

**FORTALECIMIENTO DE HABILIDADES DE PENSAMIENTO CRÍTICO,
MEDIADAS POR UNA SECUENCIA DE ACTIVIDADES SOBRE
EXTRACCIÓN Y USO DE β -CAROTENOS PARA ALIMENTOS**

**JENNY NATALIA CASTIBLANCO VALBUENA
PAULA ANDREA MUÑOZ MORENO**

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL DE COLOMBIA
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
LICENCIATURA EN QUÍMICA
BOGOTÁ D.C.
2018**

**FORTALECIMIENTO DE HABILIDADES DE PENSAMIENTO CRÍTICO,
MEDIADAS POR UNA SECUENCIA DE ACTIVIDADES SOBRE
EXTRACCIÓN Y USO DE β -CAROTENOS PARA ALIMENTOS**

**JENNY NATALIA CASTIBLANCO VALBUENA
PAULA ANDREA MUÑOZ MORENO**

**Director:
RODRIGO RODRÍGUEZ CEPEDA**

**Codirector:
DIEGO ALEXANDER BLANCO MARTÍNEZ**

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL DE COLOMBIA
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
LICENCIATURA EN QUÍMICA
BOGOTÁ D.C.
2018**

Agradecimientos

Queremos agradecer a la Universidad Pedagógica Nacional por permitirnos formarnos tanto en lo profesional como en lo personal y, por enseñarnos el valor y la importancia que tiene el rol docente en la transformación de la sociedad.

Por otro lado, también le queremos agradecer a los profesores Rodrigo Rodríguez y Diego Blanco, por su orientación, apoyo, compromiso y confianza para llevar a cabo el presente trabajo. También a las profesoras Dora Luz Gómez y Nohora Marlen Arias, por el tiempo dedicado para instruir y evaluar el trabajo de investigación, con el propósito de obtener unos mejores resultados.

Al grupo énfasis disciplinar II, por la colaboración, participación y compromiso con las actividades propuestas, para llevar a cabo el trabajo de investigación.

Y a nuestros familiares por el apoyo, ánimo, paciencia y amor, que nos brindaron para poder formarnos en el ámbito profesional.


Natalia Castiblanco y Paula Muñoz

Nota de aceptación

Firma Evaluador

Firma Evaluador

Firma del director del trabajo

	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 5 de 7	

1. Información General	
Tipo de documento	Proyecto de grado.
Acceso al documento	Universidad Pedagógica Nacional. Biblioteca Central
Título del documento	Fortalecimiento de habilidades de pensamiento crítico, mediadas por una secuencia de actividades sobre extracción y uso de β -carotenos para alimentos.
Autor(es)	Castiblanco Valbuena, Jenny Natalia; Muñoz Moreno, Paula Andrea.
Director	Rodríguez Cepeda, Rodrigo.
Publicación	Bogotá DC. Universidad Pedagógica Nacional, 2018. 84 p.
Unidad Patrocinante	Universidad Pedagógica Nacional de Colombia.
Palabras Claves	PENSAMIENTO CRÍTICO; INDAGACIÓN CIENTÍFICA; ALIMENTOS; COLORANTES; SECUENCIA DE ACTIVIDADES.

2. Descripción
<p>La indagación científica en los diferentes campos del conocimiento ha generado la necesidad de llevar esta metodología al aula, permitiendo el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico desde la formulación de preguntas con carácter científico y su resolución a partir de las pruebas derivadas de su trabajo.</p> <p>Es por esto, que el presente trabajo de investigación propone contribuir al fortalecimiento de habilidades de pensamiento crítico en docentes en formación inicial, con el propósito de construir una forma de pensar basado en la indagación. Para ello la metodología desarrollada es de orden mixto, la cual se configuró alrededor de una secuencia de actividades, para que en su</p>

configuración se alcanzaran los objetivos propuestos.

3. Fuentes

Amador, B. (01 de Junio de 2012). *Percepciones sobre pensar críticamente en Colombia*. Obtenido de <http://repositorio.uac.edu.co/bitstream/handle/11619/1308/Percepciones%20sobre%20pensar%20cr%C3%ADticamente%20en%20Colombia.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Anderson, R. (2002). Reforming Science Teaching: What Research says about Inquiry. *Journal Of Science Teacher Education*, 1-12.

Arroyave, J., Garcés, L., Arango, Á., & Agudelo, C. (2008). La tartrazina, un colorante de la industria agroalimentaria, degradado mediante procesos de oxidación avanzada. *La Sallista de Investigación*, 21.

Beltrán, M. J., & Torres, N. (2009). Caracterización de habilidades de pensamiento crítico en estudiantes de educación media a través del test HCTAES. *Zona Próxima*, 65-85.

Bernal, I. (1993). *Análisis de alimentos*. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.

Betancourth Zambrano, S. (2015). *Desarrollo del pensamiento crítico en docentes universitarios*. (4. 2.-2. Revista Virtual Universidad Católica del Norte, Editor) Obtenido de Una mirada cualitativa.: <http://revistavirtual.ucn.edu.co/index.php/RevistaUCN/article/viewFile/627/1162>

Cardozo, E., & Solorzano, R. (2014). *Agrotóxicos: una cuestión sociocientífica para favorecer el pensamiento crítico*. Bogotá, Colombia : Universidad Pedagógica Nacional.

Casseres, E. (1980). *Producción de Hortalizas*. Costa Rica : IICA-CIDIA.

Chaparro, M., Paredes, M., Díaz, B., Hoyos, V., & Ninco, A. (2010). Sustitución De Colorante Artificial Por Natural En Conservas De Cereza Marrasquino. *Alimentos Hoy*.

col, M. y. (2013). *Tablas de composición de Alimentos*. Recuperado el 25 de Enero de 2018, de <http://www.fen.org.es/mercadoFen/pdfs/zanahoria.pdf>

Córdoba, C. (s.f.). *La zanahoria, alimento para la vista*. Recuperado el 25 de enero de 2018, de Vocalía de alimentación :

<http://www.cofco.org/ficheros/zanahoria7.pdf>

Díaz, M., & Pelayo, A. (2008). *Obtención de un colorante natural para alimentos a partir de la zanahoria*. Maracaibo Venezuela : Universidad Rafael Urdaneta .

Fernandez , M. (2012). *Alternativos a los antibióticos como promotores del crecimiento* . España : Agrícola Española S.A. .

Gallego, M., Acosta, E., Ocampo, J., & Morales , C. (2006). Sustitución de tartrazina por betacaroteno en la elaboración de bebidas no alcohólicas. *Lasallista de investigación* , 7 -12 .

García, E., Fernández, I., & Fuentes, A. (2014). *Determinación de polifenoles totales por el método de Folin-Ciocalteu*. Obtenido de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/52056/Garcia%20Mart%C3%ADnez%20et%20al.pdf?sequence=1>

Garriz, A. (2010). Indagación: las habilidades para desarrollarla y promover el aprendizaje. *Educación Química*, 106-110.

Garriz, A. (2012). Proyectos educativos recientes basados en la indagación de la química. *Educación Química*, 458-464.

Geilfus , F. (1994). *El arbol al servicio del agrigultor manual de agroforesteria para el desarrollo rural*. Turrialba, Costa rica : Enda-Caribe .

Gennaro, A. (2003). *Remington Farmacia* . Buenos Aires : Médica Panamericana .

Lock, O. (1997). Colorantes Naturales. En L. Olga, *Colorantes Naturales* (pág. 2). Perú: Fondo Editorial Pontificia Universidad Católica del Perú .

Lock, O. (1997). *Colorantes Naturales* . Peru: Fondo editorial de La Pontificia Universidad Católica Del Perú.

López , G. (2012). Pensamiento crítico en el aula. *Docencia e Investigación*, 41-60.

Mancilla , R., Pérez , Blanco , & Castrejón . (s.f.). *Extracción Y Separación De Lípidos Terpenicos Carotenos*. Universidad del Valle de México.

Martin-Hansen, L. (2002). Defining inquiry. *The Science Teacher*, 34-37.

