este proceso de oxidación conlleva una serie de alteraciones relacionadas con el estrés oxidativo, es decir los estudiantes reconocen la relación de causa- efecto entre el estrés oxidativo y la fruta.

En la figura 13, se compilan los resultados finales obtenidos por el grupo de intervención, como se puede analizar los grupos obtuvieron buenos puntajes y esto se puede deber a que el estudiante aprende primero de forma no consiente, tomando información del contexto. Esta asociación pedagógica tiene mucho que ver con la llamada mente absorbente, en donde después, el conocimiento se hace consiente, cuando el estudiante interrelaciona experiencias, conceptos y códigos que desarrollan habilidades de asociación y distinción. Con esta actividad se observa que la verdadera dificultad se encuentra en la interpretación, en el cómo los ejercicios sensoriales y el uso de la memoria, crean asociaciones construyendo así el concepto de estrés oxidativo

Figura 13. Resultados finales en la actividad sensorial numero 3



Fuente. Autora, 2022

De acuerdo con lo anteriormente expuesto en cuanto a la actividad sensorial, el libro (Montessori, metodo de la pedagogia cientifica, 2004) señala que: Dewey⁴ y su escuela opinaban que aunque el Método Montessori postulaba la libertad, era fuertemente coercitivo, abusaba del material artificial y no favorecía la socialización, por otro lado, en 1914 Kilpatrick fue el principal exponente de la filosofía de Dewey y conocido por su crítica a María Montessori con su libro *The Montessori System Examined*, en donde critica la vida social, el aislamiento del estudiante y sobre todo critica los materiales sensoriales al enfatizar en que “esta teoría psicológica esta gastada y desechada” finalmente concluye que lo incorrecto del método Montessori, es la lejanía con el método de Dewey establecido por ese entonces como método estándar en América. (pág. 51,52)

⁴ Dewey plantea una educación progresiva en donde la educación se encuentra en una constante reconstrucción u organización de la experiencia

Sin embargo en cuanto al análisis de esta actividad, se brinda validez al método Montessori debido a que el estudiante contrario a lo que asegura la filosofía de Dewey socializa y estimula el conocimiento de conceptos a través de los sentidos.

8.2.3 Actividad 4. Actividad de socialización y divulgación

En efecto los estudiantes hasta este punto muestran diferentes habilidades, ya que se han analizado: conocimientos previos, control del error, fomento de la atención y análisis sensorial, sin embargo, es necesario desarrollar en el estudiante el lenguaje, debido a que todo aprendizaje en ciencias implica aprender a comunicar, por ende, también reclama atención del docente y su claro entendimiento.

Por otro lado, una clase es un proceso orientado hacia una actividad social, que se construye a partir de un modelo de organización o una estructura pedagógica. En la presente investigación existe esa estructura pedagógica, sin embargo, en esta actividad presente en el (PGA) (Anexo B), el estudiante dirige su propio proceso, es decir, avanza de manera independiente teniendo en cuenta su propia elección frente a la actividad, por ende, el docente no puede permitirse recargar al estudiante y de esta manera también debe limitarse en lo posible a intervenir en el proceso de aprendizaje.

La presente actividad se desarrolló con la ayuda de ocho preguntas orientadas por el investigador, pertenecientes al programa guía de actividades, en donde el estudiante autónomamente podía elegir un tema de interés y realizar así, la socialización y divulgación de este teniendo en cuenta el uso del lenguaje científico.

La estructura de esta actividad, parte específicamente de la importancia del contenido de lo que se enseña y se aprende, en tanto que se debe tener en cuenta la relación entre la pregunta, la respuesta, el argumento, el posible contraargumento, y las relaciones semánticas que existen en el lenguaje científico, debido a que se debe entender la pregunta para así poder extraer únicamente el contenido temático que se adecua a esta actividad, con el fin de posibilitar investigar este fenómeno se evalúan los aspectos expresados en la tabla 8.

Teniendo en cuenta que se usará una rúbrica de evaluación (Tabla 8) , es necesario resaltar que en esta se ubican 6 aspectos a evaluar entre los que se encuentra; contraargumentos, material de apoyo, información, estilo de presentación, organización y actitud de los grupos ante la socialización, al mismo tiempo se señalan cuatro ítems de valoración: 4 (Excelente), 3 (sobresaliente), 2 (regular), 1 (insuficiente), con los que se lleva a cabo el proceso de socialización y divulgación promotor de conocimiento pedagógico.

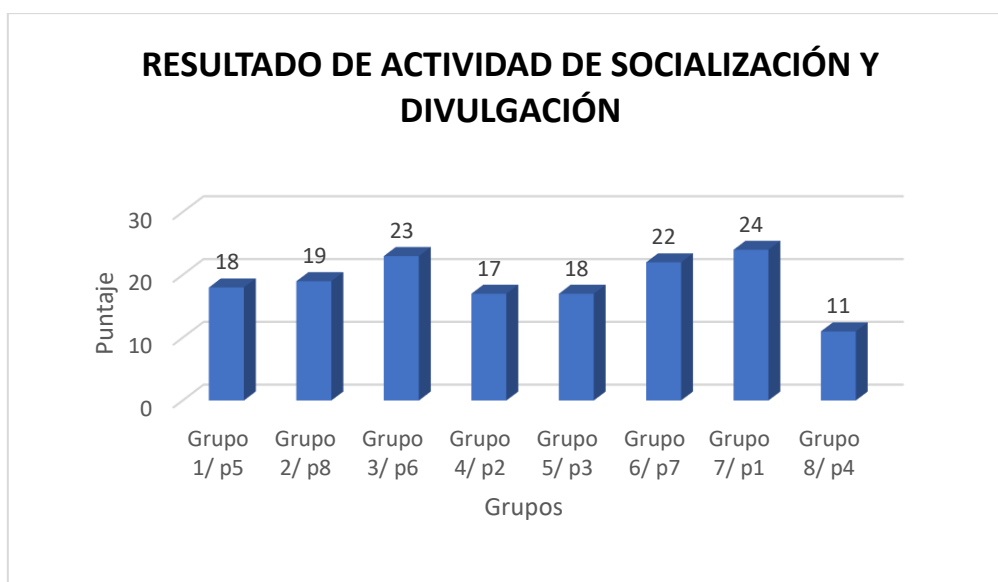
Tabla 8. Rubrica de Evaluación para actividad de socialización y divulgación

Aspectos por evaluar	Excelente 4	Sobresaliente 3	Regular 2	Insuficiente 1
Contra argumentos	Los estudiantes encontraron argumentos que validan el conocimiento	Los estudiantes encontraron algunos argumentos que validan el conocimiento	Los estudiantes encontraron algunos argumentos y unos cuantos no son verídicos	Los estudiantes no encontraron argumentos que validen el conocimiento
Material de apoyo	El material de apoyo cuenta con información verídica y valiosa en el proceso	El material de apoyo no cuenta con suficiente información verídica y valiosa en el proceso	El material de apoyo no tiene información apropiada para el proceso	El material de apoyo no cuenta con información verídica y valiosa en el proceso
Información	La información aborda el tema, es clara, precisa y minuciosa	La información aborda el tema, pero no es totalmente clara	La información no se ajusta al tema, tiene poca valides	La información no aborda el tema, es clara, precisa y minuciosa
Estilo de presentación	Los estudiantes hacen buen uso de materiales que ayudan a la comprensión del tema	Los estudiantes utilizan materiales de enseñanza en el que se expone el tema, pero no se precisa	Los estudiantes utilizan materiales de enseñanza con mucha letra poco favorables para la comprensión	Los estudiantes no hacen buen uso de materiales que ayudan a la comprensión del tema
Organización	Los argumentos expuestos están claramente vinculados a la pregunta	La mayoría de los argumentos, están vinculados a la pregunta	Los argumentos no fueron claramente vinculados con una idea principal	Los argumentos expuestos no están claramente vinculados a la pregunta
Actitud de los grupos ante la socialización	Los estudiantes presentan sus argumentos y captan la atención de la audiencia	Los estudiantes presentan argumentos pero no captan la atención de la audiencia	Los estudiantes presentan argumentos faltos de valides y no captan la atención de la audiencia	Los estudiantes no presentan argumentos

Fuente. Autora, 2022

Los indicadores utilizados para esta actividad para cada grupo se encuentran totalmente compilados en la Figura 14; Finalmente teniendo en cuenta el puntaje se sacó el promedio con el fin de observar cual fue el desempeño de la totalidad de los estudiantes frente a esta actividad, obteniendo así un promedio de 18,87

Figura 14. Resultados de actividad de socialización y divulgación

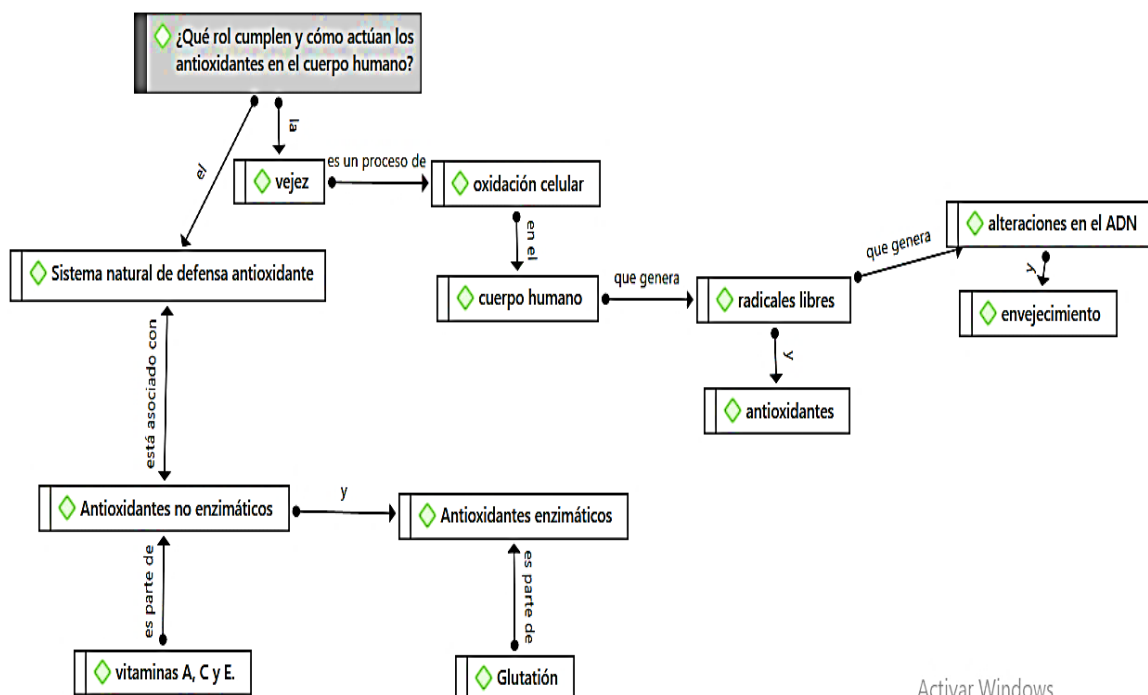


Fuente. Autora, 2022

En el siguiente apartado se expone el análisis de la actividad de socialización y divulgación realizada en la totalidad de los estudiantes, como se pueden visualizar en la Figura 14, hay tres resultados que varían, por ejemplo: el grupo 7 obtuvo un resultado excelente, mientras el grupo 4 uno intermedio y finalmente el grupo 8 no demostró un buen rendimiento.

Dentro de la codificación realizada en Atlas. Ti del grupo 4 (Figura 15), se encontró que los estudiantes relacionan la vejez con un proceso de alteración celular en el cuerpo humano, generada por radicales libres. por otro lado, establecen una relación con la pregunta al explicar que el sistema natural de defensas antioxidantes cuenta con antioxidantes enzimáticos y no enzimáticos, sin embargo, es necesario resaltar que los mecanismos de defensa antioxidante dentro de la codificación tendrían mayor validez al reconocer los antioxidantes de acuerdo con su precedencia u origen por lo tanto es posible hablar de antioxidantes exógenos y endógenos.

Figura 15. Información de red semántica de la actividad No 4, por parte del grupo 4



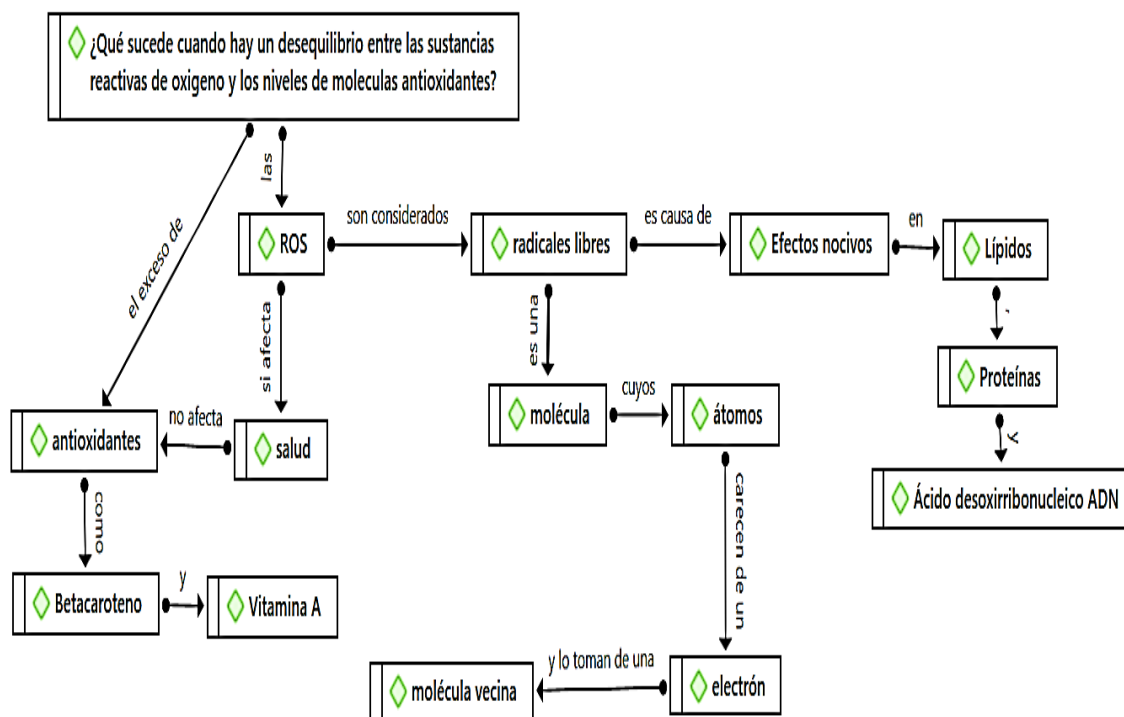
Fuente: Realizada con software Atlas. ti

No obstante, el grupo 4 no valida su aprendizaje con respecto a antioxidantes, debido a que no responde del todo a la pregunta, debido a que se esperaba que expresaran que los antioxidantes son sustancias que en el cuerpo humano mitigan el daño de las células causado por los radicales libres, sin embargo ellos aproximan el concepto a factores como la vejez conocida también como una oxidación celular en el cuerpo humano y con ello, la generación de radicales libres y la generación de alteraciones.

Ahora bien, aunque la actividad esta direccionada a preguntas diferentes, todas ellas nos acercan a observar que tan cerca se encuentra el estudiante al entendimiento del concepto de estrés oxidativo.

A continuación se observan los resultados del grupo 7 (Figura 16) , conformado por 2 estudiantes, enseguida se pone en evidencia que la respuesta a esta pregunta direcciona a pensar directamente en el estrés oxidativo, debido a que este es conocido como un desequilibrio entre las sustancias reactivas de oxígeno y las moléculas antioxidantes.

Figura 16. Información de red semántica de la actividad No 4, por parte del grupo 7



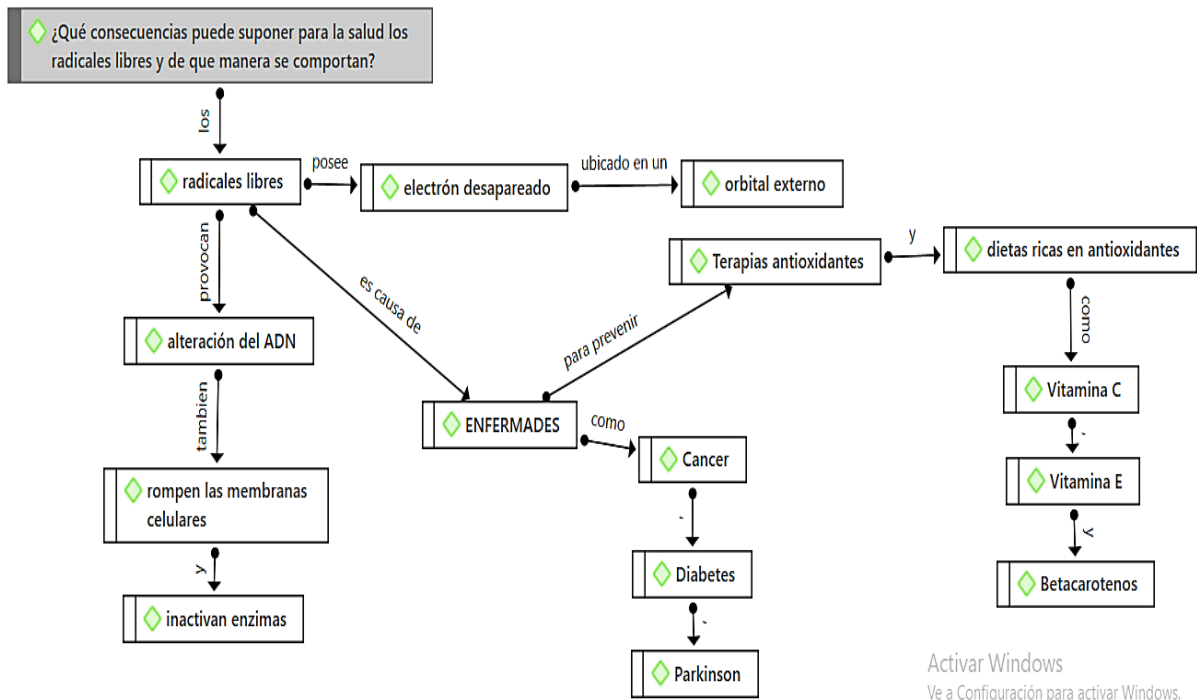
Fuente: Realizada con software Atlas. ti

Sin embargo se observa que los estudiantes del grupo 7, presentan inferencias poco claras en cuanto a los conceptos, en cuanto hacen uso de palabras como radicales libres de oxígeno, por ejemplo Camps, et al. (2009) expone que:

Con frecuencia se emplea de manera equivocada el término “radicales libres de oxígeno”, asignándosele a todas las especies reactivas de oxígeno intermedias, incluidas aquellas formas moleculares que no son radicales. Es más apropiado hablar de especies reactivas de oxígeno en lugar de radicales libres de oxígeno. (pág. 9)

Con respecto a lo anterior, se observa que los estudiantes deben aproximarse al uso de lenguaje científico, debido a que señalan equívocamente que: los radicales libre son moléculas cuyos átomos carecen de un electrón y lo toman de una molécula vecina; sin embargo, un radical libre, es conocido por poseer uno o más electrones desapareados, estos se forman por intermedio de rupturas homolíticas de una molécula dentro de una reacción (Camps, Ruffino, Majul , & Joison , 2009).

Figura 17. Información de red semántica de la actividad No 4, por parte del grupo 7



Fuente: Realizada con software Atlas. ti

En cuanto a los resultados que se extraen de la red semántica en la figura 17, se puede analizar que el grupo 7, es capaz de inferir información a partir del uso del lenguaje científico, debido a que definen los radicales libres y exponen que estos generan alteraciones de ADN, rompen membranas celulares e inactivan enzimas que interfieren con la inmunogenicidad; además se aprecia que relacionan las consecuencias a la salud en el momento en el que mencionan su relación con enfermedades y mencionan que para prevenir estas es necesaria una dieta rica en antioxidantes o terapias con antioxidantes.

De acuerdo con las evidencias anteriores y dando validez al instrumento, se puede expresar que la dificultad realmente radica de la interpretación del material, por otro lado, el lenguaje científico comprende el uso de percepciones, reconocimiento de los conceptos, y el uso de asociaciones, por tanto, se puede decir que, alcanzado este nivel de desarrollo de concepto, el lenguaje está en constante perfeccionamiento.

Al finalizar las actividades, se inició acercando al estudiante a temas tales como:

- Antioxidantes
- Defensas antioxidantes

- Sistemas antioxidantes exógenos
 - Vitamina E
 - Vitamina C
 - Carotenoides
 - Flavonoides
- Sistemas antioxidantes endógenos
 - Enzimáticos
 - No enzimáticos

8.2.4 Actividad 5. Obtención de extractos antioxidantes

El método de María Montessori manifiesta una ventaja en cuanto a potenciar habilidades y mostrar un progreso, al mismo tiempo, se preocupa por llevar a cabo procesos pedagógicos en un ambiente libre de obstáculos y con materiales adecuados, aunque dentro de su metodología no habla específicamente de prácticas en el laboratorio debido a que el practicismo dentro de su teoría busca conocimiento inmediato, pone a la vista herramientas inútiles buscando aplicaciones precisas y menosprecia prácticas pedagógicas orientadas a los sentidos, la cultura clásica, el arte, etc.