MEN. (1997). *Comisión Nacional para el Desarrollo de la Educación Superior*. Bogotá .

- MEN. (2009). *Prueba de Competencias genéricas*. Guía de orientación.
- Merchán, M. (2012). Cómo desarrollar los procesos del pensamiento crítico mediante la pedagogía de la pregunta. *Revista de la Universidad de la Salle*, 119-146.
- MINISTERIO DE SALUD. (1985). *MINISTERIO DE SALUD resolución 10593 de julio de 1985*. Colombia.
- Muñoz, M. A. (2008). *Determinación De Actividad Antioxidante De Diversas Partes Del Árbol Nicotiana Glauca*. Obtenido de <http://www.uaq.mx/investigacion/difusion/veranos/memorias-2008/7VeranoUAQ/14MunozJuarez.pdf>
- NRC, N. R. (1996). *National Science Education Standards*. Washinton, DC: Academic Press.
- Ocampo , R., Rios , L., Betancur , L., & Ocampo , D. (2008). *Curso Práctico De Química Orgánica Enfocado a Biología y alimentos* . Manizales : Editorial Universidad de Caldas .
- Pérez , L., & Beltrán, J. (1996). Inteligencia, pensamiento crítico y pensamiento. *Psicología de la instrucción I. Variables y procesos* , 429-503.
- Platín, C. (2013). Miradas contemporáneas en educación. Argumentación en Ciencia. *Universidad Distrital Francisco José de Caldas*. Bogotá.
- Richard, P., & Elder, L. (2005). *Estándares de competencia para el pensamiento crítico*. Recuperado el 12 de Octubre de 2017, de https://www.criticalthinking.org/resources/PDF/SP-Comp_Standards.pdf
- Sierra Rizo, A. (14 de enero de 2015). *Biomedicación con el extracto de mangostán y la xantona 9-xantene para promover la microbiota benéfica y aumentar el consumo voluntario de alimento en becerras lactantes*. Recuperado el 25 de enero de 2018, de Universidad de Guadalajara: http://biblioteca.cucba.udg.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/5895/Sierra_Rizo_Alejandro.pdf?sequence=1
- Solbes, J., & Torres, N. (2012). Análisis de las competencias de pensamiento crítico desde el abordaje de las cuestiones sociocientíficas: Un estudio en el ámbito universitario. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, 247-269.
- Torres , N., & Solbes , J. (2013). Concepciones Y Dificultades Del Profesorado Sobre El Pensamiento Crítico En La Enseñanza De Las Ciencias. *Ix Congreso*

Internacional Sobre Investigación En Didáctica De Las Ciencias. Girona : 3389-3393.

Urrea, D., Eim, V., & Rosello, C. (2012). *Modelos cinéticos de degradación de carotenoides, polifenoles y actividad antioxidante durante el secado convectivo de zanahoria*. Obtenido de www.alimentoshoy.acta.org.co/index.php/hoy/article/download/141/135

Zaldívar, P. (2010). *El constructo "pensamiento crítico"*. (U. d. Zaragoza, Editor) Obtenido de http://www.unizar.es/abarrasa/tea/200910_25906/lopez2010.pdf

4. Contenidos

Se presenta en primer lugar, el marco de referencia que incluye la justificación, los antecedentes y referentes conceptuales, los cuales mencionan la importancia y necesidad de generar pensamiento crítico, a partir de la indagación, como lo menciona (Amador, 2012). Los antecedentes que se tuvieron en cuenta para el proyecto son aquellos que trabajaron el pensamiento crítico desde la indagación y, por otra parte, investigaciones acerca de la posible sustitución de colorante sintético por colorante natural. Por último, en cuanto a los conceptos teóricos presentados en el marco de referencia, se habla de la importancia del pensamiento crítico en el aula según (López , 2012) para la formación de los estudiantes, el modelo de indagación científica para incentivar el fortalecimiento de las habilidades de pensamiento crítico, los colorantes y sus propiedades fisicoquímicas y, la composición nutricional de la zanahoria y el mangostán.

Posterior a esto, se formuló la pregunta de investigación, la cual dio paso para la creación del objetivo general y los específicos y, la metodología que se llevó a cabo para el desarrollo del trabajo de investigación.

La metodología consta de cuatro (4) fases, de las cuales se trabajaron actividades didácticas y experimentales, que abordan la controversia de la toxicidad de colorantes sintéticos y la viabilidad de sustitución por colorante natural, con el propósito de fortalecer e intensificar las habilidades de pensamiento crítico en la población objeto de estudio.

Finalmente se exponen las actividades realizadas bajo los fundamentos del modelo de indagación científica con sus respectivos resultados, los cuales evidencian el impacto que tuvo cada actividad para el fortalecimiento de las habilidades de pensamiento crítico, a través del interés y la vinculación del conocimiento que tenían sobre la temática planteada y, la elocuencia y nivel de

argumentación que presentaron al culminar las actividades, lo que permitió dar respuesta a la pregunta problema y a los objetivos planteados.

5. Metodología

El trabajo de investigación se implementó en docentes de química en formación inicial, de la Universidad Pedagógica Nacional, en el ciclo de profundización, se escogió esta población ya que al estar cursando los últimos semestres para optar por el título de Licenciado en Química permite inferir que ya poseen habilidades de pensamiento crítico que se pueden fortalecer con mayor disposición, por otra parte, se escogió porque al estar registrados en un énfasis sobre química de alimentos y, al estar el trabajo orientado hacia la extracción y aplicación de un colorante natural en un producto lácteo, generó una participación activa por parte de la población de estudio y complemento las temáticas propuestas por el curso.

Para el desarrollo de este trabajo de investigación se consideró oportuno establecer cuatro fases, la primera de ellas permitió recolectar información para la construcción de la propuesta a partir de distintos postulados sobre indagación científica y pensamiento crítico. En la segunda fase, se diseñaron e implementaron las actividades propuestas para el fortalecimiento de habilidades de pensamiento crítico, esto, a partir de una actividad de contextualización de la problemática, luego una serie de actividades experimentales para dar solución y finalmente, una actividad de informe la cual da respuesta a la problemática por medio de un diagrama v heurístico.

De esta manera se inició la fase tres, a partir de la implementación de la secuencia de actividades, se categorizaron las habilidades de pensamiento crítico que poseen los estudiantes antes y después la implementación en una escala valorativa adaptada del trabajo de investigación de Beltrán y Torres (2009) y Fedorov (2008), el cual permitió hacer la recolección de la información para la elaboración del análisis y la evaluación de la secuencia de actividades.

Finalmente, la fase cuatro considera el análisis de la información recolectada, para revisar el impacto que tuvo la secuencia de actividades en los estudiantes a partir de una valoración cualitativa, el cual evaluó los conocimientos construidos y los que se consolidaron a lo largo del trabajo de investigación.

6. Conclusiones

- De acuerdo con los resultados del trabajo de investigación, la secuencia de actividades basada en el modelo de indagación científica tuvo un

impacto favorable, ya que contribuyó a potenciar las habilidades de pensamiento crítico en los docentes en formación inicial, cumpliendo con el objetivo general de esta investigación y con la pregunta orientadora. Esto se pudo evidenciar en la aplicación de las actividades, puesto que en la medida que avanzó la intervención con el grupo, presentaban un nivel argumentativo superior y un cambio de postura con respecto a la que tenían al inicio de las actividades en la problemática de los colorantes.

- La aplicación del test de Zaldívar (2010) permitió identificar y caracterizar el nivel de pensamiento crítico de cada uno de los estudiantes, tanto al inicio como al finalizar la investigación. Lo que permitió tener un punto de partida para implementar la secuencia de actividades relacionada con la química de los colorantes. Con lo que se dio cumplimiento al primer objetivo específico.
- La actividad en el aula contextualizada proporcionó un espacio de reflexión, en la cual se evidenció el fortalecimiento de las habilidades de pensamiento crítico tales como razonamiento verbal y análisis de argumento, ya que se demostraron elocuencia en los argumentos presentados y un nivel favorable en la interpretación que le dieron a cada texto.
- La problemática de toxicidad en colorantes sintéticos permitió plantear la secuencia de actividades basada en la indagación científica, con el fin de dar una solución por medio de prácticas experimentales, de la cual debían evidenciar la posible viabilidad de sustitución de colorante sintético por natural fortaleciendo las habilidades de comprobación de hipótesis, solución de problemas y probabilidad e incertidumbre.
- La secuencia de actividades se enfocó en mantener la disposición y el interés en la población de estudio, ya que son elementos importantes para el fortalecimiento de habilidades de pensamiento crítico, que se demostraron en las prácticas experimentales y en la solución planteada a la problemática propuesta.