Cubillos Bernal (2007) en su libro Agustín Nieto Caballero y el proceso de apropiación del pensamiento pedagógico y filosófico de John Dewey expresa que: Nieto Caballero creador del colegio Gimnasio Moderno en Bogotá, influenciado por las corrientes pedagógicas de María Montessori, expone que:

1. *la educación científica estaría compuesta por dos partes: la educación práctica para la vida útil, intensa y extensa y para ejercicios de investigación personal y experimentos comprobatorios de las teorías científicas y*
2. *la teoría científica: para una seria preparación científica, es decir que le permita una ordenación mental del conocimiento (Cubillos Bernal, 2007) (pág. 170)*

Contemplando lo anteriormente expresado por el autor, la práctica se puede llevar a cabo siempre y cuando exista un respaldo teórico, de lo contrario el estudiante no respondería al conocimiento ni a la codificación de estos; sin embargo, en esta actividad el

investigador en su rol de docente orienta y ayuda a los estudiantes que se encuentran dedicados a su estudio individual, sin embargo, no imparte una lección.

Recapitulando, en el laboratorio de obtención de extractos antioxidantes y elaboración de recubrimientos comestibles (Anexo B), en este se buscaba potencializar la autodisciplina y la libertad del estudiante posibilitándole la elección dentro del marco estructurado por el investigador. Es importante destacar que antes de que el estudiante realizara el análisis se orientó frente a temas como:

- Estrés oxidativo
- El estrés y el daño oxidativo
- Daño a biomoléculas
- Daño oxidativo a proteínas
- Daño oxidativo a lípidos
- Daño oxidativo a ácidos nucleicos
- Daño mitocondrial

Por otro lado, se le posibilitaron cada una de las herramientas para observar el desarrollo que tiene el estudiante frente al concepto de estrés oxidativo, teniendo en cuenta los espacios que ya se han impartido para el aprendizaje. Así mismo el planteamiento que se utiliza en este espacio, está basado en la recolección de evidencias, es decir que se encuentra firmemente arraigado a cuestiones de valor, debido a que la propuesta es evaluar el material didáctico, efectuando perspectivas conceptuales, sin dejar de lado los métodos de cuantificación importantes para evaluar las implicaciones del método Montessori, frente a la actividad.

La valoración de la actividad 5, se realiza haciendo uso de una rubrica de evaluación expuesta en la Tabla 9, en esta se tienen en cuenta 4 aspectos a evaluar (cada una con valores diferentes, entre ellos: contenido (valor 1,2), coherencia (valor 1,3), uso adecuado de términos (valor 1,4) y argumentación y redacción (valor 1,1), además de una escala con ítems de valoración que consta de 3 valores: bajo (con valor de 1), medio (con valor de 2) y alto (con valor de 3). A continuación, en la tabla 9 se muestra la rúbrica de evaluación que se llevara a cabo.

Tabla 9. Rubrica de Evaluación para evaluar informes de laboratorio

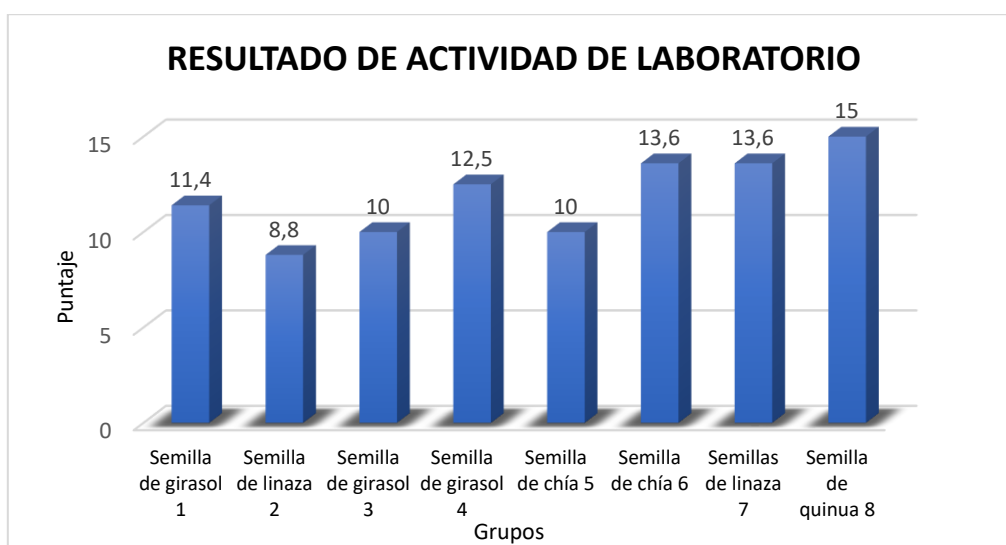
Aspecto por evaluar	Valoración por ítem		
	Bajo	Medio	Alto
Contenido	Los estudiantes demuestran poco conocimiento sobre el tema.	Los estudiantes demuestran un conocimiento parcial sobre el tema.	Los estudiantes demuestran mucho conocimiento sobre el tema.
Valor 1,2			
Coherencia	Los estudiantes presentan contradicciones al momento de exponer un argumento. Las ideas que plantea el estudiante no tienen relación.	Los estudiantes demuestran conocimiento parcial del tema de trabajo. Argumenta los hechos pero no convence.	Los estudiantes demuestran conocimiento sobre el tema debido a que no presenta contradicciones y expone correctamente sus ideas.
Valor 1,3			
Uso adecuado de términos	Los estudiantes presentan inconsistencia a la hora de hacer uso de la mayoría de los conceptos No hacen uso de terminología	Los estudiantes presentan inconsistencia en el uso de algunos términos. No presentan conexiones entre términos.	Los estudiantes emplean de manera correcta todos los términos. Presentan conexión entre los términos
Valor 1,4			
Argumentación y redacción	Los estudiantes no argumentan de forma adecuada No se organizan correctamente las ideas	Los estudiantes desarrollan los argumentos parcialmente Las ideas se organizan parcialmente	Los estudiantes argumentan de forma adecuada Las ideas y la organización de las ideas se desarrollan de forma correcta.
Valor 1,1			
	1	2	3

Fuente. Autora, 2022

En segunda instancia se planifico para la calificación de esta actividad multiplicar el valor del ítem, por el valor del aspecto a evaluar, es decir: que si los estudiantes registran un resultado *Alto* (con valoración 3), dentro del aspecto a evaluar como: *Contenido* (con valoración 1,2) se multiplica 3 por 1,2 para un valor de 3,6 en el aspecto a evaluar. Finalmente se suman los resultados y se obtiene el puntaje final.

Vinculado a esta rúbrica de evaluación encontramos la figura 18 , en donde se muestra la compilación de los resultados obtenidos en la actividad 5, en ella observamos 4 aspectos a evaluar y el resultado final obtenido por cada grupo de los cuales se eligieron 3, por presentar puntuaciones alejadas, para el siguiente estudio se analizará el ejercicio de los grupos 1, 2 y 8.

Figura 18. Resultados generales de la Actividad 5.



Fuente. Autor 2022

Eventualmente, al analizar el texto del grupo 1, se puede evidenciar que los estudiantes muestran un grado medio de adaptabilidad, debido a que: el estudiante a partir de la práctica identifica, después de esto analiza, relaciona y/o conectar la información previa con la que adquiere y finalmente deduce de manera parcialmente clara las implicaciones conceptuales con respecto a la práctica, por ejemplo:

Figura 19. Prueba experimental de recubrimiento comestible en fresa, grupo 1



Fuente. Obtenido de grupo 1

Como se puede ver en la (Figura 19) tomada por los estudiantes durante la práctica de laboratorio, se puede observar que en la parte izquierda se ubica la fresa sin recubrimiento, mientras que en la parte derecha, se ubica la fresa con recubrimiento comestible y uso de oleoresina de la semilla de girasol, esta imagen deja a la vista que el

recubrimiento cumplió con la función deseada, es decir, redujo el estrés oxidativo, minimizo la entrada de gases del medio ambiente, en pocas palabras preservó la fresa.

Los estudiantes relacionan los conceptos (subrayados) anteriormente aprendidos con la práctica y realiza su explicación en base a imágenes (figura 19), por ejemplo, se identifica con exactitud el uso de conceptos tales como: recubrimiento, estrés oxidativo, radicales libres, pardeamiento enzimático, antioxidante; además de ello, reconoce que en la extracción, la vitamina E, tiene un papel importante en la conservación del alimento al ser este un antioxidante.

“La imagen de la derecha es la fresa la cual no tiene recubrimiento, se puede observar un cambio en la coloración con respecto a la fresa de la izquierda la cual si tiene el recubrimiento elaborado. Este cambio se debe a la interacción con el aire del ambiente, en específico con el oxígeno, el cual oxida las células a partir de un proceso llamado estrés oxidativo. Este proceso genera radicales libres que causan daño celular lo que hace que se note el cambio de color, también conocido como pardeamiento enzimático en las frutas. El recubrimiento, protege la fresa de la interacción con el aire, retardando la oxidación y el pardeamiento de esta debido a la presencia de un antioxidante dentro de la olefina extraída de las semillas de girasol, la vitamina E.”

Sin embargo, los estudiantes en el mismo texto señalan que realizaron una extracción de un aceite, lo que conlleva a un mal uso del concepto, debido a que: las oleorresinas se producen mediante la extracción de compuestos aromáticos adicionalmente, estas se obtienen por medio de extracción Soxhlet, mientras que los aceites esenciales, son extraídos por medio de disolventes orgánicos y por medio de extracción por arrastre de vapor.

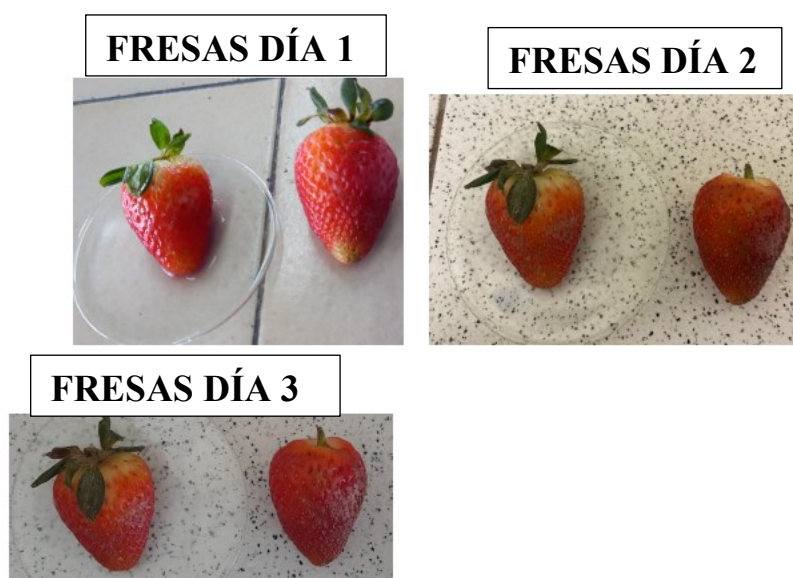
A su vez se analizaron los resultados del grupo 2, quienes obtuvieron un puntaje bajo respecto a la actividad, debido a que: el estudiante a partir de la práctica y el uso de imágenes (figura 20), no relaciona los conceptos anteriormente aprendidos, con la práctica como se puede observar en el siguiente texto:

“Como se puede observar en las imágenes (figura 20), se ve el seguimiento por tres días de la fresa con el recubrimiento (fresa de la parte izquierda en las fotografías), y de la fresa sin el recubrimiento (fresa de la derecha en las fotografías). Se resalta que, para formar el recubrimiento, este se hizo a partir del almidón de papa, y como se puede observar en las imágenes, si ayudó a que la fresa se pudiera conservar, se puede deducir que la fresa que no tiene el

recubrimiento, nuestro punto de referencia si tuvo algunos cambios, y efectivamente tuvo un cambio que visualmente fue notorio, además de presentar lugares que dan aspecto de putrefacción."

De acuerdo con lo anterior se evidencia que el grupo 2, en su propuesta de análisis se centra en una descripción cualitativa, en donde no se confronta la teoría y la práctica, es decir no se mejora la capacidad de comprensión de fenómenos, ya que no se fortalece la capacidad de comprensión, ni se le da paso a la adquisición de destrezas científicas en donde se explique un fenómeno a partir de conceptos, además el grupo cuenta con conceptos equívocos durante su explicación del proceso en la práctica en cuanto se refieren a que se realizó una extracción de un aceite.

Figura 20. Prueba experimental de recubrimiento comestible en fresa, grupo 2

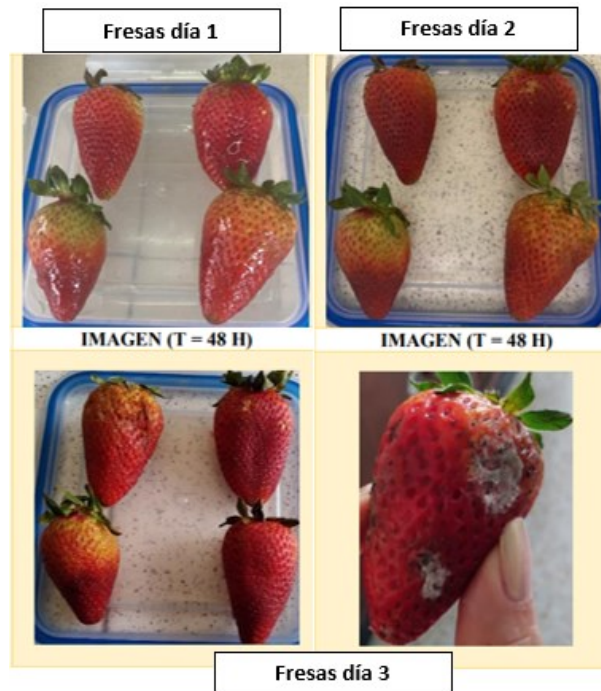


Fuente. Obtenido de grupo 2

Respecto a la (Figura 20) se puede observar que la fresa ubicada en la parte izquierda de la imagen es la fresa patrón, es decir la que no cuenta con recubrimiento comestible, mientras la fresa del lado derecho, cuenta con recubrimiento comestible a partir de la semilla de linaza, de acuerdo a la validez de este instrumento se puede analizar que este funcione como antioxidante, debido a que la fresa con recubrimiento conservo sus características físicas durante 3 días, mientras que la fresa patrón no.

Por último, se analiza el grupo 8, en donde se puede evidenciar que los estudiantes muestran un alto grado de adaptabilidad, debido a que: el estudiante a partir de la práctica identifica, después de esto analiza, relacionar y/o conecta la información previa con la que adquiere y finalmente deduce de manera clara las implicaciones conceptuales con respecto a la práctica.

Figura 21. Prueba experimental de recubrimiento comestible en fresa, grupo 8



Fuente. Obtenido de grupo 8

Como se puede observar en la figura 21, los estudiantes realizan un seguimiento y describen paso a paso lo que sucedió en este, por otro lado en el siguiente párrafo se pueden observar subrayados el uso de conceptos en el análisis científico, en donde mencionan que:

“A lo largo del tiempo, la muestra patrón tuvo deterioro considerable al transcurso de 48 horas, esto se debe a que la superficie de la fresa estuvo expuesta directamente al ambiente; por lo que, al intercambio de moléculas como oxígeno, radicales libres y polución debida a la contaminación ambiental, se promueve la degradación de la muestra con menor tiempo en comparación a las otras muestras recubiertas con la mezcla de oleorresina, gelatinizante y solvente.... se puede afirmar que los radicales libres interactúan con la capacidad antioxidante del recubrimiento, impidiendo así un contacto directo con las células de la fresa y, por consiguiente, un menor deterioro en iguales lapsos de tiempo.”

por otro lado, exponen en las conclusiones que:

“El recubrimiento comestible funciona adecuadamente en las fresas empleadas para la práctica, evita el contacto directo de moléculas presentes en el ambiente que pueden deteriorar el producto y el estrés oxidativo, y reduce el proceso osmótico que deriva en la plasmólisis en las células, lo que ayuda a conservar mejor las propiedades sensoriales y la calidad del producto.”

Como se puede observar en los siguientes párrafos, se identifica que los estudiantes tienen un manejo, en cuanto a los conceptos anteriormente expuestos por el investigador, adicionalmente, conocen la composición del recubrimiento y en base a ello, analizan su papel en contacto con la fresa, además, mencionan que la fresa se recubrió por medio del método de inmersión, es decir el estudiante analiza a partir diferentes estadios y demuestra de esta manera el funcionamiento del método Montessori en el aprendizaje del concepto de estrés oxidativo, a partir de los recubrimientos comestibles.

Los estudiantes del grupo 8, validan el instrumento al demostrar que los recubrimientos comestibles son de gran ayuda a la hora de conservar una fruta, especialmente se observó que en fresas conocidas como frutas sin piel el recubrimiento funciona muy bien con el uso de oleorresinas como antioxidantes.

El análisis muestra el proceso del estudiante a través de las intervenciones y pone en manifiesto el desarrollo a la hora de plasmar conclusiones, desarrollar y relacionar los conceptos frente al evento, eso genera un avance positivo en cuanto a la adquisición de aprendizaje del concepto de estrés oxidativo.

Dicho lo anterior se puede decir que el papel investigativo del método Montessori tiene mucho que ver con la deducción a partir de las observaciones recogidas en el transcurso de la metodología, ya que los estudiantes están ocupados analizando diferentes factores y esto acerca al docente investigador a lograr condiciones necesarias para alcanzar el método de la pedagogía científica.

8.2.5 Actividad 6 y 7 Orientación y actividad final (introducción al estrés oxidativo)

En la modalidad de trabajo preparada hasta ahora, se llevan a cabo tres fases: La primera tiene que ver con el estudio individual del estudiante y el conocimiento previo, la segunda tiene que ver, con el cómo se desarrollan las actividades en grupo o equipo de trabajo,

haciendo uso de la socialización de trabajos que contribuyen a la divulgación y el afianzamiento de conocimiento, después, se evalúa el proceso de aprendizaje individual y en grupo por resolución de problemas.

Finalizando las etapas de investigación se orientó al estudiante en temas como:

- Recubrimientos comestibles
- Características, ventajas y desventajas de los recubrimientos biodegradables
- Composición de recubrimientos
- Atributos

Justo después de terminar la orientación de los temas, se llevó cabo la intervención evaluativa en el aula de clase de manera individual, en ella se tuvieron en cuenta los conceptos ya aprendidos: estrés oxidativo, radicales libres, recubrimientos comestibles, los cuales se presentan en el programa guía de actividades (PGA) (Anexo B).

En virtud de lo anteriormente expuesto en el método Montessori esta es una de las partes más importantes, ya que nos muestra el uso de la expresión justa, por ejemplo al inicio encontramos que muchos estudiantes indistintamente hacían uso de palabras como: podrido, color café, maduración, aceite, etc.

Con los métodos descritos anteriormente, lo que se busca es precisar ideas para que de esta manera sean claras y halla una asociación justa entre ellas.

Después de que el estudiante a ejecutado durante algún tiempo el manejo de estos conceptos dentro de los espacios y ha adquirido seguridad en cuanto a estos ejercicios, si el docente investigador pone una banana en descomposición y una banana recubierta sobre la mesa y explica los resultados, seguidamente al poner en práctica este ejercicio con el estudiante, durante la sucesión de las lecciones, se espera que este en la capacidad de explicar estos eventos de manera científica, desde el método Montessori esto favorece el desarrollo de los sentidos, la observación y el análisis.

La actividad 7 cuenta con una totalidad de 7 puntos repartidos en preguntas abiertas, para su valoración se le asignó a cada punto un puntaje de (figura 22) :

Figura 22. Puntaje para la actividad 7

Punto	1	2	3	4	5	6	7	TOTAL
Puntaje por punto	1	3	1	2	1	1	1	10

$$Total\ de\ la\ actividad = \frac{5 * X}{10}$$

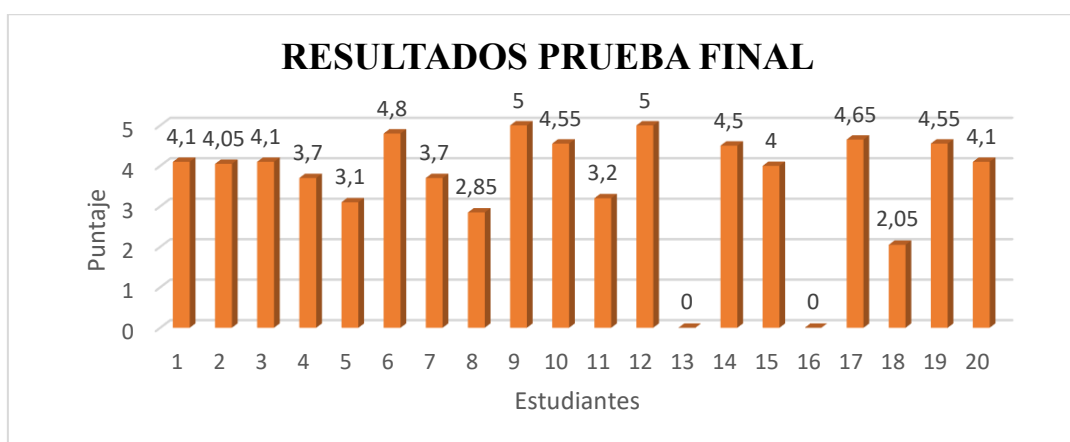
Fuente. Autor, 2022

La actividad cuenta con una sumatoria total de 10 (Equivalente a 5), en un rango de 1 y 5, siendo 1 (Bajo) y 5 (Alto) se dividió en 10 (Total), esto se realizó con la finalidad de comparar el puntaje en la prueba de inicio y la final.

En esta actividad participaron 18 personas, se tuvieron en cuenta 17 estudiantes que participaron en la primera actividad de ideas previas (Anexo A), los estudiantes 13 y 16 no participaron en la Actividad 7 introducción al estrés oxidativo (Anexo B), al mismo tiempo se observó que a la hora de hablar de una evaluación los estudiantes tienen menor participación. Ya que 5 de ellos no mostraron interés en la prueba de inicio y final, sin embargo, participaron en las demás actividades.

A continuación, se puede observar el puntaje obtenido en la actividad 7 (figura 23), estos muestran una gran mejora, los estudiantes reconocen con claridad los términos y están en la capacidad de realizar conexiones, resolver problemas y presentar soluciones de mano de los conceptos relacionados con estrés oxidativo, recubrimientos comestibles y antioxidantes

Figura 1. Puntaje para la actividad 7



Fuente. Autor, 2022

En la tabla 10, podemos encontrar un acercamiento conceptual en cuanto a la resolución de la actividad 7, esto se realiza con el fin de respaldar dentro del método Montessori los conceptos significativos del aprendizaje, en donde cualquier tema se puede tratar de manera significativa, con el fin de mejorar considerablemente la intensidad de lo aprendido.

Tabla 10. Cuadro de resultados de actividad 7

Pregunta	Respuesta de autor	Objetivo
Especies reactivas de oxígeno: O_2^- , HOO^- , OH^- , ROO^- , RO^- , ERN^+S , H_2O_2 , $1O_2$, $HOCl$, $ROOH$, ERN^+S ,	Superóxido, perhidroxilo, hidroxilo, peroxilo, alcoxilo, especies reactivas de nitrógeno, peróxido de hidrogeno, oxígeno singlete, ácido hipocloroso, hidroperóxido, especies no radicales de nitrógeno. (pág. 10)	Evaluar si el estudiante reconocer las especies reactivas de oxígeno.
Mapa conceptual	Análisis actividad 1 vs actividad 7	Analizar si el estudiante adquirió habilidades conceptuales
Explique cuáles son las fuentes exógenas (influencias externas) de los radicales libre.	Humo de tabaco, luz ultravioleta, radiaciones ionizantes, shock térmico, plaguicidas. Algunos fármacos, ozono (pag.18)	Analizar que expresa el estudiante en relación con las fuentes externas de radicales libres.
¿Qué haría usted para conservar sus frutas y vegetales?	Separar la fruta según la maduración, quitar envoltura o envase, lavarlas y cortarlas antes de consumirlas, almacenar fruta en un lugar adecuado, congelar, uso de recubrimientos comestibles.	Observar que relación con la vida cotidiana tienen los conceptos de estrés oxidativo.
¿Qué sucede en la imagen?	Ocurre un desbalance, en el que hay un aumento de oxidantes o una disminución de antioxidante en comparación con la situación definida como normal. (pág. 28)	Analizar si el estudiante codifica los conceptos y crea respuestas coherentes con respecto a la imagen.
¿Qué consecuencias puede suponer para la salud el estrés oxidativo?	Existen procesos patológicos atribuibles al ataque de radicales libres: envejecimiento, aterosclerosis, cáncer, catarata senil, insuficiencia renal (IRA), crónica (IRC) y diálisis, diabetes, hipertensión arterial (HTA) (pág. 51)	Estas dos preguntas se relacionan a la hora de hacer el análisis debido a que las dos relacionan temas relacionados con la salud y por ende en su resolución deben tenerse en cuenta la relación en cuanto a los conceptos.
¿Qué rol cumplen y cómo actúan los antioxidantes en el organismo?	Los antioxidantes impiden que otras moléculas se unan al oxígeno, al reaccionar o interactuar más rápido con los radicales libres del oxígeno y las especies reactivas del oxígeno	

	que con el resto de las moléculas presentes, en un determinado microambiente: membrana plasmática, citosol, núcleo o líquido extracelular. (pág. 41)	
--	--	--

Fuente. (Camps, Ruffino, Majul , & Joison , 2009)

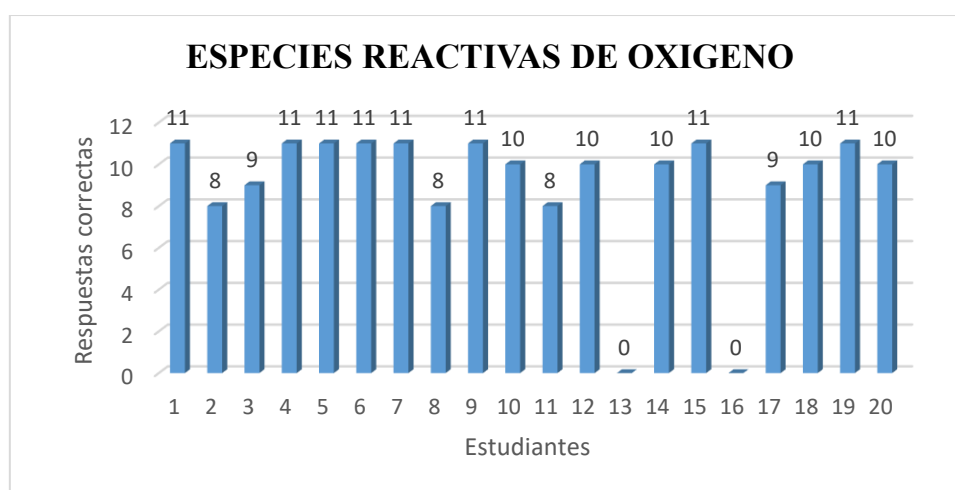
8.2.5.1 Especies reactivas de oxígeno

En el punto uno, los estudiantes reconocieron y nombraron las especies reactivas de oxígeno, como se puede ver a continuación en el (Anexo E):

El estudiante 12 presento error en 2 de las especies reactivas de oxígeno, una de ellas es (HOO^-) llamada perhidroxilo y la otra ($ROOH$) llamada Hidroperóxido. Por el contrario el estudiante 19 presenta claridad frente a el conocimiento de especies reactivas de oxígeno.

En la figura 24, se observan la cantidad de especies reactivas de oxígeno que cada estudiante respondió de manera correcta, dentro del analisis se observa que 8 estudiantes respondieron a todas, 3 estudiantes obtuvieron 8 respuestas correctas.

Figura 2. Resultados de punto 1, especies reactivas de oxígeno



Fuente. Autor, 2022

En cuanto se observa el punto uno se reconoce la validez del metodo y se constata que es importante fomentar el desarrollo de estrategias que conlleven a la adquisición de

habilidades, a si mismo el orden con el que se lleva a cabo el entorno ayuda a construir motivación y así fomentar la adquisición de conceptos.

En este punto el estudiante reconoce las especies reactivas de oxígeno y de esta manera esta en capacidad de nombrarlas, este es un estadio fortuito debido a que en el instrumento de entrada los estudiantes no reconocían, ni nombraban las especies reactivas de oxígeno.

8.2.5.2 Mapa conceptual

Respecto al análisis del punto 2, es necesario realizar la visualización del mapa conceptual construido por el estudiante antes en el instrumento de ideas previas y después de las actividades anteriormente realizadas en el instrumento de introducción al estrés oxidativo.

Para su posterior análisis serán elegidos 2 estudiantes que generen diferencia con forma a el tiempo inicial y final, con el fin de observar si organizan y comprenden de manera significativa el concepto de estrés oxidativo, esto contribuye a evaluar si fueron obtenidas las habilidades conceptuales, en donde se espera que el individuo en el proceso realice análisis, conexiones y comprenda el concepto.

Tabla 11. Aspectos por evaluar frente a las habilidades conceptuales.

Aspectos por evaluar	Valoración
Identifica los conceptos relacionados con el tema	1
Localiza y ubica la idea central del tema	1
Utiliza palabras de enlace y une de manera adecuada los conceptos	1

Fuente. Autor, 2022

En la tabla 11, se evalúan 3 ítems respectivamente, cada uno con una valoración máxima de 1 y mínima de 0, con el fin de evaluar las habilidades conceptuales, su principal función es la de señalar el uso del concepto, la claridad y la habilidad adquirida, es decir principalmente busca evaluar un proceso de aprendizaje.

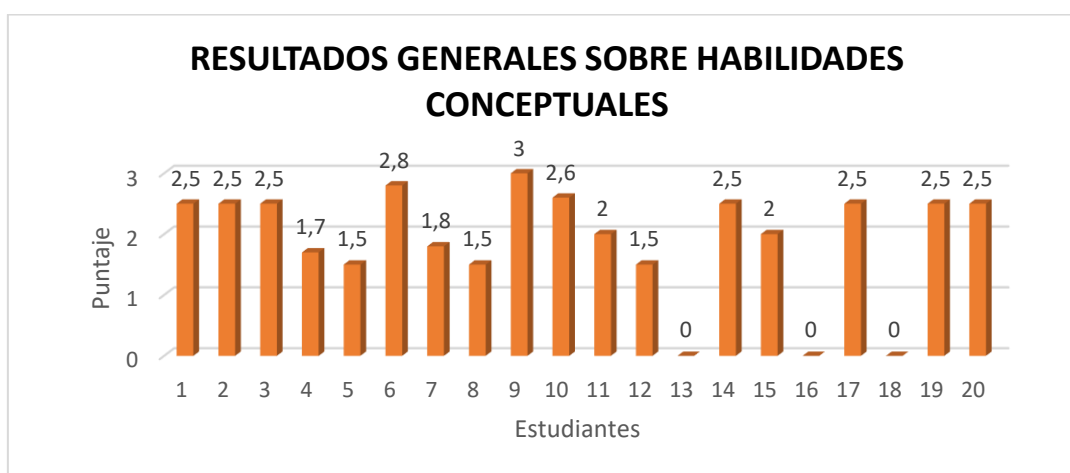
Con respecto a lo anterior, el que se vea un avance en el estudiante tiene mucho que ver con lo que señala en su libro (Montessori, método de la pedagogía científica, 2004)

La vuelta a la normalidad no puede hacerse más que reuniendo y reunificando todas las energías del niño. Así entendido, normalizar un niño quiere decir que,

más allá de la supresión de obstáculos y el abandono de medidas educativas directas, hay que crear, para el niño un entorno y ponerle al alcance de la mano materiales con los que pueda trabajar de forma concentrada y focalizar su atención (pág. 37).

De acuerdo con lo expuesto por el autor se puede considerar que al poner al alcance materiales de trabajo que cumplan con las necesidades del estudiante, se contribuye a que este desarrolle nuevas habilidades que es justamente lo que se busca en el artículo al analizar las implicaciones del método de María Montessori en el concepto de estrés oxidativo.

Figura 3. Resultados generales sobre habilidades conceptuales



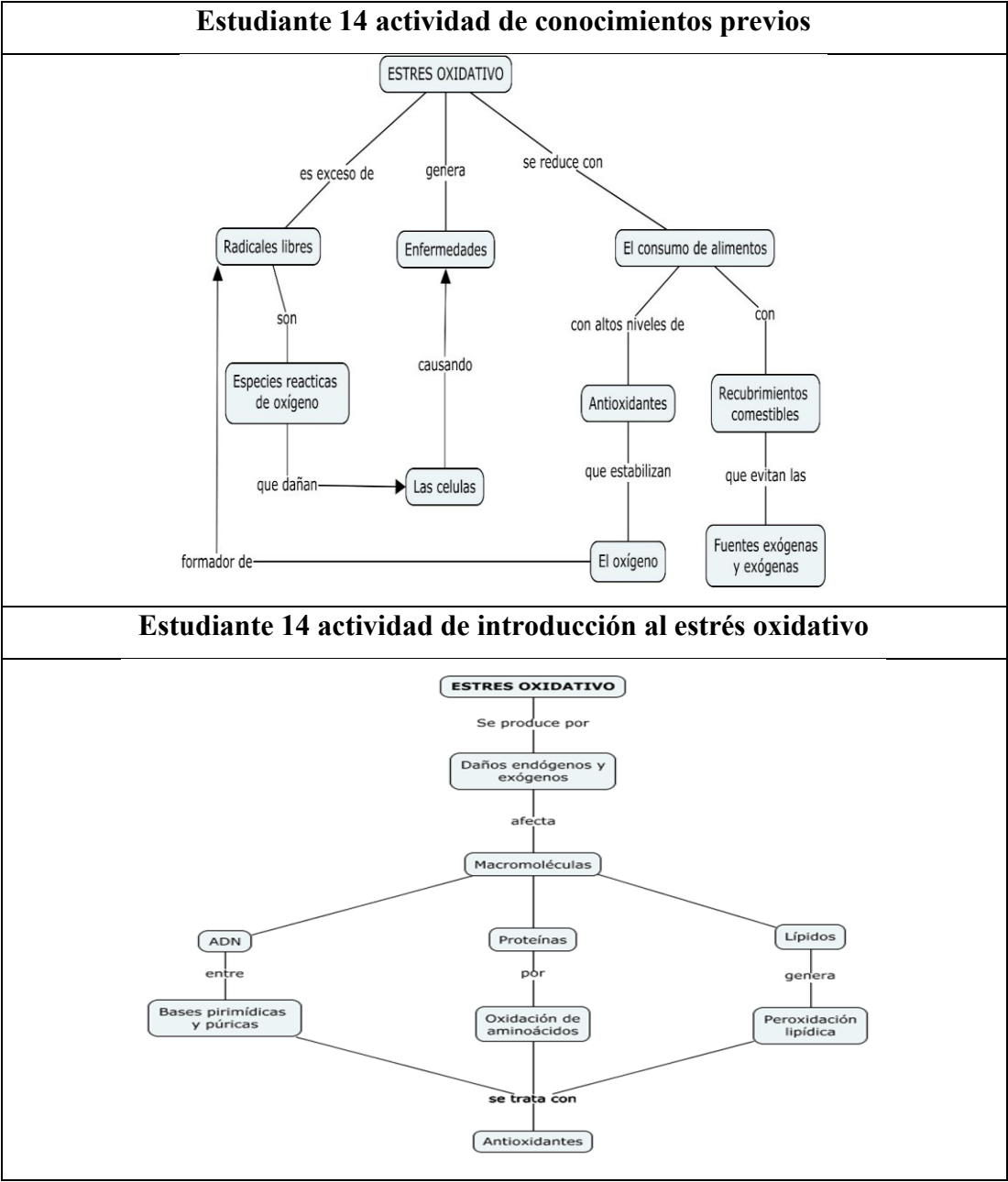
Fuente. Autora 2022

En la figura 25, se exponen los resultados que obtuvieron los estudiantes con respecto a la actividad del mapa conceptual, el resultado más alto es 3, obtenido por el estudiante 9. Al observar la gráfica se puede evidenciar que los estudiantes obtuvieron buenos puntajes, sin embargo, los estudiantes 5 y 8 presentaron puntajes bajos, la finalidad del análisis que se realiza a continuación está en evidenciar si hubo mejoras con respecto al instrumento inicial.

En virtud de lo anteriormente expuesto dentro del análisis del mapa conceptual se analizara el estudiante 14, debido a que demostró conocimientos previos con respecto al concepto de estrés oxidativo en el mapa del instrumento de entrada (Tabla 12), lo que se quiere observar más allá del puntaje obtenido, es si reconoce nuevos conceptos y los asocia con los anteriormente expuestos, por otro lado se realiza el análisis del estudiante

10 (Tabla 13), ya que su mapa conceptual en el instrumento de entrada fue el que menos presento sinopsis grafica sobre el tema de estrés oxidativo.

Tabla 12. Cuadro de resultados de mapa conceptual Actividad 7 vs Actividad 1 del estudiante 14



Fuente. Obtenido de estudiante 14

Como se puede observar en la tabla 12, el estudiante 14 contaba con algunos conocimientos previos a cerca de lo que es estrés oxidativo, debido a que en la actividad 1, expone no necesariamente el desbalance entre radicales libres y antioxidantes, pero señala que esto se debe a un exceso de radicales libres y puede ser reducido con el

consumo de alimentos ricos en antioxidantes, es decir, el estudiante relaciona los conceptos asociados a estrés oxidativo.

En cuanto a la segunda actividad se puede observar que el estudiante 14 genera nuevas asociaciones en cuanto al concepto debido a que fija su atención en las reacciones en donde están implicadas las especies reactivas de oxígeno que derivan de fuentes endógenas y exógenas, y expone en sí misma la relación causa- efecto que derivan de estas interacciones.

Tabla 13. Cuadro de resultados de mapa conceptual Actividad 7 vs Actividad 1 del estudiante 14

Estudiante 10 actividad de conocimientos previos
Estudiante 10. actividad de introducción al estrés oxidativo

Fuente. Obtenido de estudiante 10

En cuanto al estudiante 10, se puede observar en la tabla 13, que encamina el mapa conceptual en la actividad 1, desde el concepto de recubrimientos comestibles, sin embargo, expone que estos impiden que el oxígeno afecte las especies reactivas de oxígeno por sus radicales libres y generen estrés oxidativo en las células.

Fernández et al; 2020 exponen en su artículo y dentro de los mecanismos de conservación que los recubrimientos:

“Conservan la calidad de frutas y vegetales, debido a que crean una barrera física a los gases, permitiendo modificar la atmósfera interna de la fruta y de esta manera retardar la maduración y senescencia” (pág. 54)

De acuerdo con lo anterior es válido afirmar que el argumento presenta información falsa, debido a que en concordancia con el autor los recubrimientos comestibles permiten modificar la atmosfera interna de la fruta, por ende el estudiante no relaciona de manera adecuada el contenido en cuanto a sus ideas previas.

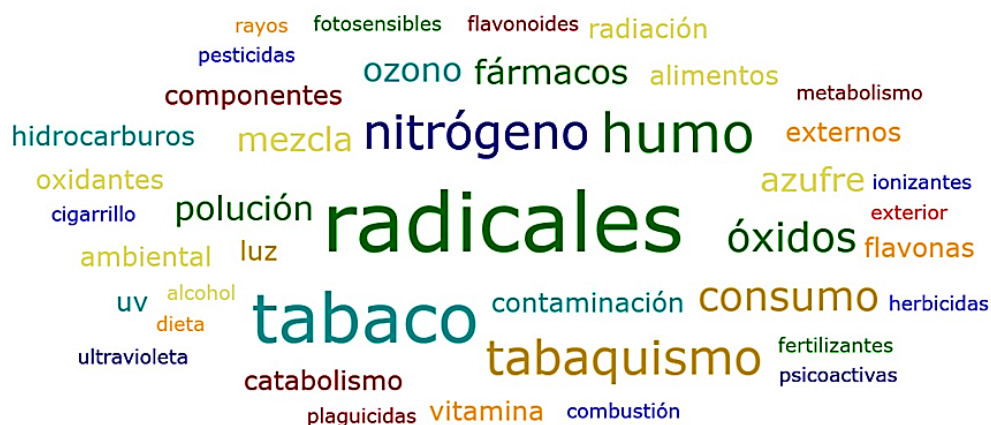
En la actividad 7, el estudiante 10 tiene una visión diferente, es decir cuenta con una formulación verbal en la que relaciona conceptos de manera asertiva, considerando el contexto, además señala como tema principal el estrés oxidativo a través de entramados de líneas que forman relaciones entre conceptos relacionados como: radicales libres, especies reactivas de oxígeno, antioxidantes exógenos y endógenos, determinando jerárquicamente y con precisión las relaciones conceptuales.

Con lo anterior y en búsqueda de la validez de este punto se puede decir que los estudiantes generaron un avance significativo en cuanto al concepto, al mismo tiempo, se debe destacar que la apreciación realizada por la docente que validó el instrumento fue de gran ayuda, ya que contribuyó a generar una continuidad investigativa.

8.2.5.3 Explique cuáles son las fuentes exógenas (influencias externas) de los radicales libre

Para llevar a cabo el análisis del punto 3 (anexo B), las transcripciones de los documentos originales fueron llevadas a el software Atlas. ti, en donde fueron agrupadas y seguidamente presentadas en una nube de palabras.

Figura 4. Nube de palabras resultado de pregunta 2 en actividad 7



Fuente. Realizada con software Atlas. ti

La figura 26, evidencia las palabras más usadas por los estudiantes para responder a esta pregunta, se puede observar que la gran mayoría de estudiantes hablan de que una de las fuentes exógenas más importantes, tiene que ver con el tabaco, seguido de esto hablan en menor proporción de la incidencia de otros factores como: radiación UV, polución, plaguicidas, ozono y algunos fármacos.

Para la explicación de las fuentes de radicales libres el docente investigador hizo uso de imágenes, que ayudaban a guiar al estudiante frente al acercamiento de los conceptos, lo que ayuda al estudiante a formar asociaciones, por ejemplo: El estudiante 19, refiere que

“las fuentes exógenas de radicales libres son: radiación, tabaco, polución, plaguicidas, ozono y algunos fármacos”.

Mientras que el estudiante 4 refiere lo siguiente:

“Las fuentes exógenas de los radicales libres son los antioxidantes que permiten la inhibición de los radicales en el cuerpo estas en específico son fuentes que se encuentran en la naturaleza, en específico en los alimentos que al consumirlos permitían esa contrarresta de los radicales; entre estas encontramos la vitamina E, C los carotenoides vitamina D y los flavonoides”

En base en lo anterior, se puede señalar que el estudiante 19, conoce las fuentes de radicales libres, fundamentales para el funcionamiento de un amplio grupo de procesos biológicos, pues las especies reactivas de oxígeno median en reacciones, en donde se implica un radical libre a nivel celular, desde ese punto de vista se puede señalar que el

aprendizaje de conceptos muchas veces implica la asociación de un objeto con una idea personal.

Por otro lado, el estudiante 4, en el texto subrayado presenta una confusión entre radicales libres exógenos y sistema antioxidante exógeno, debido a que no conecta estos dos conceptos, por tanto, se dificulta el entendimiento de lo que quiere expresar, Camps et al; 2009 expresa que:

“El sistema de defensa antioxidante está constituido por un grupo de sustancias que, al estar presentes en concentraciones bajas con respecto al sustrato oxidable, retrasan o previenen significativamente la oxidación de este” (pág. 41).