Elaborado por:	Castiblanco Valbuena, Jenny Natalia; Muñoz Moreno, Paula Andrea.
Revisado por:	Rodríguez Cepeda, Rodrigo.

Fecha de elaboración del Resumen:	08	06	2018
--	----	----	------

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	16
2. JUSTIFICACIÓN	18
3. ANTECEDENTES	20
4. MARCO TEÓRICO.....	25
4.1. Indagación científica	25
4.2. Pensamiento crítico	27
4.3. Colorantes Sintéticos	29
4.4. Colorantes Naturales	29
4.5. β - Carotenos	30
4.6. Zanahoria.....	31
4.7. Mangostán	32
5. DESCRIPCIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	35
6. OBJETIVOS	36
6.1. Objetivo General	36
6.2. Objetivos Específicos.....	36
7. METODOLOGÍA.....	37
7.1. Características de la población.....	37
7.2. Tipo de investigación	37
Laboratorio Análisis de la leche	40
8. ANÁLISIS DE RESULTADOS	42
8.1. Test de entrada de pensamiento crítico.....	42
8.2. Contextualización y posición sobre el tema de colorantes.....	45
8.3. Resultados pre-informe e informe	51
8.3.1. Laboratorios	57
8.4. Test final de pensamiento crítico	73
9. CONCLUSIONES.....	75
10. RECOMENDACIONES	77
10.1. Recomendaciones didácticas	77
10.2. Recomendaciones Experimentales	77
11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	81
12. ANEXOS	85

12.1. Anexo 1.....	85
12.2. Anexo 2. Actividad de contextualización sobre Colorantes Naturales.	87
12.3. Anexo 3. Actividad de laboratorio (pre informe).....	88
12.4. Anexo 4. Experimentaciones análisis de leche, preparación del yogurt, extracción, cuantificación y aplicación del extracto β -carotenos.....	89
12.5. Anexo 5. Análisis sensorial.	94
12.6. Anexo 6. V heurística.....	95

LISTA DE TABLAS

<i>Tabla 1. Habilidades requeridas para realizar una Indagación científica.....</i>	<i>26</i>
<i>Tabla 2. Composición nutricional de la zanahoria, valor por 100 gr de la parte comestible. Moreiras y col, (2013).</i>	<i>32</i>
<i>Tabla 3. Composición nutricional de fruto mangostán, valor por 100 gr de la parte comestible. Sierra Rizo (2015).....</i>	<i>33</i>
<i>Tabla 4. Habilidades de pensamiento crítico.....</i>	<i>38</i>
<i>Tabla 5. Actividades secuencia de actividades.</i>	<i>39</i>
<i>Tabla 6. Escala valorativa.....</i>	<i>42</i>
<i>Tabla 7. Nivel de pensamiento crítico.</i>	<i>43</i>
<i>Tabla 8. Resultado del test de Zaldívar (2010).</i>	<i>43</i>
<i>Tabla 9. Escalas valorativas cuantitativas para medir el nivel pensamiento crítico fundamentado en el modelo de Indagación científica para cada actividad propuesta.</i>	<i>46</i>
<i>Tabla 10. Resultado del instrumento aplicado para la contextualización de la temática.</i>	<i>47</i>
<i>Tabla 11. Respuestas de la actividad contextualización.</i>	<i>48</i>
<i>Tabla 12. Escalas valorativas cuantitativas para medir el nivel pensamiento crítico fundamentado en el modelo de Indagación científica para cada actividad propuesta.</i>	<i>51</i>
<i>Tabla 13. Resultado del instrumento aplicado pre y post laboratorio.</i>	<i>52</i>
<i>Tabla 14. Respuestas de la actividad pre informe de laboratorio.</i>	<i>53</i>
<i>Tabla 15. Respuestas de la actividad de informe de laboratorio.</i>	<i>54</i>
<i>Tabla 16. Estudio fotográfico del laboratorio análisis de la leche.</i>	<i>57</i>
<i>Tabla 17. Resultados de las pruebas realizadas a la leche cruda.....</i>	<i>57</i>
<i>Tabla 18. Recolección fotográfica y análisis del laboratorio de extracción y caracterización.</i>	<i>59</i>
<i>Tabla 19. Datos para realizar la curva de calibración.....</i>	<i>61</i>
<i>Tabla 20. Resultados de la lectura de absorbancia a 450nm.....</i>	<i>62</i>
<i>Tabla 21. Datos para realizar la curva de calibración.....</i>	<i>62</i>
<i>Tabla 22. Resultados de la lectura de absorbancia a 765nm.....</i>	<i>63</i>
<i>Tabla 23. Señales espectro IR para zanahoria.</i>	<i>65</i>
<i>Tabla 24. Señales espectro IR para la cáscara del mangostán.....</i>	<i>65</i>
<i>Tabla 25. Resultados de las pruebas realizadas al yogurt.</i>	<i>66</i>
<i>Tabla 26. Recolección fotográfica del yogurt con los extractos de cada grupo.</i>	<i>67</i>
<i>Tabla 27. Resultado de la evaluación sensorial (Color) que se le hizo a cada extracto en el yogurt.....</i>	<i>67</i>
<i>Tabla 28. Resultado de la evaluación sensorial (Olor) que se le hizo a cada extracto en el yogurt.....</i>	<i>69</i>
<i>Tabla 29. Resultado de la evaluación sensorial (Textura) que se le hizo a cada extracto en el yogurt.....</i>	<i>70</i>
<i>Tabla 30. Resultado de la evaluación sensorial (Apariencia) que se le hizo a cada extracto en el yogurt.</i>	<i>71</i>
<i>Tabla 31. Resultado del test final para medir el nivel de pensamiento crítico.....</i>	<i>74</i>
<i>Tabla 32. Habilidades de pensamiento crítico.....</i>	<i>77</i>

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1. Tomada del libro Curso Práctico De Química Orgánica Enfocado a Biología y alimentos. (Ocampo , Rios , Betancur , & Ocampo , 2008)</i>	31
<i>Figura 2. Tomada de Templeman (2008), como se citó en Sierra (2015). Estructura química de las xantonas C₁₃H₈O₂.</i>	34
<i>Figura 3. Nivel de pensamiento crítico</i>	44
<i>Figura 4. Nivel de pensamiento crítico alcanzado en la actividad de contextualización.</i>	47
<i>Figura 5. Relación de conceptos de las respuestas de la población de estudio en la actividad de contextualización.</i>	50
<i>Figura 6. Nivel de pensamiento crítico alcanzado en la actividad de laboratorio.</i>	52
<i>Figura 7. Relación de conceptos de las respuestas de la población de estudio en la actividad de laboratorio.</i>	55
<i>Figura 8. Curva de calibración concentración vs absorbancia.....</i>	61
<i>Figura 9. Curva de calibración concentración vs absorbancia.....</i>	63
<i>Figura 10. Espectro IR del extracto de zanahoria.</i>	64
<i>Figura 11. Espectro IR del extracto de la cáscara de mangostán.</i>	65
<i>Figura 12. Evaluación sensorial (Color) del yogurt con el colorante de Zanahoria.</i>	68
<i>Figura 13. Evaluación sensorial (Color) del yogurt con el colorante de Mangostán.....</i>	68
<i>Figura 14. Evaluación sensorial (Olor) del yogurt con el colorante de Zanahoria.</i>	69
<i>Figura 15. Evaluación sensorial (Olor) del yogurt con el colorante de Mangostán.</i>	69
<i>Figura 16. Evaluación sensorial (Textura) del yogurt con el colorante de Zanahoria... ..</i>	70
<i>Figura 17. Evaluación sensorial (Textura) del yogurt con el colorante de Mangostán.</i>	71
<i>Figura 18. Evaluación sensorial (Apariencia) del yogurt con el colorante de Zanahoria.</i>	72
<i>Figura 19. Evaluación sensorial (Apariencia) del yogurt con el colorante de Mangostán.</i>	72
<i>Figura 20. Nivel de pensamiento crítico, medición final.....</i>	75
<i>Figura 21. Método Soxhlet.....</i>	78