Mientras que en cuanto a los radicales libres exógenos el mismo autor expone que:

“son derivados de influencias externas tales como irradiación de los organismos con radiaciones electromagnéticas y particularmente la radiación ionizante, la cual daña los tejidos por causar fisión del enlace del agua, produciendo átomos de hidrogeno, electrones hidratados y radicales hidróxido” (pág. 19).

De esta manera se confirma que el sustento del estudiante 4 tal y como se encuentra planteado, no tiene un sustento valido debido a que no realizo una correcta estructuración en los métodos.

8.2.5.4 ¿Qué haría usted para conservar sus frutas y vegetales?

Esta pregunta abre el camino a entender la importancia de proveer alimentos sanos y de calidad, por ende, los métodos de conservación como los recubrimientos comestibles nacieron como una alternativa para aprovechar al máximo las cosechas y bajar los altos niveles en pérdidas que se registran con respecto a los alimentos.

Para esta pregunta se utilizarán unos ítems que se deben evidenciar en el proceso de la evaluación y el análisis del punto, específicamente se parte de 2 grandes evidencias de aprendizaje: 1) las relaciones conceptuales entre estrés oxidativo y recubrimientos comestibles y 2) el reconocimiento de los métodos de conservación.

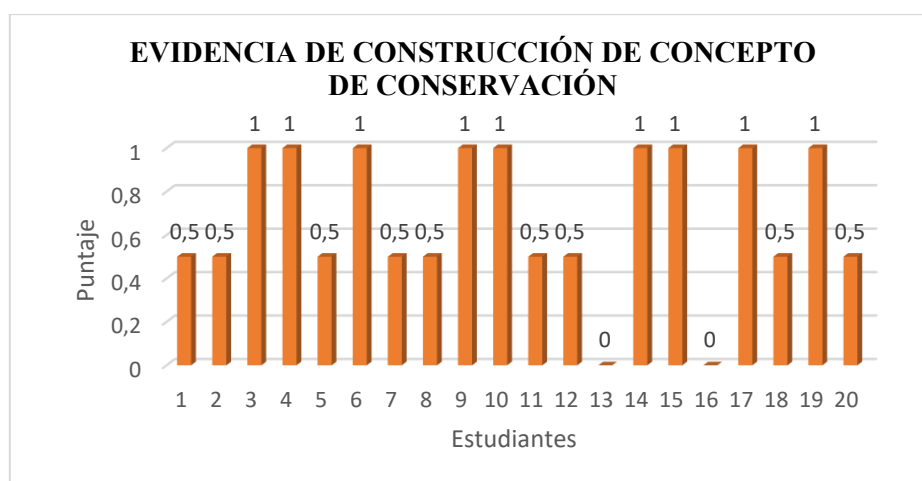
Tabla 14. Ítems que evidencian el conocimiento con respecto a recubrimientos comestibles

N.º	Pregunta abierta	Evidencias		Valor de la pregunta
		Superior	Bajo	
p4	¿Qué haría usted para conservar sus frutas y verduras?	1)Elabora relaciones conceptuales entre estrés oxidativo y recubrimientos comestibles. 2)Reconoce otros métodos de conservación de alimentos.	Reconocer algunos métodos de conservación, pero no los relaciona con recubrimientos comestibles	1

Fuente. Autor, 2022

En la figura 27, se evidencian los resultados frente a la pregunta, como se puede observar los resultados estuvieron guiados por 2 resultados entre ellos 1 y 0,5, es decir ningún estudiante tuvo un nivel totalmente bajo con respecto a la pregunta, debido a que el estudiante 13 y 16 no realizaron la actividad, sin embargo, se tienen en cuenta con el fin de observar la diferencia que existe entre la prueba final y la inicial.

Figura 5. Resultados que evidencian la construcción del concepto de conservación a partir de recubrimientos comestibles.



Fuente. Autor, 2022

Dentro del bosquejo que se realiza a esta pregunta se tomaron los resultados de 3 estudiantes, con el fin de observar la validez de la evidencia de construcción conceptual.

Tabla 15. Respuestas de los estudiantes frente a la pregunta 4

Estudiante	Respuesta
1	Con el fin de aumentar la vida útil de las frutas y verduras, picaría las frutas y verduras y las empacaría en bolsa y retiraría la mayor cantidad de aire posible dentro de esta y la congelaría para reducir la contaminación y aumentar su vida útil para que haya una mayor duración de este alimento.
4	Para conservar estos alimentos primero optaría por almacenarlos en condiciones óptimas, respetando si es el caso su cadena de frío, así mismo en el caso de no gastar mucho de estos alimentos, existen algunos contenedores de nevera que permiten mantenerlos frescos. Sin embargo, teniendo en cuenta lo desarrollado en el laboratorio de esta temática, optaría por comprar algunas frutas que se encuentren recubiertas con alguna oleoresina que funcione y haga capa de antioxidante y así proteja estos del daño y pudrición rápida.
19	Las frutas y verduras por lo general poseen recubrimientos de manera natural; esto les ayuda a protegerlas de ciertas sustancias, entre ellas de las especies reactivas del oxígeno, las cuales oxidan las frutas y verduras; ocasionando con ello un pardeamiento enzimático. Para evitar lo mencionado anteriormente se puede hacer uso de antioxidantes que permiten prolongar la vida de los alimentos mediante el retraso del daño celular haciendo uso de recubrimientos comestibles con almidón de papa o yuca.

Fuente. Obtenido de estudiante 1,4,19

De acuerdo con lo anteriormente expuesto se puede observar que el estudiante 1 aunque fue participe del proceso de enseñanza en recubrimientos comestibles para evitar el estrés oxidativo, no tiene en cuenta este método para conservar sus alimentos, debido a que hace énfasis en un método de conservación físico, es decir uso de altas temperaturas por congelamiento.

Por otro lado, es estudiante 4 se refiere a un método de conservación por acción corta, es decir refrigeración, al mismo tiempo hace referencia en el uso de contenedores y finalmente hace referencia a que usaría el tratamiento químico superficial, conocido como recubrimientos comestibles.

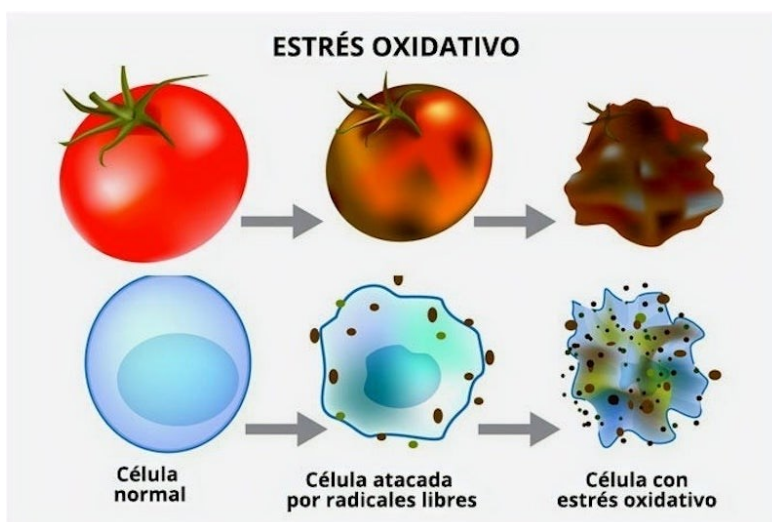
Por último, el estudiante 4 cree que la alternativa de recubrir un alimento ayuda a proteger a los alimentos de las especies reactivas de oxígeno evitando así el pardeamiento enzimático, De acuerdo con el análisis el estudiante 4 presenta un vocabulario más amplio con respecto al tema que los estudiantes 1 y 4, debido a que se refiere a conceptos tales como especies reactivas de oxígeno, pardeamiento enzimático, antioxidantes, daño celular y recubrimientos comestibles.

La mención del estudiante de conceptos interrelacionados ayuda a visibilizar la habilidad que se obtuvo frente a la toma de decisiones, la resolución de problemas en donde el estudiante gana la capacidad de comunicarse asertivamente y centrarse en un enfoque innovador.

8.2.5.5 ¿Qué sucede en la imagen?

Las imágenes desarrollan una relación muy cercana entre el concepto y la interpretación, así como el discurso de explicación a la imagen requiere entender la disciplina, su análisis también se despliega de los elementos visuales, esta etapa se realiza en tres niveles: 1) el análisis a partir de los sentidos, 2) el análisis del significado y 3) y el entendimiento que posibilita potenciar el conocimiento frente a un tema que en este caso es estrés oxidativo.

Figura 6. Imagen de análisis, actividad Introducción al estrés oxidativo



Tomado de (enColombia, 1998- 2022)

En esta actividad se hizo uso de la figura 28, lo que se analiza en esta actividad es la forma en cómo se yuxtaponen las imágenes en cuanto a la construcción de los conceptos, hasta ahora el uso de los sentidos ha sido una herramienta importante para la conexión de conceptos, el resultado que se ha llevado a cabo ha sido positivo y se ha demostrado a partir de la metodología, el aprendizaje del concepto y el enfoque mixto dentro de su cuantificación se tiene en cuenta un puntaje total de 1 (alto) y 0 (bajo).

Tabla 16. Respuestas de los estudiantes frente a la pregunta 4

Estudiante	Respuesta
4	En esta imagen sucede y se explica el proceso de <u>estrés oxidativo</u> , en la primera imagen se observa el tomate que posteriormente fue atacado con radicales libres, lo que produce una degradación por ende oxidando la célula al no existir un antioxidante que inhiba esta reacción y lleva a que la célula entre en estrés oxidativo y por ende la pudrición del tomate ya que hubo un daño extremo en la célula.
9	En la imagen se puede observar que tanto en el tomate como en la célula inicialmente se tiene un equilibrio y no existe afectación ya en el segundo se ve como inicia el proceso de <u>estrés oxidativo</u> donde sucede un desequilibrio o una ruptura de la homeostasis, entonces es allí donde se empiezan a reaccionar los radicales libres y por último se ve como muere tanto la célula, como el tomate ya que el proceso de oxidación logro la apoptosis por medio del estrés oxidativo.
10	En la imagen se puede ver que después de un tiempo el <u>equilibrio que hay entre la producción de radicales libres y los antioxidantes</u> presentes en la célula se han perdido, por ende en el sistema empieza a haber una mayor cantidad de radicales libres o especies reactivas de oxígeno que desnaturalizan e impiden el normal funcionamiento de las células, generando daño estructural.

Fuente. Obtenido de estudiante 4,9,10

De acuerdo con lo anteriormente evidenciado en la tabla 16, se puede observar que los estudiantes tienen un mejor entendimiento acerca de lo que sucede en el proceso de descomposición de una fruta, por ejemplo el estudiante 4, deduce en su primer párrafo que el tema principal de la imagen es estrés oxidativo, además hace referencia al proceso seguido que genero la afección.

El estudiante 9 hace alusión al equilibrio que existe entre radicales libres y antioxidantes en la primera imagen, seguidamente explica el efecto del estrés oxidativo en las frutas y la manera en que desnaturalizan e impiden el funcionamiento de las células generando así un daño estructural.

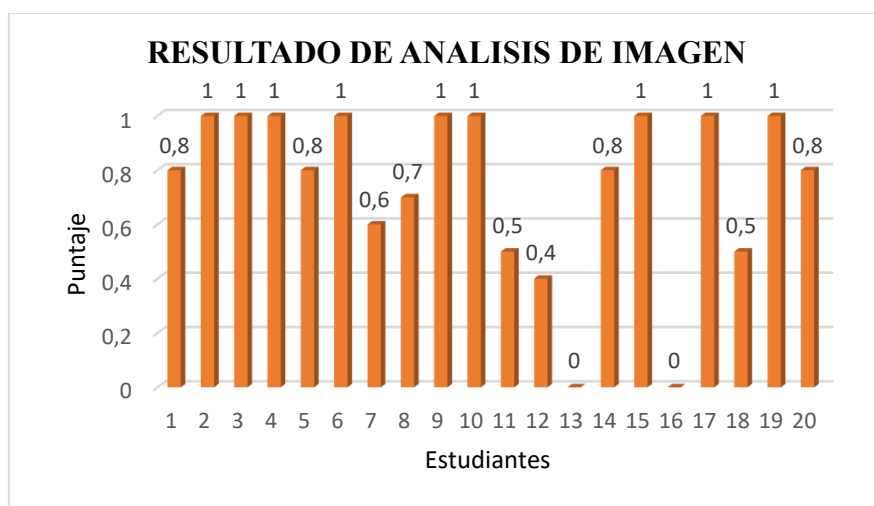
Y por último el estudiante 10, expone el concepto de estrés oxidativo, a partir del equilibrio de antioxidantes y radicales libres, ya para la segunda imagen hace alusión a la actuación de este desequilibrio en las frutas, de acuerdo a lo anteriormente expuesto se puede aducir que las especies reactivas de oxígeno determinan un daño a diversos componentes celulares, a partir de este daño a las biomoléculas, se forman sustancias que

directamente muestran el grado de estrés oxidativo que existe en el organismo (Camps et al; 2009, p. 57)

El objeto de estudio de los dos instrumentos sensoriales que se han realizado en este trabajo de investigación invita a observar, comparar y conectar conceptos. En el momento en que el estudiante tuvo complicaciones fue necesario corregirlo e incitarlo a que se corrigiera y cuando el mismo compruebo el error se notó el interés en resolver el ejercicio de manera asertiva (Montessori, 2014).

De acuerdo con lo anterior se valida el avance que han tenido los estudiantes a partir de los métodos sensoriales incluidos en la metodología de María Montessori.

Figura 7. Resultados de análisis de imagen.



Fuente. Autor, 2022

8.2.5.6 Punto 6 y 7. ¿Qué consecuencias puede suponer para la salud el estrés oxidativo? y ¿Qué rol cumplen y cómo actúan los antioxidantes en el organismo?

En el punto 6 y 7 se realizó un estudio de secuencia conceptual, lo que se busca directamente en este instrumento final es saber que tanto entendió el estudiante en el proceso y de qué manera relaciona temas como, recubrimientos comestibles, estrés oxidativo y antioxidantes, con el tema de la salud.

En esta secuencia se evalúan algunas evidencias que señalan 2 niveles, el primero es el superior (equivale 2) y bajo (equivale 1), mientras el valor por pregunta es respectivamente 1.

Tabla 17. Estudio de secuencia conceptual en preguntas (1,6 y 7) elaboradas en el material final de introducción al estrés oxidativo.

N.º	Pregunta abierta	Evidencias		Valor de la pregunta
		Superior	Bajo	
p6	Qué consecuencias puede suponer para la salud el estrés oxidativo	Identifica y relaciona conceptos para comprender los fenómenos por los cuales se generan consecuencias en la salud	Identifica las consecuencias, pero no relaciona conceptos	1
p7	¿Qué rol cumplen y cómo actúan los antioxidantes en el organismo?	Explica y relaciona los diferentes factores que determinan la actuación de los antioxidantes en el cuerpo humano	Explica algunos factores que determinan la actuación de los antioxidantes en el cuerpo humano	1
		2	1	

Fuente. Autor, 2022

De acuerdo con la información obtenida por parte de los estudiantes se realiza un estudio con respecto al punto 6 y 7, en el siguiente estudio se llevará a cabo un análisis a los estudiantes 12 y 8 respectivamente.

Estudiante 12:

P6: Los radicales libres y el estrés oxidativo están estrechamente relacionados, por tanto pueden estar altamente relacionado con diversas enfermedades como por ejemplo la arterioesclerosis, el cáncer y también la hipertensión o incluso daño en los órganos al estar acumulados en exceso. Es ideal equilibrar este proceso con una buena alimentación como el aumento de vegetales y frutas acompañado de ejercicio.

P7: la función que cumplen los antioxidantes en el organismo es vital porque ayudan a contrarrestar el efecto excesivo de radicales libres que tiene el organismo generado por fuentes exógenas. Si bien, algunos radicales libres tienen la función de control como en el aspecto de las baterías, control de musculatura y finalmente la regulación de algunos órganos, por ejemplo la vitamina C.

Como se puede observar el estudiante 12 señala que los radicales libres y el estrés oxidativo están relacionados con las enfermedades, esto nos lleva a entender que algunos

procesos patológicos están altamente relacionados con las causas que el estudiante expone, debido a que genera perturbaciones metabólicas y por tanto estrés oxidativo (Camps et al; 2009, p. 51).

Por otro lado, el estudiante 12 presenta claridad a la hora de responder las preguntas, ya que responde haciendo referencia a la función que desempeñan los radicales libres en una cantidad correcta y también en altas cantidades, su explicación se dio de manera muy específica debido a que nombran los tipos y de paso hace mención en los beneficios que otorgan estos.

En respuesta a lo anteriormente expuesto se puede afirmar que el mantenimiento de la homeostasis redox posibilita el equilibrio y la eliminación de radicales libres, posibilitando también el daño a los componentes celulares (Camps et al; 2009, p. 41).

Estudiante 8:

P6: En un consumo alto de antioxidantes, puede generar enfermedades neurodegenerativas, ya que se produciría en exceso radicales libres los cuales afectarían las funciones y estructura celular.

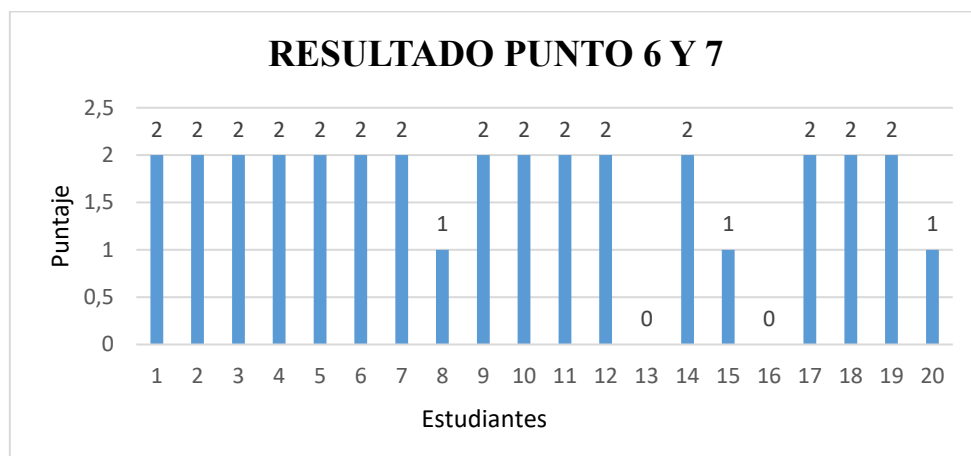
P7: Regulan los procesos oxidativos, generando radicales libres los cuales reaccionan con los agentes o especies externas y así regulan los procesos oxidativos.

En cuanto al estudiante 8 se puede observar que aunque la pregunta 6 esta direccionada a las consecuencias que puede suponer para la salud el estrés oxidativo, hace referencia a un alto consumo de antioxidantes, sin embargo a partir de ello expone que al haber un aumento de radicales libres se generan afecciones en cuanto a las funciones y la estructura celular.

En la pregunta 7 el estudiante expone de manera incorrecta al igual que en la pregunta 6, su respuesta, debido a que la pregunta hace alusión a el rol cumplen los antioxidantes en el organismo, mientras el estudiante responde haciendo alusión a radicales libres.

En respuesta a lo anterior se observa que el estudiante 7 aun presenta problemas con respecto al entendimiento del concepto de estrés oxidativo, mientras que el estudiante 12 presenta ideas claras sobre el tema.

Figura 8. Resultados de secuencia conceptual en preguntas 1,6 y 7 de la actividad introducción al estrés oxidativo.

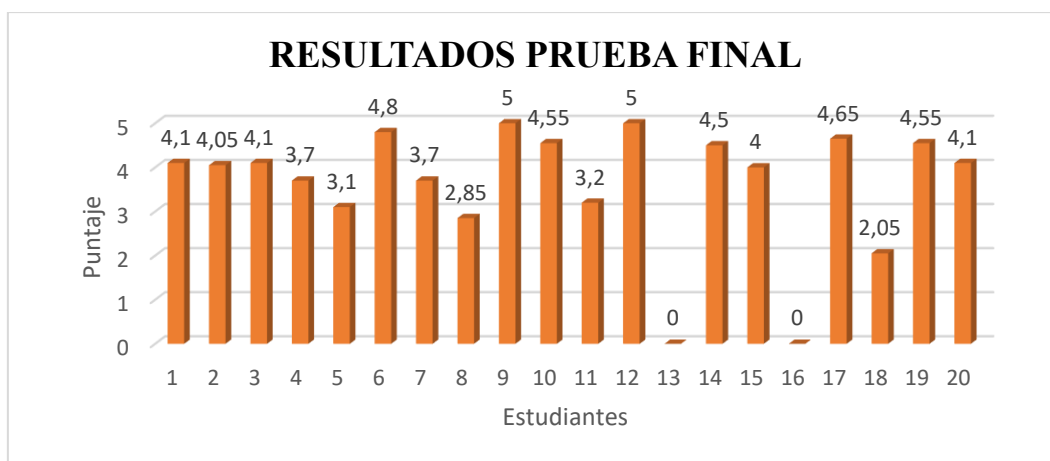


Fuente. Autora, 2022

En la figura 30, se puede identificar que los estudiantes cuentan con un buen nivel respecto al conocimiento en cuanto a estas 2 preguntas. sin embargo, se observa que hay unos estudiantes que destacan, por ejemplo: 15 estudiantes con un total de 2, mientras que los estudiantes 8 y 15 presentan un puntaje bajo, respectivamente de 1.

Resultados de prueba final

Figura 9. Resultados de prueba final (Introducción a el estrés oxidativo)



Fuente. Autor, 2022

De acuerdo con la figura 31, se puede evidenciar que los estudiantes contaron con un muy buen desempeño en la prueba final, lo que lleva a entender que los estudiantes si adquirieron habilidades conceptuales debido a que reconocen con claridad los términos y

están en la capacidad de realizar conexiones, resolver problemas y presentar soluciones de mano de los conceptos relacionados con estrés oxidativo, recubrimientos comestibles y antioxidantes, esto se logró gracias a la implicación de la metodología de María Montessori.

Además de la respuesta del estudiante al concepto se contempla que el estudiante a adquirido la capacidad de observar, pensar creativamente, analizar y dar respuestas verídicas a eventos de la vida cotidiana.

8.3 Actividad No 9. Problemática

Algunos resultados de investigación en educación han evidenciado diversos problemas en cuanto a diferentes ámbitos de la educación científica, entre ellos la delimitación de conceptos y la resolución de problemas, hacen parte de los contratiempos más frecuentes en cuanto a ciencia se refiere.

Uno de los objetivos importantes dentro de esta investigación, es la adquisición de habilidades conceptuales, mediante la resolución de problemas, en la que se tiene en cuenta el lenguaje científico, métodos sensoriales, aprendizaje por experiencia, diferenciación, etc. Con la única finalidad de implicar el método Montessori con el aprendizaje del concepto de estrés oxidativo.

En la siguiente actividad se enfrentó al estudiante a una historia de la vida común en donde dos agricultores quieren expandir su negocio, sin embargo, tienen problemas con la comercialización y el transporte de manzanas y duraznos, ya que estos frutos son delicados y se oxidan fácilmente, por ende, surgen diferentes preguntas en las que los estudiantes por grupo deben involucrar los conceptos anteriormente aprendidos.

Para el análisis de la presente actividad, se realizaron transcripciones de los trabajos físicos entregados por los estudiantes en Atlas. Ti, con ayuda de este software se obtuvieron códigos a partir de la información suministrada, logrando así clasificar la información y relacionarla, facilitando su interpretación y la relación entre conceptos, por ende, se utiliza para el análisis 2 grupos de manera aleatoria el 4 y el grupo 6.

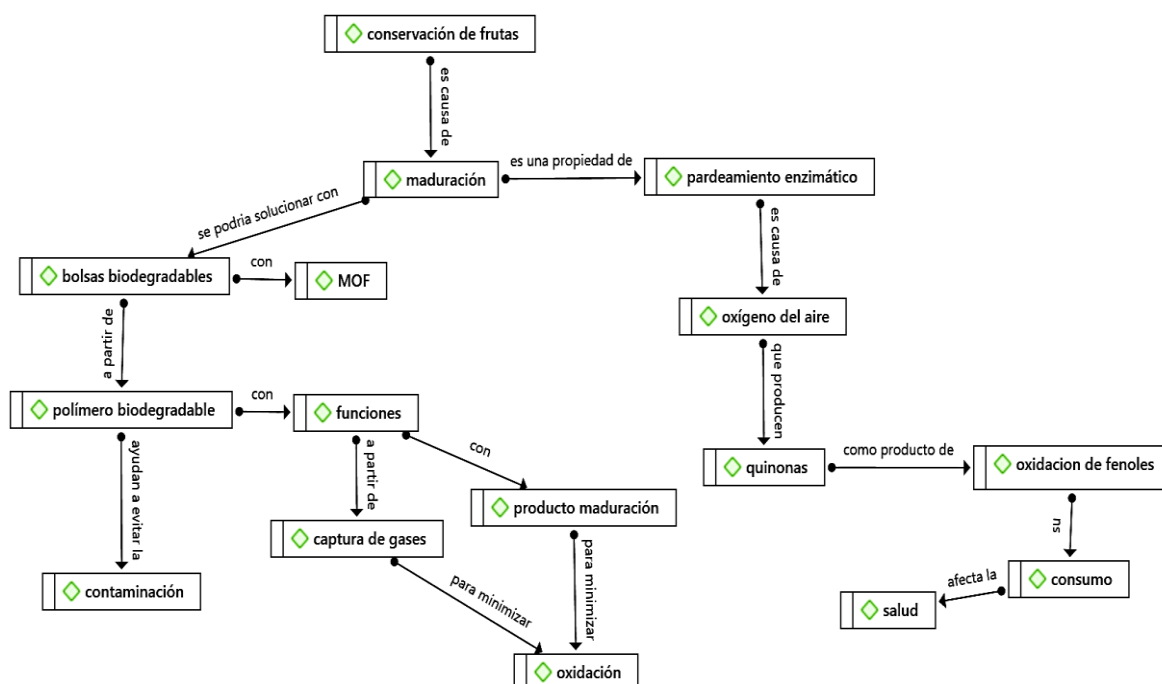
En la figura 32 se puede observar la participación del grupo 4, ellos hacen referencia al uso de bolsas biodegradables con materiales porosos conocidos como MOF o (Metal-Organic Framework) en español (redes metal-orgánicas) conocidos como nanomateriales porosos, basados en el ensamble de iones metálicos a través de bloques moleculares

orgánicos mediante enlaces de coordinación, usados en la industria química en envases funcionales, agricultura, remediación medioambiental, biomedicina y energía (AIMPLAS, 2022).

En cuanto esta tecnología en función a envases funcionales se conoce como: aquellos que mejoran las propiedades de barrera contra el agua y el oxígeno para asegurar la no migración de los nanomateriales del envase a los alimentos (AIMPLAS, 2022). Con respecto a lo anterior se puede decir que ellos hacen uso de una estrategia que tiene que ver con envases, pero o con recubrimientos comestibles

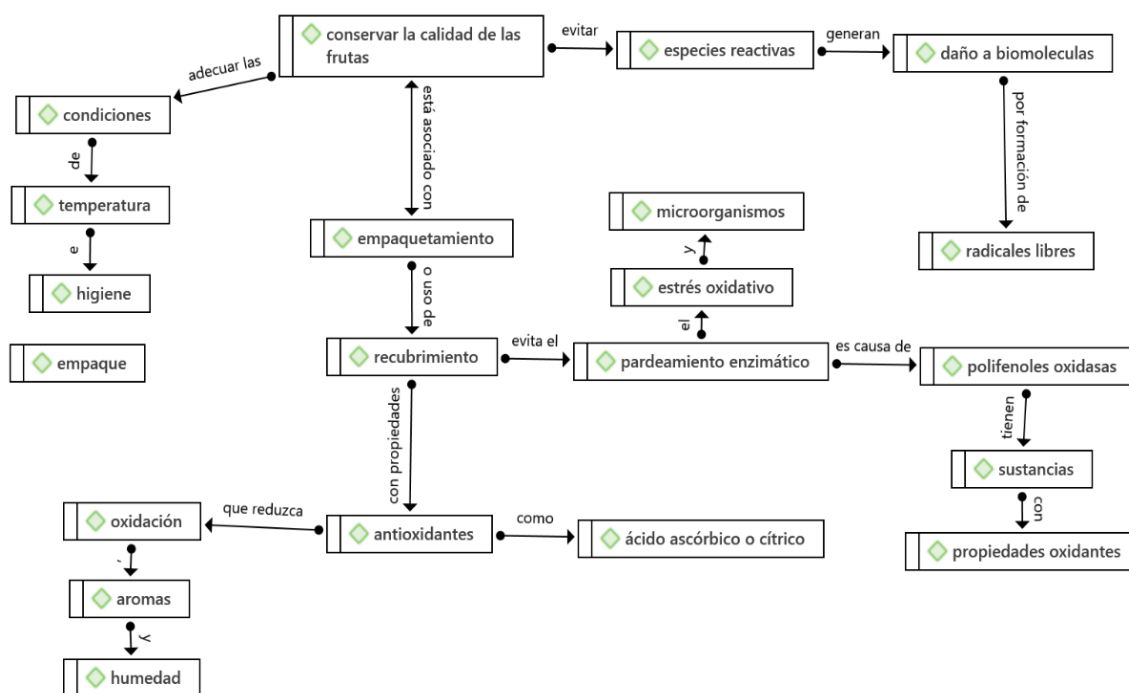
Por otro lado explican que la maduración es propiedad del pardeamiento enzimático relacionado con la actividad enzimática de la conocida (PPO) polifenol oxidasa, que cataliza la oxidación de diferentes compuestos fenólicos y como resultado de este proceso se desarrollan pigmentos oscuros conocidos por el nombre de pardeamiento enzimático.

Figura 10. Solución al problema generado por el grupo 4



Fuente. Autor, 2022

Figura 11. Solución al problema generado por el grupo 6



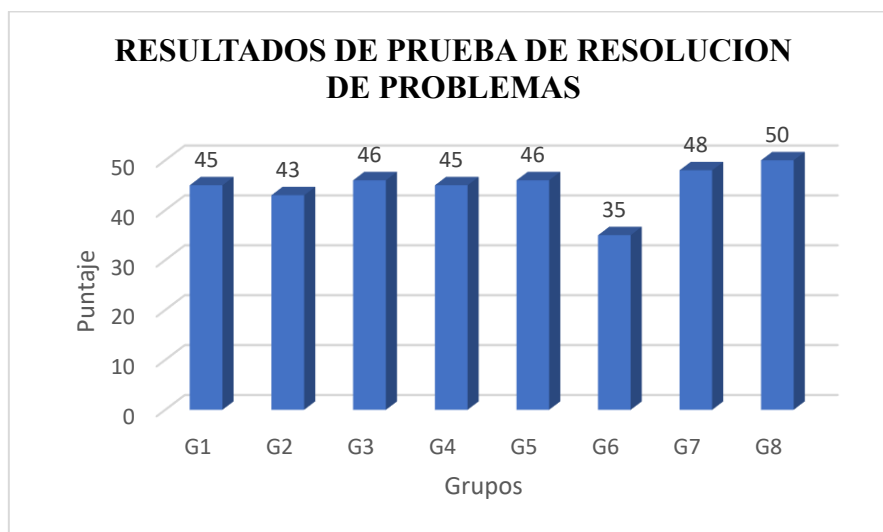
Fuente. Autor, 2022

Mientras que al observar la figura 33 se puede observar que el grupo 6 explica que para conservar una fruta es necesario en primer lugar tener en cuenta las condiciones tales como: temperatura, higiene y empaque, para este último brindan dos posibles alternativas: 1) el método de empaquetamiento y 2) el uso de recubrimientos con propiedades antioxidantes que tengan la capacidad de reducir la oxidación, los aromas y la humedad y finalmente exponen que la conservación se da con el fin de evitar el pardeamiento enzimático, el estrés oxidativo y los microorganismos.

De acuerdo con lo anteriormente expuesto se puede observar que aunque el grupo 4, tienen en cuenta la resolución de problemas, buscando nuevas alternativas para conservar los alimentos no hacen uso de los recubrimientos comestibles como una posible alternativa en contra del estrés oxidativo, mientras que el grupo 6 enfatiza en 2 soluciones entre ellas pone como manifiesto el uso de recubrimientos con el fin de evitar altos impactos a la calidad de la fruta.

En la figura 34 se puede observar los resultados obtenidos por el grupo de trabajo, en ella se observan resultados favorables con respecto a los instrumentos iniciales del PGA programa guía de actividades (Anexo B).

Figura 12. Resultados frente al último instrumento grupal de resolución de problemas.



Fuente. Autor, 2022

De acuerdo con la validez del método se puede decir que se contemplan espacios de identificación, delimitación o determinación del problema y por ultimo y no menos relevante, la exploración de estrategias que solucionen el problema en donde el estudiante hace uso de un proceso de pensamiento creativo. De esta manera, el interés del docente investigador está en demostrar que: aprender es mucho más que conocer contenido, aprender es poder resolver problemas de la vida cotidiana.

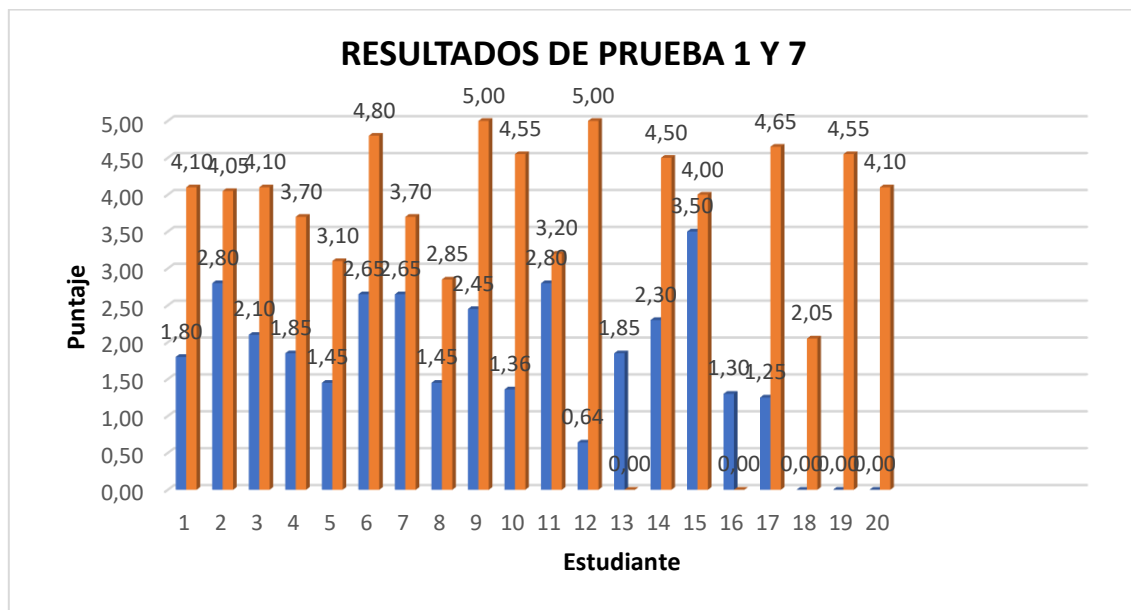
8.4 Evaluación de eficacia del (PGA)

En esta última fase de evaluación de eficacia, se realiza el análisis del proceso de aprendizaje que contribuyo a visualizar la construcción del concepto de estrés oxidativo implicando la metodología de María Montessori, por ende específicamente se establece la relación que existe entre la prueba final (introducción al estrés oxidativo) y la inicial de ideas previas (Anexo A), esto con la finalidad de observar el desarrollo del estudiante en el transcurso del uso del programa guía de actividades (Anexo B).

Para el análisis se hace uso de la figura 35, en donde se observa en color azul los resultados de la prueba inicial, en donde se puede observar que participaron 17 estudiantes, de los cuales solo el estudiante 15 obtuvo un resultado medio, teniendo en cuenta que el puntaje máximo es 5.0.

Para la prueba final se observó que el estudiante 5 y 9 obtuvieron puntajes de 5.0, es decir cumplieron con el objetivo trazado en la investigación que era esencialmente el aprendizaje del concepto de estrés oxidativo, estos estudiantes adquirieron con el paso de las actividades la capacidad de formular ideas, entender relaciones abstractas, resolver problemas de forma creativa, desarrollar nuevos conceptos, es decir se adaptaron al método instaurado por María Montessori.

Figura 13. Puntaje para la actividad 7



Fuente. Autor, 2022

Finalmente, se hizo uso de 2 pruebas no paramétricas una es la prueba de los rangos de Wilcoxon y la otra es la prueba de coeficiente de relación de Pearson. La prueba de los rangos con signo de Wilcoxon permite comparar el rango medio que existe entre la prueba de entrada (ideas previas) y la prueba de salida (introducción al estrés oxidativo) y determinar de esta manera si existen diferencias entre ellas.

A continuación se plantea una hipótesis nula (H_0) y una hipótesis alternativa (H_a):

- H_0 : El modelo Montessori tuvo implicaciones negativas en la construcción del concepto de estrés oxidativo
- H_a : El modelo Montessori tuvo implicaciones positivas en la construcción del concepto de estrés oxidativo

En la tabla 18 se evidencian los rangos obtenidos con respecto a la prueba de Wilcoxon, mientras que en la tabla 19 se muestra el resultado de significancia obtenido. De acuerdo con lo anterior se evidencia que existe un rango estadístico significativo entre la aplicación de la prueba de ideas previas y la prueba final (introducción al estrés oxidativo), las cuales marcan el inicio y fin del proceso de aprendizaje con respecto al concepto de estrés oxidativo, por ende se rechaza la hipótesis nula.

Tabla 18. Rangos obtenidos con la prueba de Wilcoxon con respecto a la prueba de ideas previas y la prueba final.

Rangos		N	Rango promedio	Suma de rangos
INICIO - FIN	Rangos negativos	18 ^a	10,92	196,50
	Rangos positivos	2 ^b	6,75	13,50
	Empates	5 ^c		
	Total	25		

a. INICIO < FIN

b. INICIO > FIN

c. INICIO = FIN

Fuente. Obtenida con el paquete estadístico SPSS stadistic.

Tabla 19. Nivel de significancia asintótica (p valor) obtenido con la prueba de Wilcoxon para prueba inicial y final.

Estadísticos de contraste ^a	
	INICIO - FIN
Z	-3,416 ^b
Sig. asintót. (bilateral)	,001

a. Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon

b. Basado en los rangos positivos.

Fuente. Obtenida con el paquete estadístico SPSS stadistic

Toma de decisión: $P < 0,05$ entonces rechazamos la hipótesis Nula, nos quedamos con la hipótesis alterna es decir el modelo Montessori tuvo implicaciones positivas en la construcción del concepto de estrés oxidativo

Prueba de correlación significativa bilateral de Pearson

En cuanto a el coeficiente de correlación de Pearson se puede decir que esta es una prueba no paramétrica usada con el propósito de medir el grado de correlación y la medida de correlación con el coeficiente R de Pearson.

Tabla 20. Coeficiente de correlación obtenida en la prueba de Pearson para prueba inicial y final

Correlaciones		INICIO	FIN
INICIO	Correlación de Pearson	1	,521**
	Sig. (bilateral)		,008
	N	25	25
FIN	Correlación de Pearson	,521**	1
	Sig. (bilateral)	,008	
	N	25	25

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Fuente. Obtenida con el paquete estadístico SPSS stadistic

Como se puede observar en la tabla 20, el valor de P: 0,008 y R: 0,521, es decir que existe una probabilidad de error del 0,008% de que el método Montessori presente implicaciones positivas en la construcción del concepto de estrés oxidativo.

Existe una moderada correlación ($r = 0,521$) entre los valores de la prueba de entrada y la de salida en cuanto a los 25 estudiantes presentes en la investigación. Como el valor de $P = 0,008 < 0,521$ correlación de Pearson, se rechaza la hipótesis nula.

9. CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta los objetivos y el problema de investigación planteada en el trabajo de grado se concluye que:

- El método Montessori también denominado el método de la pedagogía científica, tiene implicaciones en cuanto a la enseñanza de los conceptos, ya que induce al docente en primera instancia a la observación exacta y racional, esto estimula el llegar a métodos naturales que establecen bases como expresa (Montessori, 2004) en su libro el método de la pedagogía científica: “una vez conocido el individuo, se deriva naturalmente de ese conocimiento el arte de educarlo” (pág.91).
- De acuerdo con los resultados de la aplicación del instrumento de entrada ideas previas y de salida (Introducción al estrés oxidativo), que de acuerdo con la prueba de correlación de Pearson y Wilcoxon, se rechaza la hipótesis nula, por tanto es posible afirmar que el método de María Montessori, tiene implicaciones en la enseñanza del concepto de estrés oxidativo y por tanto es posible garantizar que la aplicación de programa guía de actividades con un enfoque en recubrimientos comestibles y antioxidantes facilita el aprendizaje.
- El método de la pedagogía científica aplicada a la educación, pretende según (Montessori, 2004) *dar a conocer los resultados por cierto muy interesantes, de una experiencia pedagógica que parece destinada a abrir un nuevo camino para la realización de los principios que tienden a reconstruir la pedagogía* (pág. 11), el método después de la observación estimula al docente a recoger datos y de acuerdo con ello diseñar espacios y organizar experiencias con la intención de formar una pedagogía científica en donde haya una función entre el estudio y el pensamiento.
- Se identificaron los conceptos previos con los que contaba el estudiante y se elaboró un programa guía de actividades, en el que se dio importancia a la enseñanza en relación con el método de María Montessori, como por ejemplo: actividades autodirigidas, implicación de los sentidos, control del error, fomento de la atención, fomento de la independencia y el aprender haciendo como forma de evaluar las implicaciones en el método que contribuyeran a reforzar y adquirir el concepto de estrés oxidativo.

- En este trabajo investigativo se encontró que las relaciones semánticas, están compuestas por la unión de códigos en un texto, si estas relaciones son encontradas en un libro de texto científico, se puede decir que el dialogo o la interpretación del estudiante corresponde debidamente conocer, entender el concepto científicamente y esto valida la implicación pedagógica del Método Montessori.
- El uso de la educación de los sentidos es de gran importancia pedagógica pues los estudiantes a partir estímulos que reciben atraen su atención y la centran en sensaciones que se desarrollan racionalmente de forma sólida y ordenada basados también en el principio de la libertad en un ambiente preparado.

10. RECOMENDACIONES

Las recomendaciones expuestas en este trabajo pueden contribuir a mejorar los procesos de enseñanza aprendizaje en investigaciones futuras en el campo de la química, teniendo en cuenta los resultados anteriormente recogidos.