1. INTRODUCCIÓN

El pensamiento crítico se considera como una habilidad que se desarrolla en cualquier programa de la educación superior MEN (2009), y se constituye en una competencia genérica. Éstas se caracterizan por surgir de la interrelación de la educación disciplinar, la educación general y las habilidades de los estudiantes, por ello, deben desarrollarse en el proceso de formación. Para el MEN (Ministerio de Educación Nacional) el pensamiento crítico se caracteriza por:

- Comprensión (contenido y puntos de vista del escritor o del interlocutor).
- Análisis (identificación de líneas de razonamiento, evidencia, conclusiones, argumentos).
- Identificación de deficiencias en argumentos: inconsistencias lógicas, supuestos infundados, consecuencias no intencionadas, recursos retóricos distorsionantes, falsas analogías, etcétera.
- Evaluación (credibilidad y validez de la evidencia, credibilidad de líneas de razonamiento, validez de argumentos, solidez de las conclusiones, etcétera). (MEN, 2009).

Es por esto, que el pensamiento crítico es fundamental al momento de aprender, ya que lleva a los estudiantes a descubrir y a procesar la información con disciplina. Les enseña a los estudiantes a pensar llegando a conclusiones, a defender posiciones en asuntos complejos, a considerar una amplia variedad de puntos de vista, a analizar conceptos, teorías y explicaciones; a aclarar asuntos y conclusiones, resolver problemas, transferir ideas a nuevos contextos, a examinar suposiciones, a evaluar hechos supuestos, a explorar implicaciones y consecuencias y a cada vez más, aceptar las contradicciones e inconsistencias de su propio pensamiento y experiencia. (Richard & Elder, (2005)).

Desde esta perspectiva, se pretendió que los estudiantes sean capaces de mejorar el conocimiento a partir de una problemática, donde ellos puedan

fortalecer e intensificar las habilidades de pensamiento crítico, a través de preguntas de investigación y trabajo experimental.

Para ello, se abordó sobre el tema colorantes naturales, ya que en la actualidad se está restringiendo el uso de algunos colorantes sintéticos, debido a las reacciones tóxicas que generan en el organismo, tales como el cáncer o la esterilidad en hombres y mujeres. Lo que permite inferir que, para evitar estas enfermedades, es conveniente limitar el consumo de algunos alimentos que contienen colorantes sintéticos como la tartrazina, rojo 40, etc. Es por esto, que se buscó evidenciar la viabilidad de un colorante natural en un producto lácteo (yogurt).

En la actualidad se conocen dos tipos de colorantes, los cuales se clasifican en naturales, sintéticos o artificiales, pero en la industria son más utilizados los sintéticos por su economía y sus propiedades, sin embargo, estos son controlados debido a la toxicidad y carcinogenicidad que algunos poseen como la tartrazina.

Con base en lo anterior, se realizó una secuencia de actividades, que abarca la temática de colorantes naturales, específicamente los carotenos. En primer lugar, se aplicó un test¹ de pensamiento crítico para medir a través de una escala valorativa el nivel en el cual se encuentra cada estudiante, lo que contribuyó a la construcción de las actividades que se aplicaron en la población de estudio. En segundo lugar, se aplicaron las secuencias de actividades, las cuales estuvieron basadas en el modelo de indagación científica y en último lugar, se volvió a aplicar el test para medir si se desarrollaron e intensificaron las habilidades de pensamiento crítico.

¹ Tomado de Pablo Zaldívar (2010). El constructo "pensamiento crítico".

2. JUSTIFICACIÓN

La educación en la actualidad presenta grandes desafíos, uno de ellos es formar individuos capaces de pensar críticamente, evaluando su propio conocimiento y analizando las situaciones que se presentan en su cotidianidad. Merchán (2012) afirma que “a los estudiantes se les dificulta pensar cuando requieren utilizar procesos de pensamiento como el análisis, la síntesis, la comprensión de inferencias y la crítica, dificultades que se evidencian al tener que aplicar ese conocimiento para resolver diferentes problemas o para encontrar la respuesta adecuada a la pregunta”.

Por otro lado, Amador (2012) afirma que para desarrollar habilidades de pensamiento crítico se sugiere que la forma de pensar del individuo esté basada en la indagación, en la profundización, en la exploración de lo que se ha dado por verdad absoluta, en la evaluación de argumentos y en dudar de verdades. Ya que, pensar críticamente implica un nivel de pensamiento superior para poder refutar ideas o argumentos que no los considere como verdad.

Desde esta perspectiva, se estructuró e implementó una secuencia de actividades sobre extracción y uso de β -carotenos, basada en el modelo de indagación científica, el cual permitió que los estudiantes fueran orientados a partir de una pregunta, para que, a través de la teoría, el descubrimiento y la experimentación, pudieran llegar a una solución y adquirir nuevas perspectivas mediante la experiencia.

Para esto, los estudiantes se tuvieron que involucrar en el proceso de investigación, buscando soluciones, diseñando propuestas y haciendo nuevas preguntas. Esto, con la finalidad de incentivar a aprender, a pensar y a resolver problemas de forma autónoma, para obtener una mayor comprensión y fortalecer las habilidades de pensamiento crítico.

Se extrajo β -caroteno, un colorante natural presente en la materia orgánica, que posee dos grandes características, una de ellas es su poder antioxidante y

otra el color que este puede dar de rojo- amarillo. Con el objetivo de realizar la extracción de β -carotenos presentes en residuos orgánicos, en este caso la cáscara el mangostán, ya que solo se consume una pequeña parte y queda como residuo la cáscara que es muy atractiva por su color morado, además de que puede ser un colorante natural rico en β -caroteno.

Por otra parte, la zanahoria indica que es una hortaliza rica en carotenoides, ya que este pigmento natural al ser absorbido por el organismo lo transforma en vitaminas y lo protege del daño ocasionado por la presencia de radicales libres, lo que nos permite hacer una comparación entre estos dos materiales orgánicos, evaluando su estabilidad y capacidad de pigmentación.

Luego de la extracción se preparó un producto lácteo (yogurt) con la finalidad de adicionar los β -carotenos obtenidos de la zanahoria y la cáscara del mangostán, a las que posteriormente se le realizaron pruebas organolépticas con el propósito de analizar la viabilidad de la sustitución del colorante sintético por el natural.

3. ANTECEDENTES

Los documentos consultados para la construcción de este trabajo de investigación abordan temáticas tanto de carácter disciplinar como didáctico. Para ello, se tomó en cuenta trabajos de investigación encargados de estudiar y desarrollar el pensamiento crítico en los estudiantes, a partir de estrategias pedagógicas y didácticas que se fundamenten en el modelo de Indagación científica. Por otro lado, en la parte disciplinar se presentan trabajos de investigación sobre la extracción de β -carotenos a partir de materia orgánica, que aporta a la secuencia de actividades que se pretende realizar en el grupo de trabajo.

La Indagación científica es una metodología en la cual el estudiante es el encargado de adquirir conocimiento a través de observaciones, planteamiento de preguntas, revisiones bibliográficas, para reunir pruebas que le den solución a las preguntas planteadas y así mismo poder analizarlas para proponer respuestas y explicaciones a los resultados obtenidos, así lo menciona Garritz (2010) en su trabajo "Indagación: las habilidades para desarrollarlas y promover el aprendizaje" en el que expone como objetivo el concepto de indagación, las actividades que la promueven y las capacidades que debe tener el individuo para realizarla, en donde el autor hace énfasis en el estudiante como científico, ya que éste debe investigar a partir de una situación o pregunta problema basado en las ciencias naturales y responder con una explicación clara del fenómeno, realizando investigación para desarrollar el pensamiento crítico e incentivando la indagación a través de las prácticas experimentales.