- Se sugiere que en el momento de desarrollar una práctica de laboratorio, se ajusten los tiempos a el grado de exigencia tanto de los estudiantes, como del docente, ya que esto posibilita de una u otra forma el cumplimiento de los objetivos expuestos en esta actividad y al mismo tiempo posibilita reconocer como docente el fortalecimiento en las habilidades científicas en cuanto a su análisis.
- Se recomienda el uso de recubrimientos comestibles, haciendo uso de extractos bioactivos de diferentes materias primas, para observar científicamente que antioxidante se ajusta a fortalecer el recubrimiento, evitando así que las frutas entren en un estado de estrés oxidativo.
- Si bien, se demostró que las implicaciones del método Montessori son favorables para adquirir el concepto de estrés oxidativo, se debe tener en cuenta como docente específicamente el proceso de observación, debido a que el ámbito académico y poblacional siempre cambia, por ende es posible utilizar las actividades en orden diferente.
- Se recomienda hacer uso de herramientas Tics, en todas las etapas del programa guía de actividades, ya que esto permite al estudiante familiarizarse de manera autónoma con experiencias diferentes al ámbito presencial, sin olvidar el objetivo general de la investigación al implicar el modelo de la pedagogía científica de María Montessori.
- Por último se debe tener en cuenta el fortalecimiento en cuanto a la implicación de los sentidos, debido a que los resultados demostraron tanto en la teoría como en la práctica, que el humano fortalece su aprendizaje a través de estos y el adiestramiento facilita al mismo tiempo la educación basada en el principio de la libertad en un ambiente de aprendizaje preparado.

11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Torres Morales, J., & Valencia Chamorro, S. (2016). RECUBRIMIENTOS COMESTIBLES APLICADOS EN PRODUCTOS DE IV Y V GAMMA. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 17(2), 162-174. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/813/81349041004/html/>
- AIMPLAS. (24 de 03 de 2022). *MOFs o polimeros hibridos altamente porosos como materiales ultraadsorbentes*. Recuperado el 23 de 07 de 2022, de innovacion y tendencias en materiales plasticos: <https://www.aimplas.es/blog/mofs-o-polimeros-hibridos-altamente-porosos-como-materiales-ultraadsorbentes/>
- Ballester Guerrero, Y. (2020). *PAPEL DEL ESTRÉS OXIDATIVO EN EL DESARROLLO DE LAS ENFERMEDADES NEURODEGENERATIVAS*. (M. 2020, Ed.) Obtenido de Morfovvirtual 2020: <http://www.morfovvirtual2020.sld.cu/index.php/morfovvirtual/morfovvirtual2020/paper/viewPaper/300>
- Blanque, E. (31 de enero de 2013). Pedagogia montessori: postulados generales y aportaciones al sistema educativo. cordoba, Argentina. Obtenido de https://reunir.unir.net/bitstream/handle/123456789/1911/2013_02_04_TFM_ESTUDIO_DEL_TRABAJO.pdf?sequence=1
- Blokhina, O., Virolainen, E., & Fagerstedt, K. (2003). Antioxidants, Oxidative Damage and Oxygen. *Annals of botany*, 179-194.
- Camps, D., Ruffino, E., Majul, E., & Joison, A. (2009). *Bioquimica del estres oxidativo y de las especies reactivas de oxigeno*. (D. Camps, Ed.) Jacinto Rios, Cordoba, Argentina: Lulu.com.
- Cardenas, S. F. (27 de 07 de 2015). Elementos comunes y puntos de reflexion desde Montessori y Dewey. (U. S. Tomas, Ed.) *Revista episteme*(5), 81-91. Recuperado el 2021, de <https://revistas.usantotomas.edu.co/index.php/episteme/article/view/1976/2084>
- Colombia CO. (-- de -- de S.f). *Colombia CO*. (i. i. colombia, Editor) Recuperado el 24 de 05 de 2021, de FRUTAS Y VERDURAS: <https://investincolombia.com.co/es/sectores/agroindustria-y-produccion-de-alimentos/frutas-y-verduras>
- Corrales, L., & Ariza, M. (2 de 12 de 2012). Estrés oxidativo: origen, evolución y consecuencias de la toxicidad del oxígeno. *revistas unicolmayor*, 215, 216.
- Cortes Acosta, Y. P., & Gil Camelo, L. P. (noviembre de 2018). "Plan de mejoramiento de los procesos de producción, transformación y comercialización artesanal de las frutas en la región del Tequendama. 1-19. (G. D. IG, Ed.) BOGOTÁ D.C, Colombia: REPOSITORIO UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA. Obtenido de <http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/4733/00004970.pdf?sequence=1>
- Cubillos Bernal, J. S. (2007). *Agustin nieto caballero y el proceso de apropiacion del pensamiento pedagogico y filosofico de JOHN DEWEY*. Bogotá, Bogotá, Colombia: editorial universidad del valle. doi:10.25100/peu.209

- Cuesta, M. (11 de 01 de 2018). Los adolescentes son los grandes olvidados de esta sociedad. *ABC Educación*, pág. 1. Obtenido de https://www.abc.es/familia/educacion/abci-adolescentes-grandes-olvidados-esta-sociedad-201801100146_noticia.html?ref=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F
- enColombia. (1998- 2022). *Respuesta del Organismo ante el Estrés Oxidativo*. Obtenido de encolombia: <https://encolombia.com/economia/agroindustria/estres-oxidativo/>
- Falguera, V. Q. (june de 2011). Edible films and coatings: structures, active functions and trends in their use. *Trends in Food Science & Technology*, 22(6), 292-303. doi:10.1016
- FAO. (12 de 10 de 2019). *Alimentación: pasando de pérdidas a soluciones*. Obtenido de food and agriculture organization of the united nations: [http://www.fao.org/colombia/noticias/detail-events/en/c/1238132/#:~:text=Seg%C3%BAAn%20datos%20del%20Departamento%20Nacional,ra%C3%ADces%20y%20tub%C3%A9rculos%20\(25%25\)](http://www.fao.org/colombia/noticias/detail-events/en/c/1238132/#:~:text=Seg%C3%BAAn%20datos%20del%20Departamento%20Nacional,ra%C3%ADces%20y%20tub%C3%A9rculos%20(25%25)).
- Fernández Valdés, D., Bautista Baños, S., Fernández Valdés, D., Ocampo Ramírez, A., García Pereira, A., & Falcón Rodríguez, A. (2015). Películas y recubrimientos comestibles: una alternativa favorable en la conservación poscosecha de frutas y hortalizas. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 24(3), 52-57. Recuperado el 28 de 10 de 2021, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-00542015000300008&lng=es&tlng=es.
- FERNÁNDEZ, N. M., MOSQUERA, S., ECHEVERRÍA, D. C., & PAZ, S. P. (-- de Julio de 2017). ESTADO ACTUAL DEL USO DE RECUBRIMIENTOS COMESTIBLES EN FRUTAS, VERDURAS Y HORTALIZAS. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial SCIELO*, 15(2), 138-142. doi:[http://dx.doi.org/10.18684/BSAA\(15\)134-141](http://dx.doi.org/10.18684/BSAA(15)134-141)
- Fernandez, N., Echeverria, D., Mosquera, S., & Paz, S. (25 de 03 de 2017). Estado actual del uso de recubrimientos comestibles. (B. e. Agroindustria, Ed.) *scielo*, 15(2), 134-141. Recuperado el 12 de 09 de 2021, de <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v15n2/v15n2a15.pdf>
- González Wong, C., Fuentes Barría, H., Aguilera Eguía, R., Urbano Cerda, S., & Vera Aguirre, V. (febrero de 2021). El rol de la vitamina D sobre el riesgo de preeclampsia. *Revista chilena de nutrición*, 48(1), 118-125. doi:0717-7518
- Guarnizo, A., & Martinez, P. (s.f.). *Experimentos de química organica con enfoque en ciencias de la vida*. Armenia, Quindio. Obtenido de <https://books.google.com.co/books?id=Otm5wsEeKYEC&pg=PA71&dq=soxhlet&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwi4womg8e32AhXITTABHQ6dBnsQ6AF6BAgGEAI#v=onepage&q=soxhlet&f=false>
- Guilbert, S., Gontard, N., & Gorris, L. (1996). Prolongation of the shelf-life of perishable food products using biodegradable films and coatings. *Lebensmittel Wissenschaft und-Technologie*, 29, 10- 17.
- Guzman, F. E., & Bejarano, L. C. (2020). Incidencia de los ambientes virtuales de aprendizaje en la construcción del concepto óxido-reducción, un acercamiento desde los compuestos bioactivos de la caléndula (*Calendula officinalis* L.). *Repositorio Universidad Pedagógica nacional*. doi:<http://hdl.handle.net/20.500.12209/13146>

- Hardenburg, R. (1967). *Wax and related coatings for horticultural*. Agric. Res. Serv. Publ., AR, 51-15: Ed. U.S.D.A.
- Hicks, J., Torres, R., & Sierra, V. M. (2006). Estrés oxidante. Concepto y clasificación. *Revista de endocrinología y nutrición*, 14(4), 223-226.
- Juarez, F., & Valdivia, A. (2016). *Fundamentos del estrés oxidativo*. (U. A. aguascalientes, Ed.) Aguascalientes, Av. universidad 940, Mexico: Universidad Autónoma de aguascalientes. Obtenido de https://editorial.uaa.mx/docs/zombis_fundamentos_estres_oxidativo_celular.pdf
- Kester, J., & Fennema, O. (1989). An edible film of lipids and cellulose ethers: barrier properties to moisture vapor transmission and structural evaluation. *Journal of*, 56(6), 1383-1389.
- Llorente, A. (17 de diciembre de 2018). Método Montessori: cómo es la educación que recibieron los creadores de Amazon, Google y Wikipedia. *BBC News Mundo*, pág. 1. Obtenido de <https://www.bbc.com/mundo/noticias-46478286>
- Lozano, I. (04 de julio de 2013). La formación de la identidad del maestro, una construcción entre el saber pedagógico y la investigación. *Pedagogía y Saberes*(39), 99-106. Obtenido de <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/PYS/article/view/2628/2415>
- Marjan, S. (1999). Maria Montessori. Bologna: Il Mulino.
- Montessori, M. (1913). Antropología pedagógica . En M. montessori. Barcelona : Araluce .
- Montessori, M. (2004). *metodo de la pedagogia cientifica* (4 ed., Vol. 6). (C. S. Blanco, Ed.) Madrid, España: biblioteca Nueva Editorial S.L. Recuperado el 25 de junio de 2022, de https://drive.google.com/file/d/1OPpp0fJ26_321rKvbpMIg1p4Kpj8ydCA/view
- Niño, D., Mora Plazas, M., & Poveda, E. (18 de marzo de 2021). Vitamina D, sus posibles efectos en la función inmune y la respuesta ante la COVID-19: . *revista de nutrición clínica y metabolismo*, 4(2). doi:10.35454/rncm.v4n3.278
- Ocampo, R., Rios, L. A., Betancur, L. A., & Ocampo, D. M. (2008). *curso practico de quimica organica enfocado a biologia y alimentos*. (L. F. Velasquez, Ed.) Manizalez, Caldas, Colombia: Universidad de caldas. Obtenido de <https://books.google.com.co/books?id=qmFQ3LwymmMC&pg=PA61&dq=soxhlet&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwi4womg8e32AhXITTABHQ6dBnsQ6AF6BAGFEAl#v=onepage&q=soxhlet&f=false>
- Olguín, C., Guiller, G., Zúñiga, R., & Pasquetti, P. (2004). Antioxidantes y aterosclerosis. *Revista de Endocrinología y Nutrición*, 12(4), 199- 206.
- Olmos, J. P., & Espinosa, A. P. (enero- diciembre de 2016). Técnicas grupales activas en la educación superior no tradicional. *Memorias de la Academia Veterinaria Mexicana.*, LII(1), 66-68. doi:--
- Paez, M., & Bermudez, J. (junio de 2008). La evaluación docente en la pedagogía Montessori: propuesta de un instrumento. *Educación y Educadores. scielo*, vol.11(numero 1). doi:ISSN 2027-5358

- Pavlath, A., & Orts, W. (2009). *Edible films and coatings: why, what, and how?* Springer, Nueva York, Estados Unidos.: M.E. Embuscado; K.C Huber.
- Paynel, J. M., & Perrault, V. (2021). *Las 100 reglas de oro del metodo Montessori* (Vol. 1). (T. G. Cerezo, Ed., & J. Trilla, Trad.) Mexico, San Juan Tihuaca, Mexico: Larousse S.A. Recuperado el 20 de 06 de 2022, de https://books.google.com.co/books?id=4pctEAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=metodo+maria+montessori&hl=es-419&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
- Peña Acuña, B. (2011). *Metodos científicos observación en educación*. Madrid, España: Vision libros. Obtenido de <https://books.google.com.co/books?id=1JXcMRQuAdQC&printsec=frontcover&dq=observacion+metodo+cientifico&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwiksuymcn4AhWCfjABHSGPAmAQ6AF6BAGFEAl#v=onepage&q=observacion%20metodo%20cientifico&f=false>
- Perez Valderrama, L. (2020). Estrategia didáctica para la enseñanza de antioxidantes, radicales libres y estrés oxidativo a partir de una mezcla compleja de Psidium Guajava. L. *Repositorio Universidad Pedagógica Nacional*. doi:<http://hdl.handle.net/20.500.12209/12240>
- Petracek, P., Hagenmaier, R., & Dou, H. (1999). *Waxing effects on citrus fruit physiology. En advances in postharvest diseases and disorders control of citrus fruit*. India.: Ed. M. Schirra, Research Signpost,.
- Radi, R. (2014). *Evolución del concepto de “Estrés Oxidativo”, medio siglo de aportes de nuestra Facultad*. (A. d. Medicina., Ed.) Montevideo, Uruguay: Udelar. FM. Obtenido de <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/handle/20.500.12008/30714>
- Radi, R. (23 de Diciembre de 2014). Evolución del concepto de “Estrés Oxidativo”: medio siglo de aportes de la Facultad de Medicina, Montevideo, Uruguay. *Anfamed Anales De La Facultad De Medicina, Universidad De La República*, 1(2), 10. Recuperado el 27 de 06 de 2021, de <http://www.anfamed.edu.uy/index.php/rev/article/view/114>
- Rey Porto, C. (16 de 04 de 2021). La capacidad de concentración en la pedagogía montessoriana: libertad, materiales didácticos y silencio. *RELAdeI. Revista Latinoamericana de Educación Infantil*, 9(2), 125-129. doi:2255-0666
- Rey, P. C. (16 de 04 de 2021). La capacidad de concentración en la pedagogía montessoriana: libertad, materiales didácticos y silencio. *RELAdeI. Revista Latinoamericana de Educación Infantil*, 9(2), 125-129. doi:2255-0666
- Reyes, V. M. (JUNIO de 2014). *La metodologia de Maria Montessori y su incidencia del material didactico en el aula taller de la carrera de educacion parvularia de la Universidad Tecnica de Catopaxi en el sector Eloy Alfaro Del Canton Latacunga de la provincia de Catopaxi periodo 2011*. repositorio UTC. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/4800/1/T-003080.pdf>
- Sampieri, R. H., & Mendoza, C. P. (2014). METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN: LAS RUTAS CUANTITATIVA, CUALITATIVA Y MIXTA. En R. H. Sampieri, & U. D. CELAYA (Ed.), *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN: LAS RUTAS CUANTITATIVA, CUALITATIVA Y MIXTA*. MEXICO: MC GRALL HILL EDUCATION. doi:978-1-4562-6096-5

- Trilla, J. (2001). El legado pedagógico del siglo XX para la escuela del siglo XXI. 159, *reimpresa*. EDITORIAL GRAO. doi:9788478272563
- Universidad Nacional de Colombia. (02 de 2020). *Planificación de clases remotas en la UNAL (periodo 2020-02)*. Recuperado el 25 de 03 de 2022, de <http://red.unal.edu.co/cursos/dnia/un2020-02/index.html>
- Waine, R. (1998). Food lipids. *chemistry, nutrition and biotechnology*.
- Ziegler, E. E., & Filer, J. L. (1997). *conocimientos actuales sobre nutrición*. Washington DC, U.S.A: ILSI international life Sciences institute. doi:0-944398-73-1
- zoea. (29 de OCT de 2020). *ZOEA*. Recuperado el 27 de 08 de 2021, de TOXICIDAD DEL OXIGENO: <https://zoea.com/toxicidad-del-oxigeno/>

12. ANEXOS

12.1 ANEXO A. PRUEBA DE ENTRADA

El siguiente instrumento tiene como propósito recabar información sobre las ideas previas que usted pueda tener acerca del tema de estrés oxidativo y recubrimientos comestibles, por tanto consta de una serie de preguntas que se deben responder de manera consciente, ya que la información que se recoge tiene como objetivo la realización de un trabajo investigativo.

Nombres y apellidos: _____

Correo institucional: _____

Fecha: _____

PREGUNTAS

1. ¿Para usted que es estrés oxidativo?
2. En relación con el estrés oxidativo, señale la respuesta falsa:
 - F. Los radicales se forman con la incorporación de un electrón desapareado
 - G. A las moléculas ROS también se les llama antioxidantes.
 - H. Los radicales libres al quedarse en la célula pueden hacer un daño enorme a las proteínas, lípidos, ARN, ADN celular.
 - I. Los antioxidantes algunos son moléculas sencillas como el ácido úrico y la vitamina E y otros son polímeros como las proteínas (catalasa y el peróxido dismutasa)
 - J. La mitocondria es el organelo celular que produce más radicales libres.
3. ¿Para usted que es un recubrimiento comestible?
4. ¿Cree usted que el oxígeno puede ser una fuente de enfermedad? ¿sí, no y por qué?
5. ¿Cuál cree usted que es la mejor forma de conservar un alimento?
6. ¿Cree usted que los recubrimientos comestibles cambian la calidad de una fruta?
7. ¿Cuáles son las principales características que definen para usted la calidad de una fruta?
8. ¿A qué atribuye una alimentación pobre en antioxidantes?
9. Nombre tres (3) razones por las que usted cree que recubren una fruta
10. Realice un mapa conceptual con las siguientes palabras: radicales libres, estrés oxidativo, recubrimientos comestibles, especies reactivas de oxígeno, fuentes exógenas y endógenas, enfermedades, antioxidantes, oxígeno, células.

https://forms.office.com/Pages/ShareFormPage.aspx?id=nGRE-giPT_k6Tg1M4a_CM6B7CdAPh7DhFiAyfZiHZj6RUOVZQT1RNU-DNJNFg1M0tCRjNSNIBTVFBMSS4u&sharetoken=isdG9C3YVFIpcBS0IS1

Programa guía de actividades PGA



Universidad pedagógica Nacional
Facultad de Ciencia y Tecnología
Licenciatura en química
Wendy Lorena Torres Ospina

INTRODUCCIÓN

El siguiente programa guía de actividades, se desarrolla en los objetivos de la línea de investigación alimentómica y enseñanza de las ciencias, así como dentro de las actividades del semillero de investigación Chimeia International Student Chapter UPN- ACS, en este documento se proyecta una herramienta o recurso en donde mediante acciones o tareas el estudiante aprenderá una serie de contenidos orientados al conocimiento del estrés oxidativo, específicamente desde la pedagogía científica de María Montessori.

Las actividades propuestas en este programa guía de actividades, pretenden orientar la comprensión del concepto de estrés oxidativo propuestos en el syllabus del programa de química de la Universidad Pedagógica Nacional, razón por la que el primer elemento que se considera es el diseño micro curricular para 4 sesiones de 3 horas, este proceso va acompañado de estrategias de aprendizaje, retroalimentación y evaluación.

En términos generales lo que se desea al finalizar este programa guía de actividades, es que el estudiante este en la capacidad de responder y resolver problemas asociados al estrés oxidativo, teniendo en cuenta el uso de recubrimientos comestibles. Por parte del docente se espera que este tenga una herramienta que lo oriente a propiciar ambientes de aprendizaje preparados de acuerdo con la metodología científica de María Montessori, ya que esto entrelaza una verdadera fusión entre el estudio y el pensamiento, de tal forma que pudiere el estudiante extender su conocimiento y profundizar en otras corrientes o estudios, este concepto.

Para construir una pedagogía científica, es precisa la preparación de maestros observadores, innovadores e iniciados en métodos experimentales y pedagógicos, en los que se practique la libertad del estudiante frente al uso de las herramientas, en la obtención del conocimiento y se permita el desarrollo de manifestaciones espontaneas, debido a que este contenido debe surgir por completo de la experiencia.

De acuerdo con lo anterior se puede decir que la construcción de ambientes preparados de acuerdo con la filosofía educativa impartida por María Montessori podría generar resultados en los que se observe la mejora de resultados en cuanto al aprendizaje debido a que el estudiante tiene libertad de decidir hacia donde quiere dirigir su trabajo.

OBJETIVO DE LA GUIA DE ACTIVIDADES

- Analizar las implicaciones del modelo de la pedagogía científica en el aprendizaje del concepto estrés oxidativo, en el contexto de los extractos bioactivos y su aplicación en recubrimientos de alimentos.

OBJETIVO DE APRENDIZAJE

- Al finalizar esta guía el estudiante estará en la capacidad de entender los conceptos fundamentales a cerca del estrés oxidativo, en el contexto de los extractos bioactivos y su aplicación en recubrimientos de alimentos.

POBLACIÓN OBJETO DE ESTUDIO

El siguiente programa guía de actividades, lo constituye la población finita de la Universidad Pedagógica Nacional, pertenecientes a la facultad de ciencia y tecnología, en especial del departamento de química que se encuentren en el ciclo de profundización.

El programa guía actividades brinda al estudiante la posibilidad de realizar un análisis detallado sobre el concepto de estrés oxidativo, desde la elaboración de recubrimientos comestibles, que conserven de manera natural algunos de los productos de la canasta familiar.

El siguiente diagrama nos brinda una visión amplia de lo que se desarrollara en este programa guía de actividades, en base al método de María Montessori, desde la enseñanza más que desde el aprendizaje, para iniciar, el docente debe tener claro cuál es el objetivo de aprendizaje al que quiere llegar, consciente de eso el docente diseña actividades mientras el estudiante las desarrolla, después, el docente analiza el desempeño de la actividad y hace una valoración que analiza el desempeño, mientras retroalimenta, para que el estudiante pueda corregir su desempeño, cuando el ciclo está concluido se califica el desempeño del estudiante.

Cuando el trabajo es colaborativo, se observa la participación de los estudiantes, en donde hay un trabajo grupal de descubrimiento del error



entre ellos. De acuerdo con lo visto anteriormente podemos decir que para este enfoque, es necesario un diseño integrado del curso, ya que es necesario poner a disposición de los estudiantes los recursos didácticos de apoyo, usando estrategias de evaluación formativa.

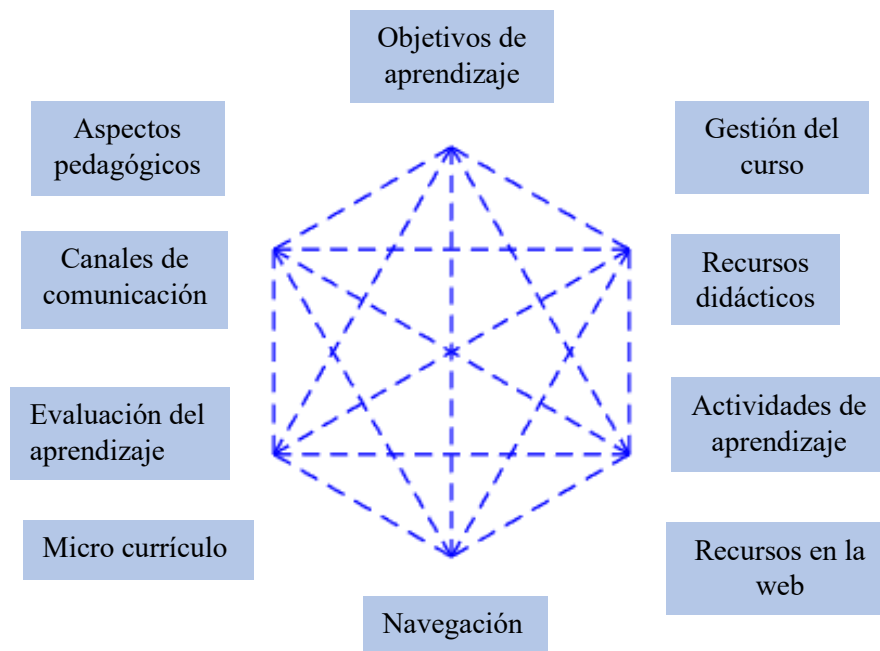


Figura tomada y modificada. ¿cómo navegar en este programa guía de actividades?

Fuente. (Universidad Nacional de Colombia, 2020)

CICLO DE ACTIVIDADES



El siguiente programa guía de actividades, está estructurado hacia un esquema práctico y conceptual, orientado a el aprendizaje del concepto de estrés oxidativo. Este brinda herramientas para que el docente promueva actividades en el aula y al mismo tiempo, incluye la descripción de secuencias, propuestas para programas de química y bioquímica, en donde el estudiante es protagonista de su aprendizaje y el papel del docente ha de ser el de apoyar el proceso proporcionando conexiones, estimulando la actividad mental, ofreciendo situaciones en las que se ponga a prueba los conocimientos científicos del estudiante y se proporcionen los reajustes necesarios para llegar al aprendizaje.

Este espacio destina tiempo a la enseñanza del concepto de estrés oxidativo, a partir de recubrimientos comestibles, entre una y tres horas por semana, en donde se prioriza el aprendizaje activo, es decir la experiencia y la puesta en práctica para fortalecer el conocimiento paso a paso con sesiones estructuradas e ideadas a la madurez cognitiva y socioemocional del estudiante, al mismo tiempo se propone una enseñanza participativa.

El acompañamiento previo de un ambiente virtual de aprendizaje se convierte en un espacio que se crea en internet para propiciar el intercambio de conocimientos entre el docente y el estudiante a partir de plataformas que favorecen las interacciones entre el estudiante y el proceso de aprendizaje. Al contrario del modelo tradicional, en donde el docente está presente en el mismo lugar en donde ocurre el intercambio de conocimiento, un ambiente virtual de aprendizaje se encarga de conectar estudiantes interesados en el aprendizaje de estrés oxidativo, independientemente de su ubicación geográfica.

Cuando nos referimos a una secuencia libre nos referimos a que el estudiante puede acceder a todos los recursos y actividades cuando lo desee ya que no hay restricciones para ello, es decir el maestro cede su liderazgo para permitir a los estudiantes explorar y trabajar en sus intereses.

■ PLANEACIÓN DE ACTIVIDADES



El siguiente cuadro direcciona una a una las actividades que se llevaran a cabo en este proceso implementando la metodología de María Montessori, este cuadro se divide en cuatro sesiones en las que además se ejecuta un plan de ideas previas y una actividad final.

Sesión	Actividad	Objetivo
Ideas previas	Prueba de ideas previas	Las ideas previas son generalmente, dependientes del contexto en el cual se realiza la clase; sin embargo, pueden ser acomodadas por los estudiantes para otro contexto sin que el profesor se percate de ello. El profesor debe conocer las principales ideas previas de los alumnos del tema que va a enseñar para que pueda en su clase desarrollar algunas estrategias didácticas que contribuyan a superarlas.
Sesión No 1	Orientación (especies reactivas de oxígeno)	La orientación es un proceso integrado al currículo, en donde se realiza un proceso educativo, es decir se asesora y se consigue mayor eficacia y calidad en el proceso de enseñanza.
	Introducción al concepto de especies reactivas de oxígeno	El principal objetivo de esta actividad es fortalecer los conceptos que tienen que ver con las especies reactivas de oxígeno.
	Actividad sensorial	A través de los sentidos y de la experiencia el estudiante desarrolla el aprendizaje
	Actividad de socialización y divulgación	Esta actividad promueve investigaciones y estudios relacionados con las problemáticas dadas para el desarrollo de las actividades.
	Orientación (Antioxidantes)	Esta orientación es la base para entrar a el laboratorio, debido a que el tema tiene mucho que ver con este al realizar la extracción.
	Introducción a laboratorio No 1	Se realiza una introducción al laboratorio No 1 con la finalidad de que el estudiante conozca su proceso frente a el laboratorio.

Sesión No 2	Laboratorio (Obtención de extractos antioxidantes)	El laboratorio es un lugar con medios necesarios para realizar investigaciones, experimentos, prácticas y trabajos de carácter científico
Sesión No 3	Actividad de socialización y divulgación	El estudiante presenta la construcción de un trabajo de investigación y lo realiza con seguridad con respecto al conocimiento que adquirió.
	Orientación	El proceso de orientación continuo donde el docente promueve actividades de tipo preventivo dirigido a la formación de hábitos de estudio, atención y concentración en clase, aprovechamiento del tiempo y desarrollo de habilidades cognitivas.
	Introducción al estrés oxidativo (preguntas)	La resolución de estas preguntas después de las actividades anteriormente expuestas nos acerca al conocimiento que adquirió el estudiante frente a los espacios ofrecidos.
	Problemática e introducción a laboratorio No 2	Realizar y promover investigaciones y estudios de los problemas nacionales, Distritales y locales que ayuden a la comprensión
Sesión No 4	Laboratorio (recubrimientos comestibles)	Al ser el laboratorio un medio de interacción científico lo que se promueve en este laboratorio es la introspección del estudiante con el tema de recubrimientos comestibles.
Actividad final	Informe tipo Artículo científico	La finalidad de este Informe tipo artículo es ver que analizo y que aprendió el estudiante frente a lo expuesto por el docente.

Disfruta este recorrido



- Ideas previas: se lleva a cabo esta primera actividad, con el fin de observar cuales son las construcciones y relaciones de los conceptos que los estudiantes elaboran para dar respuesta a este concepto desde su capacidad de comprensión.

https://forms.office.com/Pages/ResponsePage.aspx?id=nGREgiPT_k6Tg1M4a_CM6B7CdAPh7DhFiAyfZiHZj6RUOVZQT1RNUDNJNFg1M0tCRjNSNIBTVFBMSS4u

Planeación de primer día:

Esta herramienta responde a el ritmo de aprendizaje del estudiante, ya que se adapta a su nivel de desarrollo e intereses de manera que se crea un plan individualizado de aprendizaje, en el que, sobre todo prima la libertad, concepto que no es contrario a la disciplina, si no aliada de esta.

Actividad No 1: Orientación

Tiempo: Se estima un tiempo no mayor a 35 a 40 minutos

Para cada uno de los días se realizará una introducción al tema esto con el fin de enriquecer el lenguaje científico de manera que el estudiante responderá cognitivamente a las actividades que surjan después de esta.

- ✓ Especies reactivas de oxígeno
- ✓ Producción de especies reactivas de oxígeno
- ✓ Especies reactivas derivadas de oxígeno
- ✓ Radicales libres
- ✓ Especies reactivas no radicales
- ✓ Fuentes de radicales libres exógenas y endógenas.

Nota: En este enlace podrás encontrar las diapositivas empleadas sesión a sesión:



https://pedagogicaedu-my.sharepoint.com/:p/g/personal/wltorreso_upn_edu_co/EQ1yQseljxxJoJyNOyBfRWUBOcSzBZucrMeaA1ByC2LCVw?rttime=xo4ZhJ5g2kg

Actividad No 2: Introducción al concepto de especies reactivas de oxígeno

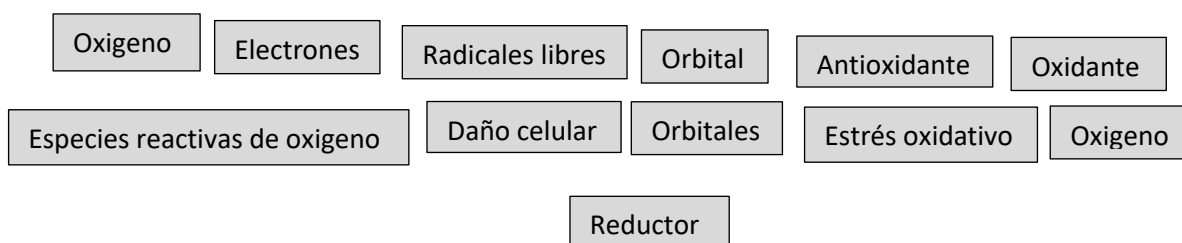
Aporte de la pedagogía científica: Desde la perspectiva de María Montessori el estudiante aprende conceptos separados por ende enfocarse en el concepto ayuda al estudiante a acercarse y perfeccionar habilidades, por otro lado se brinda el espacio del control de error, en donde se aprende

a partir de lo que se concibe como la evaluación propia del estudiante frente a lo que aprendió.

Desarrollo de actividad: Dentro del marco de esta actividad el estudiante contara con ayuda de fichas, en donde se encontrarán escritas algunas palabras que direccionan el concepto de cada uno de los párrafos que con anterioridad serán escritos en el tablero. De manera aleatoria se les dará la oportunidad a los estudiantes de participar hasta encontrar la respuesta correcta.

- **Tiempo estimado:** 35 minutos

- Completar cada párrafo con las siguientes palabras:



- ❖ El _____ es un gas toxico y reactivo, capaz de oxidar los compuestos de carbono, al ser el _____ toxico para la vida primitiva, se fue convirtiendo en un agente contaminante cada vez más peligroso llegando a constituir una amenaza, para su propio productor las cianobacterias.
- ❖ Debe recordarse que la oxidación, es un proceso químico en el cual un compuesto pierde _____ y se oxida, mientras que otro los gana y se reduce. Este proceso es fundamental para la vida; sin embargo, cuando la oxidación es intensa o prolongada puede aparecer el _____, es decir, un daño celular y el deterioro funcional de organismos producido por los radicales libres.
- ❖ Especie química con uno o más electrones desapareados o libres, por ende los _____ son sustancias inestables y muy reactivas, pues para conseguir su estabilidad reaccionan con moléculas cercanas a las que les sustraen o quitan electrones y las oxidan, generando con ello la aparición de nuevos radicales; esta acción crea una reacción en cadena que

daña las células, a menos que sea bloqueada por sustancias llamadas antioxidantes.

- ❖ Los electrones en los átomos y moléculas ocupan las regiones del espacio conocidas como _____. Cada uno puede contener un máximo de dos electrones. Por ejemplo, los dos electrones que forman un enlace covalente ocupan el mismo _____, pero tienen espines opuestos. Si un orbital contiene sólo un electrón, se dice que el electrón está desapareado.
- ❖ Si la producción de radicales libres supera la capacidad antioxidante se produce estrés oxidativo y _____.
- ❖ Toda sustancia que retrasa o previene el deterioro, daño o destrucción provocados por una oxidación es llamado _____.
- ❖ El termino _____ se utiliza para designar de modo colectivo tanto a los radicales de oxígeno (superóxido, hidroxilo) como a las especies no radicales, que se comportan como oxidantes particularmente el peróxido de hidrogeno, el oxígeno molecular y el ácido hipocloroso.
- ❖ El peróxido de hidrogeno es un _____ y _____ débil, por eso es relativamente estable y poco reactivo en ausencia de iones metálicos.

ACTIVIDAD EN CLASE

- ❖ Realizar la configuración electrónica del oxígeno

Niveles		electrones
1	1s ²	2
2	2s ² 2p ⁶	8
3	3s ² 3p ⁶ 3d ¹⁰	18
4	4s ² 4p ⁶ 4d ¹⁰ 4f ¹⁴	32
5	5s ² 5p ⁶ 5d ¹⁰ 5f ¹⁴	32
6	6s ² 6p ⁶ 6d ¹⁰ 6f ¹⁴	32
7	7s ² 7p ⁶ 7d ¹⁰ 7f ¹⁴	32

- O =
- Numero atómico:
- Numero de niveles:
- Numero de subniveles:
- Numero de orbitales:
- Numero de electrones desapareados:
- Numero de electrones en el último nivel de energía:
- Realizar la distribución electrónica:

Actividad No 3: Actividad sensorial

Aporte de la pedagogía científica: Se fomentan tres procesos desde la metodología científica de María Montessori entre estos:

- Fomento de la concentración: la teoría de la experiencia óptima se encuentra ligado a esta metodología a través de una conexión entre la concentración y la creatividad, pues se tiene mayor oportunidad de establecer relaciones con la vida cotidiana, y descubrir a partir de ello el direccionamiento de la construcción del concepto de estrés oxidativo.
- Actividad sensorial: El estudiante aprende a través de sus sentidos por lo que es necesario un ambiente preparado para la exploración que favorezca el lenguaje grafico
- Control del error: El estudiante aprende identificando a través del mero trabajo empírico, entiende sus falencias y se objetiva a mejorar el error.



Desarrollo de actividad: Esta actividad se realizará en grupo, un estudiante de cada grupo deberá elegir una mesa y con ayuda de su grupo desarrollarán de manera práctica cada una de las actividades expuestas, con el fin de realizar un análisis de los sucesos ocurridos, estos serán explicados con uso de lenguaje científico, ante sus compañeros de clase, por medio de una intervención oral no mayor a 15 minutos, los estudiantes tendrán la libertad de hacer su intervención de la manera que gusten.

Tiempo estimado: 40 minutos.

- **MESA 1:** En su mesa encontrara un trozo de banano, que ha sido sometida a condiciones ambientales por un tiempo determinado de 24 horas, explique con sus propias palabras y conceptos previos que proceso químico se llevó a cabo.
- **MESA 2:** En su mesa encontrara un trozo de banano corte una rebanada y aplique 8 gotas de agua oxigenada, explique con sus propias palabras y conceptos previos que proceso químico se llevó a cabo.
- **MESA 3:** En su mesa encontrara un trozo de banano, corte una rebanada y aplique 8 gotas de zumo de limón, explique con sus propias palabras y conceptos previos que proceso químico se lleva a cabo.
- **MESA 4:** En su mesa usted encontrara un trozo de banano, corte una rebanada y aplique 8 gotas de vinagre, explique con sus propias palabras y conceptos previos que proceso químico se lleva a cabo.
- **MESA 5:** En su mesa usted encontrara un trozo de banano, corte una rebanada y aplique sobre la vitamina C y explique con sus propias palabras y conceptos previos que proceso químico se lleva a cabo.
- **Nota:** los grupos que no cuenten con mesa podrán elegir una de las anteriormente seleccionadas.

Actividad No 4: Actividad de socialización y divulgación

Aporte de la pedagogía científica: esta actividad tiene un enfoque autodirigido, debido a que el estudiante elige lo que quiere trabajar y con motivación se introduce en el tema, además de que es una actividad desarrolla el aprender haciendo, el estudiante direcciona su investigación de acuerdo con la pregunta que tenga.



Desarrollo de actividad: Esta actividad deberá realizarse en casa y será sustentada en la tercera sesión, por ende el estudiante tendrá tiempo para relacionarse con el tema.

Teniendo en cuenta los grupos de laboratorios sustentar en un tiempo no máximo de 10 a 15 minutos por grupo de manera pública y con ayuda de material visual los siguientes temas:

- ¿Qué consecuencias puede suponer para la salud los radicales libres y de qué manera se comportan?
- ¿Qué rol cumplen y cómo actúan los antioxidantes en el cuerpo humano?
- ¿Qué beneficios para la salud conlleva una mayor ingesta de alimentos ricos en antioxidantes?
- ¿Qué sucede cuando hay un desequilibrio entre las sustancias reactivas de oxígeno y los niveles de moléculas antioxidantes?
- ¿Cómo actúan las especies reactivas de oxígeno?
- ¿Cómo actúan las células frente a la acción de sustancias oxidantes o radicales libres?
- ¿Cuál es la función de los antioxidantes exógenos en el cuerpo humano? de algunos ejemplos de alimentos que lo contengan
- ¿Cuál es la función de los antioxidantes endógenos en el cuerpo humano? de algunos ejemplos de alimentos que lo contengan

Al terminar la exposición un integrante de otro grupo debe realizar una pregunta en torno al tema antes expuesto, lo ideal sería que el grupo de estudiantes expositores respondan a esta.

Actividad No 4: Orientación

Tiempo: Se estima un tiempo no mayor a 35 a 40 minutos

De nuevo se hará una orientación al siguiente tema para la siguiente sesión.

- ✓ Antioxidantes
- ✓ Defensas antioxidantes
- ✓ Sistemas antioxidantes exógenos
 - Vitamina E
 - Vitamina C
 - Carotenoides
 - Flavonoides
- ✓ Sistemas antioxidantes endógenos
 - Enzimáticos
 - No enzimáticos

Nota: Al finalizar se realiza una breve introducción a el laboratorio de obtención de extractos antioxidantes y por consiguiente se hace entrega de guía de laboratorio.

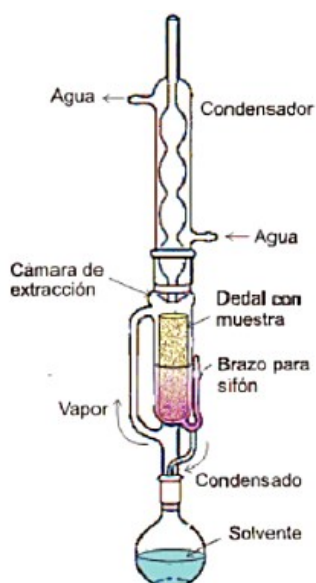
Planeación para el segundo día

De acuerdo con la metodología de María Montessori podemos decir que el laboratorio es un espacio ideado para que el estudiante gane control frente a actividades que lo guían hacia el desarrollo de un concepto, usando así mismo la concentración y el desarrollo de un pensamiento ordenado, esto ayuda a fortalecer la autonomía y la adaptación a el sitio en donde se desenvolverán en su vida profesional.

Obtención de extractos antioxidantes

Objetivo: obtener a partir de una materia prima componentes orgánicos con características antioxidantes en un sistema Soxhlet, teniendo en cuenta el uso de los conceptos antes trabajados en la primera sesión.

Alcance: Se hará uso de una de las técnicas de extracción solido - liquido llamada método Soxhlet, la cual se usa a menudo para extraer un compuesto orgánico a partir de una fuente natural (frutas, verduras y plantas), para ello se elige un solvente que selectivamente disuelva el compuesto deseado, pero que deje los sólidos insolubles indeseados en la fuente natural.



Tal como se muestra en la figura 1, el sólido que se va a extraer se coloca en un dedal hecho de papel filtro, vidrio o porcelana porosa o fibra de vidrio. El dedal se inserta en el centro de la cámara. Un solvente de bajo punto de ebullición, por ejemplo hexano o alcohol etílico se coloca en el balón de destilación de fondo redondo y se calienta hasta reflujo. Los vapores suben por el lado izquierdo hacia el condensador y el líquido condensado cae dentro del dedal que contiene el sólido. El solvente caliente empieza a llenar el dedal y extrae el compuesto deseado a partir de material vegetal. Una vez el dedal se llena con el solvente, el brazo

de la derecha actúa como un sifón, se repite varias veces y el producto deseado se concentra en el balón de destilación (Ocampo, Rios, Betancur, & Ocampo, 2008).