Por otro lado, Garritz (2012) en su trabajo "Proyectos educativos recientes basados en la Indagación de la química", expone los aspectos esenciales que debe tener el aula para realizar un trabajo de indagación, donde no solo interesa lo que aprenda el estudiante, sino también en cómo lo enseña el profesor, esto a partir de siete de actividades en donde se requiere que la

persona líder de la indagación , posea tres tipos de conocimiento: El concepto de indagación abordado, los tópicos disciplinares específicos a trabajar y la didáctica –metodología, para desarrollar el proceso. Esta investigación contribuye a este proyecto la forma en la que se pretende desarrollar habilidades de pensamiento crítico en los docentes en formación, ya que el autor hace énfasis en las capacidades que debe tener un profesor de ciencias para incentivar la indagación en los estudiantes, en donde el conocimiento no sea estático sino dinámico.

La indagación científica es parte fundamental del proceso enseñanza-aprendizaje, como lo menciona López (2012) en su trabajo de investigación llamado “Pensamiento crítico en el aula” en el que reflexiona sobre la importancia de desarrollar habilidades de pensamiento crítico en la escuela y en el estudiante a partir de la indagación, ya que según la autora éste establece un punto de partida para evidenciar los conocimientos que ya posee el individuo en determinada temática y las nuevas ideas que se pueden desarrollar en el transcurso de las actividades fundamentadas en este modelo. Para que el proceso de enseñanza-aprendizaje sea exitoso, la autora menciona que los estudiantes aprenden mejor cuando se realiza en un ambiente de clase donde sus contribuciones sean valoradas por el docente.

De este modo, para que la Indagación científica proporcione habilidades de pensamiento crítico en los estudiantes, se debe tener en cuenta el trabajo del docente, es decir, las herramientas que el facilita para que haya indagación en el aula. Torres & Solbes (2013) presentan para el IX Congreso Internacional sobre investigación en didáctica de las Ciencias, un trabajo de investigación llamado “Concepciones y dificultades del profesorado sobre el pensamiento crítico en la enseñanza de las ciencias”, el cual expone el enfoque que proporcionan los docentes al pensamiento crítico en los cuestionarios que se presentan en Educación secundaria, para ello, se analizan los resultados de aquellos cuestionarios para determinar las dificultades que tiene el profesorado para desarrollar habilidades de pensamiento crítico y promoverlo en el aula.

Por otro lado, para despertar el interés por aprender en los estudiantes, es necesario contextualizar la temática con su cotidianidad, Cardozo & Solorzano (2014) de la Universidad Pedagógica Nacional para el título de Licenciatura en Química, realizaron un trabajo de investigación llamado “Agrotóxicos: Una cuestión socio científica para favorecer el pensamiento crítico” en el cual se expone que a través de problemáticas actuales, se puede despertar el interés del estudiante y así favorecer el pensamiento crítico. Se implementan actividades didácticas relacionadas con el modelo cuestiones socio científicas (CSC), para vincular los contenidos vistos en el aula de clase con una problemática social, así mismo, desarrollar habilidades de pensamiento crítico como lo es su discurso y la participación reflexiva. No obstante, el modelo de Indagación científica y las CSC, tienen en común generar conocimiento a partir de situaciones o preguntas problema de su entorno, que los lleven a investigar y generar explicaciones de lo observado.

En contexto, se considera que el modelo de indagación científica permite generar las condiciones necesarias para el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico, puesto que, al trabajar en temas controversiales, como lo es la toxicidad de algunos colorantes sintéticos, se pretende trabajar la extracción de colorantes naturales para posteriormente aplicarlos en un producto alimenticio y evidenciar la viabilidad de esta sustitución.

El trabajo de Díaz & Pelayo (2008) sobre “Obtención de un colorante natural para alimentos a partir de la zanahoria” tiene como objetivo obtener un colorante natural para alimentos a partir de la zanahoria, determinando sus características fisicoquímicas, extrayendo el β -caroteno, cuantificando y aplicando lo obtenido en un alimento. El resultado de concentración de β -caroteno de tres extracciones en este trabajo fueron de 22, 25 y 27 mg/100 mL comprobando el alto contenido en la zanahoria, desde un análisis espectrofotométrico UV/VIS. En cuanto a la aplicación encontraron que es sensible a condiciones ambientales extremas, pero a condiciones normales de

almacenamiento el alimento tiene una estabilidad. Este trabajo de investigación brinda un marco de referencia sobre las propiedades fisicoquímicas y características de la zanahoria y al método de extracción de los β -carotenos que se pretende trabajar en la secuencia de actividades.

Por otro lado, Gallego, Acosta, Ocampo, & Morales (2006) trabajaron en un artículo de la Revista Lasallista de Investigación que lleva como título “Sustitución de tartrazina por β -caroteno en la elaboración de bebidas no alcohólicas” de la Corporación Universitaria Lasallista Antioquia, Colombia. Los autores se enfocan en la alternativa de la sustitución de un colorante artificial por sus posibles efectos sobre la salud de los consumidores por uno natural, proponiendo como objetivo de este trabajo fue evaluar la viabilidad de la sustitución de la tartrazina por β -caroteno como colorante amarillo en la elaboración de una bebida no alcohólica.

De lo anterior, se realizaron curvas de calibración espectrofotometría UV-visible para ambos colorantes, seguido de un análisis de estabilidad a diferentes condiciones ambientales dando como resultado que la tartrazina es más resistente a condiciones ambientales extremas que el β -caroteno, pero a condiciones ambientales normales los dos colorantes presentan estabilidad y por último evaluaron con pruebas sensoriales para ver los cambios en el sabor del producto con respecto a la sustitución del colorante, dando como resultado de preferencia el β -caroteno en los evaluadores por su mejor textura y sabor. La propuesta de trabajo de investigación nos da indicios de cómo se puede realizar un análisis sensorial del producto lácteo, al que se le presente aplicar las extracciones de β -caroteno.

Por otra parte, Chaparro, Paredes, Díaz, Hoyos, & Ninco, (2010) presentan un artículo de la revista Alimentos hoy “Sustitución de colorante artificial por natural en conservas de cereza marrasquino”, en el cual los autores buscan realizar la aplicación de colorantes carmín y annatto en cerezas en conserva, con el fin de presentar una propuesta de sustitución del colorante artificial rojo

ponceau E120, esto, debido a la preocupación en el uso de pigmentos sintéticos los cuales han sido estudiados por su efecto en la salud. Para llegar allí, realizan un estudio sobre la elaboración del jarabe de conserva de las cerezas con colorantes naturales, evidenciando la viabilidad y la posible sustitución del colorante sintético, realizando un estudio fisicoquímico, determinación espectrofotométrica del color y análisis sensorial con 20 panelistas que evaluaron la apariencia de las conservas. Concluyendo que, una de las muestras no presentaba diferencias significativas con respecto a la muestra patrón o comercial.

Cabe resaltar que, estos dos últimos artículos de la revista Lasallista “Alimentos hoy”, se utilizaron para la segunda actividad contextualización sobre Colorantes Naturales implementada en el trabajo de investigación.

4. MARCO TEÓRICO

4.1. Indagación científica

La indagación científica se define como la forma en la cual los científicos abordan el conocimiento de la naturaleza y proponen explicaciones basadas en las pruebas derivadas de su trabajo. También se propone como una actividad polifacética que implica hacer observaciones; plantear preguntas; examinar libros y otras fuentes de información para ver qué es lo ya conocido; planificar investigaciones; revisar lo conocido hoy en día a la luz de las pruebas experimentales; utilizar instrumentos para reunir, analizar e interpretar datos; proponer respuestas, explicaciones y predicciones; y comunicar los resultados NRC (1996) citado por Garritz (2010), pág. 106.