Figura 1. Extractor Soxhlet. Extraído de (Guarnizo & Martínez)

Materiales y equipos

- | | |
|---|---------------------------------|
| ▪ Condensador Soxhlet | ▪ Nueces dobles |
| ▪ Sifón Soxhlet | ▪ Pinzas |
| ▪ Matraz de boca esmerilada, de fondo plano | ▪ Vaso de precipitado de 250 mL |
| ▪ Mangueras | ▪ Probeta de 100 mL |
| ▪ Papel filtro | ▪ Pipeta de 10 mL |
| ▪ Erlenmeyer 25 mL | ▪ Pipetas de 1 mL |
| ▪ Capsula de porcelana | ▪ Jeringas |
| ▪ Espátula | ▪ Termometro |
| ▪ Escobilla | ▪ Balanza |
| ▪ Agitador de vidrio | ▪ Cuchillo |
| ▪ Beaker de 600 mL | ▪ Plancha de calentamiento |

Reactivos

- | | |
|-------------------|---------------|
| • N- Hexano | • Glicerina |
| • Almidón de papa | • Oleorresina |
| • Almidón de yuca | • Vinagre |

PROCEDIMIENTO

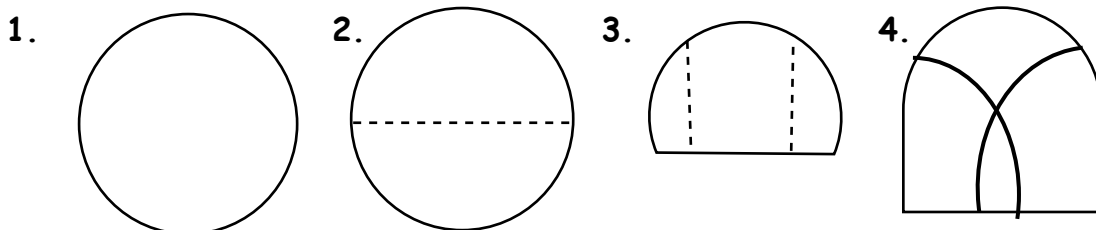
❖ **Materias primas que pueden ser usadas en el laboratorio**

- **Semillas:** Ricino, linaza, lino, sésamo, chía, calabaza, ajonjolí, cáñamo, girasol,
- **Secado de semillas:** Elegir con anticipación una de las materias primas señaladas anteriormente y proceder a secar, extender las semillas en una bandeja de aluminio y dejar al sol por al menos 4 días

Nota: Pese la materia prima antes y después de estar seca

❖ **Procedimiento de construcción del dedal:**

- **Paso a paso:**



- ❖ Pesar 8 gramos de materia prima y poner un poco de algodón en la parte superior.
- ❖ Ensamble el equipo de extracción Soxhlet, ponga dentro del sifón el dedal con la muestra, y adicione en el balón de fondo plano 150 mL del solvente n-Hexano e iniciar calentando el sistema con una plancha de calentamiento.

NOTA: Dejar correr por aproximadamente 45 min, lo ideal es extraer la oleorresina de la materia prima.

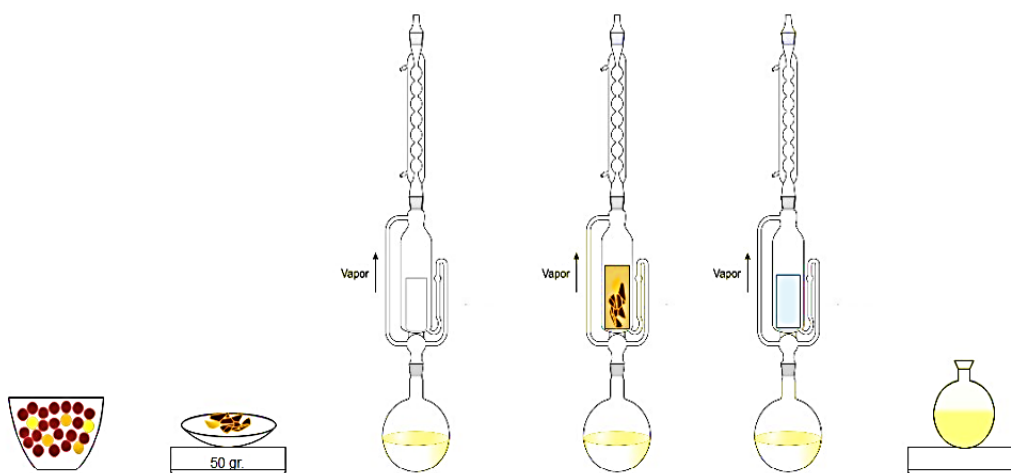
Al finalizar este procedimiento realizar la recuperación del solvente, quitar el dedal con la muestra del sifón, armar de nuevo el sistema e iniciar a calentar con plancha de calentamiento.

NOTA: Cuando el sifón se llene con el solvente n- hexano, antes de hacer descarga, retirar el solvente y tener cuidado de no quemar la oleorresina.

Al realizar el procedimiento se quiere verificar cual fue el rendimiento frente a la obtención de la oleorresina obtenida con respecto a la materia prima usada así que se procederá a pesar el aceite obtenido y se realizará el siguiente calculo:

$$\%rendimiento = \frac{g \text{ de aceite extraido}}{g \text{ de muestra}} * 100$$

DESCRIPCIÓN VISUAL DEL PROCEDIMIENTO



Planeación para el tercer día

En este día se iniciará con la actividad de socialización y divulgación, trabajo que se debía realizar en casa según la planeación del día 1, se espera que el estudiante responda por medio de una presentación visual la pregunta problema que eligió.

- Actividad No 6: orientación

Tiempo: Se estima un tiempo no mayor a 35 a 40 minutos

- ✓ Estrés oxidativo
- ✓ El estrés y el daño oxidativo

- ✓ Daño a biomoléculas
- ✓ Daño oxidativo a proteínas
- ✓ Daño oxidativo a lípidos
- ✓ Daño oxidativo a ácidos nucleicos
- ✓ Daño mitocondrial

Actividad No 7. Introducción al estrés oxidativo

Tiempo estimado: 35 minutos

Aporte a la pedagogía científica: El método de María Montessori infunde en el docente la continua evaluación a partir de diferentes medios o ambientes preparados, razón por la que el estudiante nos enseña en su acto de libertad, que aprendió a partir de los medios que le fueron otorgados, esto ayuda al docente a evaluar que tanto aprendió el estudiante de acuerdo con las actividades antes señaladas.

Desarrollo de actividad: El estudiante deberá leer atentamente la actividad y deberá resolver a partir de su conocimiento y de las herramientas otorgadas las siguientes preguntas:

La presente actividad será utilizada con fines investigativos dentro del trabajo de grado titulado implicaciones del modelo Montessori en el aprendizaje de estrés oxidativo. Para responder las siguientes preguntas usted podrá usar la página web:

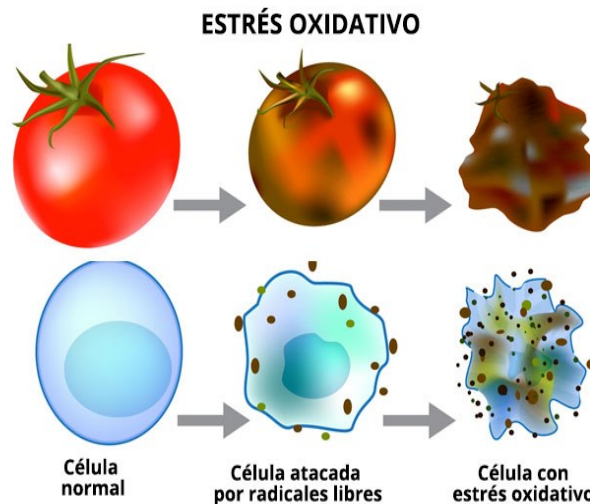
https://sites.google.com/d/1K0EGgBfzRANVYVNQFBSV3r6NTAFnXbB/p/15cBC6_fDfOL8zVPSCb6gyJoCsiGhpZ0b/edit

1. Nombre las siguientes especies reactivas de oxígeno

Radicales	No radicales
(O_2^-)	H_2O_2
(HOO^-)	1O_2
(OH^-)	HOCl
(ROO^-)	ROOH
RO^-	ERN` S
ERN` S	

2. Realice un mapa conceptual sobre estrés oxidativo.
3. Explique cuáles son las fuentes exógenas (influencias externas) de los radicales libres

4. Realice un escrito en media hoja sobre como haría usted para conservar sus frutas y vegetales.
5. Explique con sus propias palabras que sucede en la imagen de acuerdo con el estrés oxidativo.



6. ¿Qué consecuencias puede suponer para la salud el estrés oxidativo?
7. ¿Qué rol cumplen y cómo actúan los antioxidantes en el organismo?

Actividad No 8: orientación

Tiempo: Se estima un tiempo no mayor a 35 a 40 minutos

- ✓ Recubrimientos comestibles
- ✓ Características, ventajas y desventajas de los recubrimientos biodegradables.
- ✓ Composición de recubrimientos.
- ✓ Atributos.

Actividad No 9. Problemática

Tiempo estimado: 60 minutos

Aporte a la pedagogía científica: De acuerdo a la teoría científica de María Montessori la resolución de problemas es la capacidad que tiene un estudiante para emprender procesos cognitivos con el fin de comprender y resolver situaciones problemáticas en las que la estrategia de solución no resulta obvia de forma inmediata, mientras que resolver problemas en equipo involucra

distintas habilidades y destrezas cognitivas, colaborativas y creativas, la incorporación de información desde perspectivas múltiples y la mejora y reforma de la calidad en las soluciones a través de la adopción de las distintas ideas de los miembros del equipo.

Desarrollo de actividad: Leer la problemática, si gustan ver el video, responder las preguntas proyectadas y discutir diferentes soluciones, sobre los temas de transporte y calidad en los Fruver de estas frutas a partir de lo aprendido anteriormente.

Video tomado de Tv Agro, director Juan Gonzalo Ángel, titulado cultivo de manzanas y duraznos Boyacá: <https://www.youtube.com/watch?v=YjpAQiP-jHg>



Alejandro Castelblanco G y Abelardo Castelblanco G, son productores de manzana Ana y durazno Gran jarillo, en Boyacá en el municipio de Jenesano en la vereda de Cardonal que queda a una altura de 2.420 sobre el nivel del mar, estos grandes productores tomaron la decisión de cultivar debido a la herencia cultural de su familia.

En cada año se dan más o menos 3 cosechas por año de durazno y su rango de producción se estima que esta entre 1800 y 2500 MSNM a 15 o 16° C de temperatura, mientras la manzana Anada 2 cosechas al año, es una manzana con un tamaño no muy grande ni muy pequeña y de un excelente sabor, se estima que el ciclo de estas frutas es diferente debido a que el durazno se demora 1 año y la manzana 6 meses en su formación.

Los hermanos Castelblanco tienen la expectativa de certificar la finca frente al ICA, y con ello surtir a modo negocio el mercado nacional y local y a la larga esperan exportar estos frutos a otros países, después de todo esto surge la problemática del transporte de la fruta o lo que llamaríamos la producción debido a que estas frutas son delicadas y fácilmente se oxidan. ¿Qué solución le daría usted a esta problemática, adicional a ello estos excelentes productores quieren vender canastillas de esta fruta cortada, pero para ello necesitan preservarla, usted que haría?

Explique de manera científica que ocurre cuando existe pardeamiento enzimático en estas frutas y que efectos trae para la salud que esto suceda?

Nota: Al finalizar se realiza una breve introducción a la práctica de antioxidantes naturales y por consiguiente se hace entrega de guía de laboratorio.

Planeación para el cuarto día

Teniendo en cuenta el aceite esencial obtenido en el laboratorio anterior, se espera que el estudiante, realice una práctica sobre recubrimientos comestibles.

Practica de elaboración de recubrimientos comestibles a partir de extractos bioactivos

Alcance: Los recubrimientos comestibles con capas finas de material comestible con el que es cubierto un alimento para ser conservado y mantener su vida útil, esto mejora su calidad comercial al servir como barrera protectora y reducir la respiración, y el proceso de pardeamiento al inhibir en gran parte la humedad y el oxígeno.

Objetivo: Elaborar a partir de extractos bioactivos antioxidantes, un recubrimiento comestible que pueda extender la vida útil de frutas seleccionadas, en donde se preserve la calidad inhibiendo o reduciendo la migración de humedad, oxígeno, creando barreras semipermeables.

PROCEDIMIENTO

ALMIDON DE PAPA: Pesar 8 g de almidón de papa y solubilizar en 70 mL de agua, proceder a calentar por 10 minutos hasta una temperatura de 64 a 70° C, agitar constantemente, debido a que en este momento el almidón está gelatinizando y no queremos grumos, dejar enfriar a temperatura ambiente.



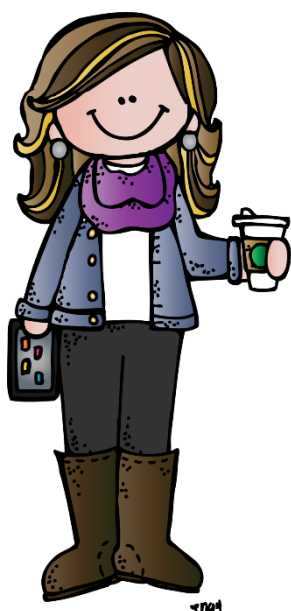
ALMIDÓN DE YUCA: Pesar 3 g de almidón de yuca y solubilizar en 70 mL de agua, proceder a calentar por 10 minutos hasta una

temperatura de 64 a 70° C, agitar constantemente debido a que en este momento el almidón está gelatinizando y no queremos grumos, dejar enfriar a temperatura ambiente.

PARA CUALQUIERA DE LOS DOS PROCEDIMIENTOS

En un vaso de precipitado de 100 mL agregar 6 mL de glicerina, 1 mL de la oleorresina obtenida y 1 mL de ácido acético (vinagre) y calentar lentamente, después agregar a él almidón anteriormente preparado, reposar por 2 min y proceder a sumergir los trozos de fruta.

Nota: realizar el seguimiento de la fruta (manzana, banano o fresa) recubierta y entregar un laboratorio tipo artículo en donde se analice y se explique científicamente que ocurrió, al agregar el recubrimiento.



HASTA AQUÍ LLEGO NUESTRO VIAJE



SOLUCIONARIO INTRODUCCIÓN AL CONCEPTO DE ESTRÉS OXIDATIVO

La presente actividad será utilizada con fines investigativos dentro del trabajo de grado titulado implicaciones del modelo Montessori en el aprendizaje de estrés oxidativo. En la siguiente actividad usted encontrara algunos textos explicativos en los que será necesario que usted encuentre la palabra acorde a la explicación.

- El **oxígeno** es un gas tóxico y reactivo, capaz de oxidar los compuestos de carbono, al ser el **oxígeno** tóxico para la vida primitiva, se fue convirtiendo en un agente contaminante cada vez más peligroso llegando a constituir una amenaza, para su propio productor las cianobacterias.
- Debe recordarse que la oxidación, es un proceso químico en el cual un compuesto pierde **electrones** y se oxida, mientras que otro los gana y se reduce. Este proceso es fundamental para la vida; sin embargo, cuando la oxidación es intensa o prolongada puede aparecer el **estrés oxidativo**, es decir, un daño celular y el deterioro funcional de organismos producido por los radicales libres.
- Especie química con uno o más electrones desapareados o libres, por ende los **radicales libres** son sustancias inestables y muy reactivas, pues para conseguir su estabilidad reaccionan con moléculas cercanas a las que les sustraen o quitan electrones y las oxidan, generando con ello la aparición de nuevos radicales; esta acción crea una reacción en cadena que daña las células, a menos que sea bloqueada por sustancias llamadas antioxidantes.
- Los electrones en los átomos y moléculas ocupan las regiones del espacio conocidas como **orbitales**. Cada uno puede contener un máximo de dos electrones. Por ejemplo, los dos electrones que forman un enlace covalente ocupan el mismo **orbital**, pero tienen espines opuestos. Si un orbital contiene sólo un electrón, se dice que el electrón está desapareado.
- Si la producción de radicales libres supera la capacidad antioxidante se produce estrés oxidativo y **daño celular**.
- Toda sustancia que retrasa o previene el deterioro, daño o destrucción provocados por una oxidación es llamado **antioxidante**.
- El término **especies reactivas de oxígeno (EROS)** se utiliza para designar de modo colectivo tanto a los radicales de oxígeno (superóxido, hidroxilo) como a las especies no radicales, que se comportan como oxidantes particularmente el peróxido de hidrógeno, el oxígeno molecular y el ácido hipocloroso.
- El peróxido de hidrógeno es un **oxidante** y **reductor** débil, por eso es relativamente estable y poco reactivo en ausencia de iones metálicos.

BIBLIOGRAFÍA

- Guarnizo, A., & Martinez, P. (s.f.). *Experimentos de química organica con enfoque en ciencias de la vida*. Armenia, Quindio. Obtenido de <https://books.google.com.co/books?id=Otm5wsEeKYE&pg=PA71&dq=soxhlet&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwi4womg8e32AhXITTABHQ6dBnsQ6AF6BAgGEAI#v=onepage&q=soxhlet&f=false>
- Ocampo, R., Rios, L. A., Betancur, L. A., & Ocampo, D. M. (2008). *curso practico de quimica organica enfocado a biologia y alimentos*. (L. F. Velasquez, Ed.) Manizalez, Caldas, Colombia: Universidad de caldas. Obtenido de <https://books.google.com.co/books?id=qmFQ3LwymmMC&pg=PA61&dq=soxhlet&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwi4womg8e32AhXITTABHQ6dBnsQ6AF6BAgFEAI#v=onepage&q=soxhlet&f=false>
- Universidad Nacional de Colombia. (02 de 2020). *Planificación de clases remotas en la UNAL (periodo 2020-02)*. Recuperado el 25 de 03 de 2022, de <http://red.unal.edu.co/cursos/dnia/un2020-02/index.html>

12.3 ANEXO C. ACTIVIDAD 2, AMBIENTE PREPARADO

1 Oxígeno

2 electrones

3 radicales libres

4 Orbitales

5 daño celular

6 antioxidante

7 especies reactivas de oxígeno (ERO)

8 reductor

estres oxidativo

Orbital

ocupados: 3

electrones desapareados: 2

semiocupados: 2

Sin ocupar: 0

#e último nivel de energía: 6

Número atómico = 9

$1s^2 2s^2 2p^6$

$2 \uparrow \downarrow$

$1 \uparrow \downarrow$

$2 \uparrow \downarrow$

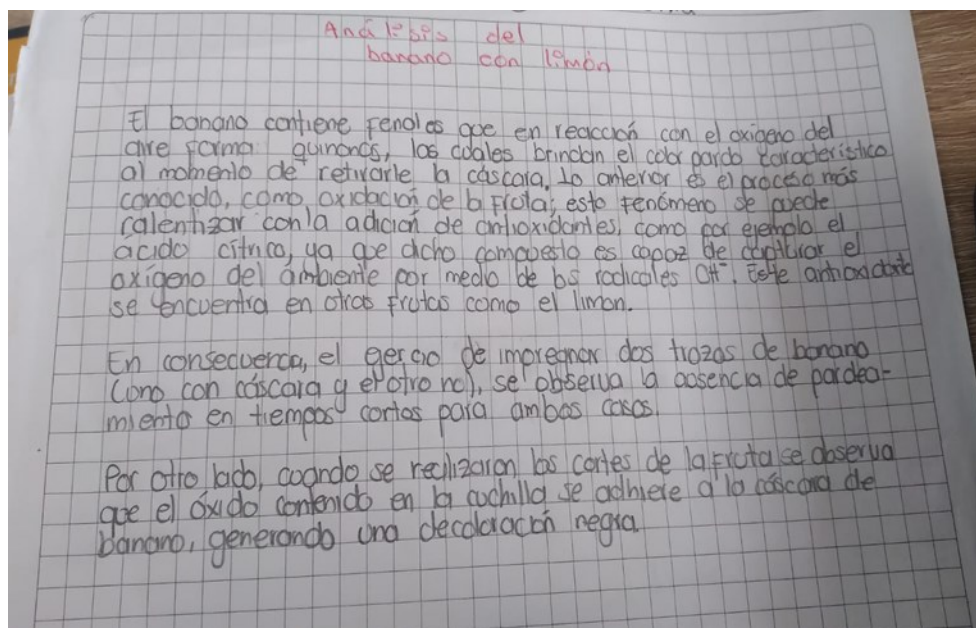
$1 \uparrow \downarrow$

$1 \uparrow \downarrow$

Niveles = 2

subniveles = 2 s y p

12.4 ANEXO D. ACTIVIDAD SENSORIAL GRUPO 8



12.5 ANEXO E. RESULTADO DE ACTIVIDAD 7 PUNTO 1, ESTUDIANTE 12 Y 19

Radicales	No radicales
$(O_2^{\cdot -})$ Ión Superóxido ✓	H_2O_2 Peróxido de Hidrógeno ✓
Perhidroxilo $(HOO^{\cdot})$ Ión Peróxido ✓	O_2 Oxígeno Singlete ✓
$(OH^{\cdot})$ radical hidroxilo ✓	HOCl Ácido hipocloroso ✓
$(ROO^{\cdot})$ Radical Peroxilo ✓	ROOH Radical peroxilo
$RO^{\cdot}$ Radical alcóxido ✓	ERN'S
ERN'S ✓	hidroperóxido

ESTUDIANTE 12

Radicales	No radicales
$(O_2^{\cdot -})$ Superóxido ✓	H_2O_2 Peróxido de hidrógeno ✓
$(HOO^{\cdot})$ Perhidroxilo ✓	O_2 Oxígeno singlete ✓
$(OH^{\cdot})$ Hidroxilo ✓	HOCl Ácido hipocloroso ✓
$(ROO^{\cdot})$ Peroxilo ✓	ROOH Hidroperóxido ✓
$(RO^{\cdot})$ Alcoxilo ✓	ERN'S Especies reactivas de
ERN'S Especies reactivas de	Nitrógeno no radicales
Nitrógeno radicales. ✓	

ESTUDIANTE 19