Martin-Hansen (2002) Citado por Garritz (2010), pág. 106 expone una definición sobre los diferentes tipos de Indagación científica:

- *Indagación abierta*: Tiene un enfoque centrado en el estudiante que empieza por una pregunta que se intenta responder mediante el diseño y conducción de una investigación o experimento y la comunicación de resultados.
- *Indagación guiada*: Donde el profesor guía y ayuda a los estudiantes a desarrollar investigaciones indagatorias en el salón o el laboratorio.
- *Indagación acoplada*: La cual acopla la indagación abierta y la guiada.
- *Indagación estructurada*: Es una indagación dirigida primordialmente por el profesor, para que los alumnos lleguen a puntos finales o productos específicos.

Para promover la indagación científica en el aula Garritz (2010) propone un conjunto de siete actividades, las cuales son:

1. Identificar y plantear preguntas que puedan ser respondidas mediante la indagación;

2. Definir y analizar bien el problema a resolver e identificar sus aspectos relevantes;
3. Reunir información bibliográfica para que sirva de prueba;
4. Formular explicaciones al problema planteado, a partir de las pruebas;
5. Plantear problemas de la vida cotidiana y tocar aspectos históricos relevantes;
6. Diseñar y conducir trabajo de investigación a través de diversas acciones (Reflexionar sobre las observaciones y fomentar la búsqueda de patrones en la información; Generar relaciones hipotéticas y pruebas entre las variables; Postular factores causales potenciales; Evaluar la consistencia empírica de la información; Hacer uso de analogías y/o de la intuición para ayudar a conceptualizar los fenómenos; Formular y manipular modelos físicos y mentales; Utilizar herramientas apropiadas y técnicas para reunir, analizar e interpretar datos; Pensar crítica y lógicamente para desarrollar predicciones, explicaciones y modelos empleando las pruebas; Coordinar los modelos teóricos con la información; Evaluar las explicaciones alcanzadas, con algún modelo científico; Comunicar hechos y procedimientos científicos en la clase);
7. Compartir con otros mediante argumentación lo que ha sido aprendido a través de indagación.

Garriz (2010) Presenta también las habilidades que debe poseer el individuo para realizar una indagación científica, tal como se presenta en la tabla 1.

Tabla 1. *Habilidades requeridas para realizar una Indagación científica.*

<i>Capacidades necesarias para realizar la indagación científica</i>	<i>Entendimientos acerca de la indagación científica</i>
Identificar preguntas que puedan ser respondidas a través de la investigación científica	Diferentes tipos de preguntas sugieren diferentes clases de investigaciones científicas.
Diseñar y conducir una investigación científica.	El conocimiento científico actual y el entendimiento guían las investigaciones científicas.
Usar herramientas apropiadas y técnicas para reunir, analizar e interpretar datos.	Las matemáticas son importantes en todos los aspectos de la indagación científica.

Desarrollar descripciones, explicaciones, predicciones y modelos al utilizar las pruebas.	La tecnología empleada para reunir los datos eleva la precisión y permite a los científicos analizar y cuantificar los resultados de la investigación.
Pensar crítica y lógicamente para establecer la relación entre las pruebas y la explicación	Las explicaciones científicas hacen énfasis en las pruebas, poseen argumentos lógicamente consistentes y utilizan principios científicos, modelos y teorías.
Reconocer y analizar explicaciones alternas y predicciones.	La ciencia avanza debido al escepticismo legítimo.
Comunicar procedimientos científicos y explicaciones.	Las investigaciones científicas en ocasiones resultan en nuevas ideas y fenómenos dignos de estudio, generan nuevos métodos o procedimientos para investigar.
Usar matemáticas en todos los aspectos de la indagación científica.	

Fuente. (Garritz, 2010)

De este manera, Garritz (2012) menciona tres categorías sobre las diferentes actividades de la indagación: En primer lugar, lo que hacen los científicos (hacer investigación mediante la metodología científica); En segundo lugar, cómo aprenden los estudiantes (preguntándose activamente y empleando el razonamiento y la acción para comprender un fenómeno o problema, a menudo como reflejo de los procesos empleados por los científicos); Y por tercer y último lugar, el enfoque pedagógico que emplean los profesores (con el diseño y el uso del currículo que promueve la investigación en la clase o el laboratorio).

4.2. Pensamiento crítico

En cuanto al pensamiento crítico, se define como el proceso de analizar y evaluar el pensamiento con el propósito de mejorarlo. El pensamiento crítico presupone el conocimiento de las estructuras más básicas del pensamiento (los elementos del pensamiento) y los estándares intelectuales más básicos del pensamiento (estándares intelectuales universales). La clave para desencadenar el lado creativo del pensamiento crítico (la verdadera mejora del

pensamiento) está en reestructurar el pensamiento como resultado de analizarlo y evaluarlo de manera efectiva, (Richard & Elder, 2005).

De este modo, “la conexión entre el aprendizaje y el pensamiento crítico es la siguiente: La única capacidad que podemos usar para aprender, es el pensamiento humano. Si pensamos bien mientras aprendemos, aprendemos bien. Si pensamos mal mientras aprendemos, aprendemos mal. Aprender lo esencial de un contenido, digamos de una disciplina académica, equivale a pensar hacia el interior de la misma disciplina. Si queremos desarrollar rúbricas para el aprendizaje en general, éstas deberán expresarse en términos del pensamiento que uno debe desarrollar para tener éxito en el aprendizaje”. (Richard & Elder, 2005, p. 10).

Según, López (2012) un pensador crítico ideal se debe caracterizar además de sus habilidades cognitivas, por su disposición y la manera en que se enfrenta a los retos de la vida. También menciona la importancia de la indagación para promover el pensamiento a partir del desarrollo de nuevas ideas y de las preguntas que impliquen un pensamiento complejo, donde su respuesta deje un espacio para reflexionar; Como lo son las preguntas abiertas ya que permiten una construcción personal de la información lo cual puede generar mayor discusión y cuestionamientos.

López (2012) Menciona también, que las preguntas que no requieren una respuesta precisa o definitiva pueden servir para comenzar una sesión e invitar de esta manera a la reflexión. Las preguntas abiertas o divergentes promocionan el pensamiento libre e invitan a generar múltiples respuestas o posibilidades. Pueden estimular la exploración de conceptos e ideas para facilitar los procesos de pensamiento creativo y crítico, lo cual es un desafío para el pensamiento de los estudiantes.

En este sentido, las buenas preguntas ayudan a mejorar y ampliar el aprendizaje por lo que es conveniente conocer qué tipo de preguntas son las adecuadas para cada tipo de ambiente de aprendizaje, de tal manera que permitan a los estudiantes relacionar sus conocimientos previos y experiencias,

formular sus propias preguntas, e incluirlo en la planificación de su propio aprendizaje.

4.3. Colorantes Sintéticos

Según Ministerio de Salud y Protección Social, (1985), en la resolución 10593, se entiende la sustancia colorante no encontrada en productos naturales y obtenida por síntesis orgánica; uno de los colorantes sintéticos más utilizados por la industria alimenticia es la tartrazina, perteniente a la familia de los colorantes azoicos, dicho colorante le confiere a los alimentos y bebidas un tinte amarillo, adicionalmente se emplea para obtener colores verdes al mezclarlo con colorantes azules (Arroyave, Garcés, Arango, & Agudelo, 2008, pag. 21).

4.4. Colorantes Naturales

En contexto, la temática de colorantes es la que permitió fortalecer las habilidades de pensamiento crítico, mediante el modelo de indagación científica, ya que en la actualidad es un tema controversial debido al uso excesivo de colorantes sintéticos. Por lo que, según la resolución 10593 de Julio 16 de 1985, del Ministerio de Salud de Colombia (hoy Ministerio de la Protección Social), se entiende por colorante aquella “sustancia o mezcla de sustancias capaz de conferir o intensificar el color de los alimentos” Ministerio de Salud (1985).

Se pretende trabajar con colorantes naturales, ya que son pigmentos que se adquieren a partir de materia orgánica para la utilización en diferentes fines como se referencia a continuación. Se obtienen de fuentes minerales, vegetales. Estos se usan principalmente para fines artísticos, como adornos simbólicos entre los aborígenes, como colorantes para alimentos, drogas y cosméticos y para otros efectos psicológicos, (Gennaro, 2003).

Con el tiempo se ha ido fabricando colorantes sintéticos y artificiales, ya que son económicos y mucho más fácil de obtener, sin embargo, existen implicaciones nocivas en la salud de los consumidores. Por esta razón, se

quiere trabajar la aplicación de colorantes naturales en alimentos, ya que algunos colorantes sintéticos se están prohibiendo debido a su toxicidad, como lo menciona Olga Lock en su libro.

“Son frecuentes las denuncias por el uso de colorantes no adecuados en estos productos de uso humano, como por ejemplo la presencia de colorantes sintéticos nocivos como Rhodamina β y naranja permanente en lápices de labios, o de otros colorantes no permitidos en caramelos, refrescos y gelatinas. Debemos aclarar que mientras unos colorantes no se permiten en unos países otros si lo permiten; por ejemplo, el rojo allura (rojo N°40) y el azul brillante (Azul N°1) no son permitidos en la unidad europea pero sí lo son en EUA (por la Administración de alimentos, medicamentos y cosmética, AMC), mientras que en los colorantes carmoisina (E 122) y el ponceau 4R (E 124), sucede lo contrario.” (Lock, Colorantes Naturales, 1997, p. 2).

Los colorantes naturales al ser extraídos de materia orgánica suelen ser utilizado para diferentes fines, se escoge para el trabajo de investigación los β -carotenos por su poder de pigmentación, para su posterior análisis en el producto lácteo.

4.5. β - Carotenos

En este sentido, los β -carotenos pertenecen al grupo de los carotenoides que son los encargados de darle color a la materia orgánica. Estos pigmentos son los encargados del color amarillo y naranja en las frutas y vegetales. Químicamente se clasifican como terpenoides. Los carotenoides se encuentran en todos los tejidos de las plantas fotosintéticas haciendo parte de los cromoplastos. Los carotenoides se dividen en dos grupos principales, los carotenos, los cuales son estrictamente hidrocarbonados, y las xantofilas, las cuales contienen oxígeno. Entre los carotenos más importantes de las sustancias alimenticias se encuentra los β - carotenos con su estructura. (Ocampo , Rios , Betancur , & Ocampo, 2008).

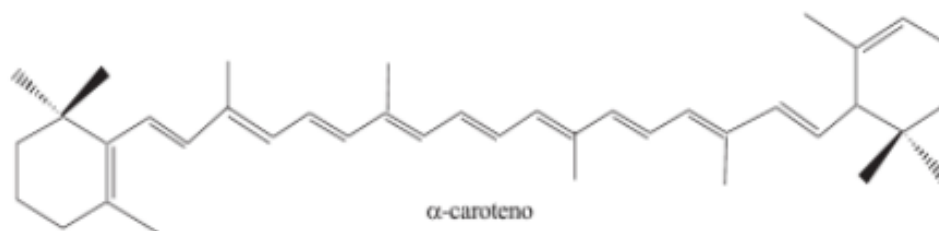


Figura 1. Tomada del libro *Curso Práctico De Química Orgánica Enfocado a Biología y alimentos*. (Ocampo , Rios , Betancur , & Ocampo , 2008)

Como se menciona anteriormente los carotenos son los encargados de la pigmentación de las frutas y verduras, por esta razón, se selecciona los β -carotenos, para hacer la extracción de este en una hortaliza, como lo es la zanahoria, que se caracteriza por ser rica en carotenos y su color naranja llamativo. Por otro lado, se escoge la cáscara del mangostán, por ser desechada una gran cantidad de ésta y por su intenso color morado.

4.6. Zanahoria

La zanahoria es una hortaliza, al ser la raíz la que se consume la hace muy característica, ésta se cultiva en climas templados y es muy apetecida. La zanahoria pertenece a la familia *Umbelliferae* y su nombre científico es *Daucus carota*. Es de origen asiático, y su cultivo data desde tiempos antiguos. Algunas de las 60 especies del género *Daucus* son nativas de Norteamérica. La zanahoria es bienal; la raíz se forma en el primer año y normalmente las flores y semillas en el segundo año, (Casseres, 1980).

Se escoge esta hortaliza porque estudios demuestran que es una verdura rica en nutrientes y con gran cantidad de carotenos. La zanahoria es el prototipo de planta con presencia de carotenoides, en esta predomina, los β -carotenos y pequeñas proporciones de α -caroteno. El contenido total de carotenos en la zanahoria es de 60 a 120 $\mu\text{g/g}$ de peso fresco, aunque en algunas variedades están disponibles con más de 300 $\mu\text{g/g}$. Ocampo , Rios , Betancur , & Ocampo (2008). Al hacer la extracción de esta, permitirá obtener el colorante necesario

para la aplicación en el alimento que se va a evaluar con pruebas sensoriales y también hacer una comparación con una fruta de la cual no hay muchos estudios con respecto a la extracción de β -carotenos de este la cual se trata del mangostán.

Tabla 2. Composición nutricional de la zanahoria, valor por 100 gr de la parte comestible.

	Por 100 g de porción comestible	Por unidad mediana (80 g)	Recomendaciones día-hombres	Recomendaciones día-mujeres
Energía (Kcal)	40	27	3.000	2.300
Proteínas (g)	0,9	0,6	54	41
Lípidos totales (g)	0,2	0,1	100-117	77-89
AG saturados (g)	0,037	0,02	23-27	18-20
AG monoinsaturados (g)	0,014	0,01	67	51
AG poliinsaturados (g)	0,117	0,08	17	13
ω -3 (g)*	—	—	3,3-6,6	2,6-5,1
C18:2 Linoleico (ω -6) (g)	—	—	10	8
Colesterol (mg/1000 kcal)	0	0	<300	<230
Hidratos de carbono (g)	7,3	4,8	375-413	288-316
Fibra (g)	2,9	1,9	>35	>25
Agua (g)	88,7	58,9	2.500	2.000
Calcio (mg)	41	27,2	1.000	1.000
Hierro (mg)	0,7	0,5	10	18
Yodo (μ g)	9	6,0	140	110
Magnesio (mg)	13	8,6	350	330
Zinc (mg)	0,3	0,2	15	15
Sodio (mg)	77	51,1	<2.000	<2.000
Potasio (mg)	255	169	3.500	3.500
Fósforo (mg)	37	24,6	700	700
Selenio (μ g)	1	0,7	70	55
Tiamina (mg)	0,05	0,03	1,2	0,9
Riboflavina (mg)	0,04	0,03	1,8	1,4
Equivalentes niacina (mg)	0,6	0,4	20	15
Vitamina B ₆ (mg)	0,15	0,10	1,8	1,6
Folatos (μ g)	10	6,6	400	400
Vitamina B ₁₂ (μ g)	0	0	2	2
Vitamina C (mg)	6	4,0	60	60
Vitamina A: Eq. Retinol (μ g)	1.346	894	1.000	800
Vitamina D (μ g)	0	0	15	15
Vitamina E (mg)	0,5	0,3	12	12

Fuente. Moreiras y col, (2013).

4.7. Mangostán

El mangostán es una fruta exótica difícil de conseguir para el consumo humano, es muy atractiva por su color morado intenso en la cáscara. Pertenece a la familia de *Gutiferáceas*, es de origen del sureste asiático, donde su cultivo es muy extendido, siendo de las frutas más, parecidas, el mangostán necesita de un clima cálido y húmedo para su cultivo, el rango óptimo de temperatura para el crecimiento del mangostán oscila entre los 25-35°C, no tolera temperaturas inferiores a los 4°C ni superiores a los 38°C, la humedad

relativa óptima al 80%. La cáscara tiene propiedades medicinales contra la diarrea y la disentería, contienen taninos un colorante utilizado en el comercio, (Geilfus,1994).

El mangostán contiene sustancias biológicamente activas presentes en el metabolismo primarios como lípidos, proteínas, carbohidratos, vitaminas y minerales. Y en el metabolismo secundario contiene catequinas, ácido poli fenólico, taninos, estilbenos y gran cantidad las xantonas, es una clase de no flavonoide de las cuales 49 xantonas se encuentran en el fruto del mangostán. (Sierra Rizo, 2015)

El mangostán tiene propiedades antibacterianas, basadas en la interacción con la pared celular de las bacterias, desnaturalizando y coagulando las proteínas que forman la estructura de la pared celular, con ello modifican la permeabilidad de la membrana citoplasmática para cationes como sodio o potasio. La modificación del gradiente iónico impide a la célula llevar a cabo los procesos esenciales para su supervivencia y la liberación de componentes celulares, dando como resultado un desequilibrio hídrico que conlleva a la muerte celular. Según (Fernandez, 2012).

Tabla 3. Composición nutricional de fruto mangostán, valor por 100 gr de la parte comestible.

Compuesto	Cantidad
Carbohidratos	6-20g
Grasa	0.1-1 g
Proteína	0.6 g
Calcio	7-11 mg
Fósforo	4-17 mg
Potasio	19 mg
Hierro	0.2-1 mg
Vitamina A	14 IU
Vitamina B1	0.03 mg
Vitamina B2	0.03 mg
Niacina	0.3 mg
Vitamina C	4.2-66 mg

Fuente. Sierra Rizo (2015).

Las xantonas son un grupo activo de moléculas (C6 C1 C6) que poseen un anillo conjugado de seis carbonos con múltiples lazos de carbono doble, que hacen que la molécula sea muy estable y tengan una considerable actividad biológica antioxidante. Su origen químico puede ser cadenas simples oxigenadas o glicosidadas, a partir de algunos lignoides y/o misceláneos. Otras preniladas que se encuentran en la fruta entera, pero el pericarpio (cáscara y/o piel) de dicho fruto contiene la concentración más alta. (Morton, 1987; Bennet, 1989, como se citó en Sierra, 2015 p. 34)

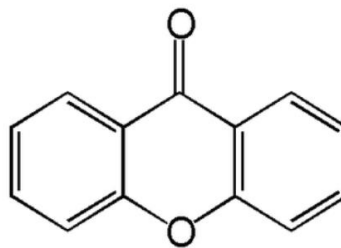


Figura 2. Tomada de Templeman (2008), como se citó en Sierra (2015). Estructura química de las xantonas $C_{13}H_8O_2$.

5. DESCRIPCIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

El pensamiento crítico es un conjunto de habilidades que se pueden fomentar en el aula de clase, para el desarrollo de destrezas desde la formulación de preguntas problema de la cotidianidad y su resolución, pero al ser habilidades que no se fortalecen fácilmente en los estudiantes, hace que presenten dificultades al momento de dar explicación a algún fenómeno, conllevando a no tener un pensamiento reflexivo ante cambios y mejoras que puedan ocurrir. Por esto, es de gran importancia desarrollar y fortalecer las habilidades de pensamiento crítico en los estudiantes, pues lleva al estudiante a poseer un buen dominio del tema. Como lo menciona la comisión Nacional para el desarrollo de la educación superior, estamento del Ministerio de Educación Nacional de Colombia, que expone a partir de los estudios realizados, la necesidad de proporcionar a los estudiantes estructuras de pensamiento crítico que llevan a desarrollar los conceptos y categorías fundamentales de la ciencia. MEN (1997)

Es por esto, que se pretende en el proyecto de investigación desarrollar y fortalecer las habilidades de pensamiento crítico en los docentes en formación, mediante el modelo de indagación científica, donde se busca promover el aprendizaje a partir de preguntas con orientación científica, para que el individuo pueda proponer respuestas y realizar una argumentación reflexiva sobre el conocimiento adquirido.

De este modo, se plantea una secuencia de actividades que aborda la extracción y uso de β -carotenos como colorante natural en alimentos, para evidenciar el impacto que tiene en el desarrollo de las habilidades de pensamiento crítico. Desde esta perspectiva, la pregunta de investigación que orienta este proyecto de investigación es:

¿En qué medida se fortalecen las habilidades de pensamiento crítico en un grupo de docentes en formación inicial, mediante una secuencia de actividades fundamentada en la indagación científica, que aborda situaciones relacionadas con la extracción y uso β -carotenos para alimentos?

6. OBJETIVOS

6.1. Objetivo General

Evaluar el nivel de desarrollo de habilidades de pensamiento crítico de la población de estudio, al implementar una secuencia de actividades sobre la extracción y aplicación de β -carotenos en yogurt, fundamentada en el modelo de indagación científica.

6.2. Objetivos Específicos

- Identificar las habilidades de pensamiento crítico que utilizan los estudiantes al resolver situaciones problema relacionadas con la química de los colorantes.
- Diseñar, aplicar y evaluar la secuencia de actividades relacionadas con la extracción, caracterización de β -carotenos y utilización en alimentos, para el fortalecimiento de habilidades de pensamiento crítico.
- Valorar en qué proporción subió el nivel de desarrollo de las habilidades del pensamiento crítico, logradas con la secuencia de actividades.

7. METODOLOGÍA

7.1. Características de la población

El trabajo de investigación se aplicó a estudiantes registrados en el énfasis disciplinar II “*Química de Alimentos y Productos Naturales*” del semestre 2018-I, del programa Licenciatura en Química de la Universidad Pedagógica Nacional, de la cual se analizan 13 estudiantes debido a que no todos asistieron a las actividades propuestas.

Se escogió esta población de estudio ya que, se encuentran en últimos semestres para optar por el título de Licenciado en química, lo que nos permite inferir que poseen habilidades de pensamiento crítico que se pueden fortalecer e intensificar con mayor disposición. Por otro lado, se escogió porque se encuentran cursando un énfasis en química de alimentos y, al ser un trabajo orientado hacia el uso de colorantes sintéticos y extracción de colorantes naturales para alimentos, genera una participación por parte de la población de estudio y complementa las temáticas que establecidas por el curso.

7.2. Tipo de investigación

El trabajo que se llevará a cabo se desarrollará bajo un enfoque de investigación mixta, la parte cualitativa, la cual incluirá la recolección de información del grupo de docentes en formación, a partir de la observación de las habilidades de pensamiento crítico que emplean cuando resuelven situaciones problema y cómo estas progresan con el desarrollo de la secuencia de actividades, que aborda la extracción y uso de β -carotenos para alimentos.

Para esto, se emplea el modelo de Indagación científica, que propone actividades que favorecen el pensamiento crítico, como lo son, plantear situaciones problema, analizar e identificar aspectos relevantes, recolectar información bibliográfica para formular explicaciones del problema y compartir lo que se ha aprendido por indagación a través de una argumentación clara. Es por esto, que se pretende identificar las habilidades de pensamiento crítico que

ya poseen los estudiantes, para categorizarlos en una escala adaptada del Test de Halpern (1998).

La parte cuantitativa, se encuentra ligada a una escala valorativa, adaptada del trabajo de investigación de Beltrán y Torres (2009) y Fedorov (2008) y la OEAE “*Oficina de Evaluación del Aprendizaje Estudiantil*”, las cuales estarán relacionadas con las respuestas de la secuencia de actividades sobre extracción y uso de β -carotenos para alimentos.

La metodología estará enfocada en el modelo de indagación científica, la cual se llevará a cabo en cuatro fases:

- Fase 1: Revisión bibliográfica y construcción de la propuesta.

Se realizó una recolección de información sobre el modelo de Indagación científica, la caracterización de habilidades de pensamiento crítico y cómo evaluarlas, extracción de colorantes naturales y su uso en productos alimenticios, para dar soporte a la propuesta de trabajo.

- Fase 2: Diseño y aplicación de secuencia de actividades.

El diseño de la secuencia de actividades comenzó a partir de la revisión bibliográfica, ya que se tomaron algunas propuestas y consideraciones de algunos autores para realizar las actividades. Con el fin, de fortalecer habilidades de pensamiento crítico en la población de estudio, haciendo énfasis en cinco habilidades (tabla 4).

Tabla 4. Habilidades de pensamiento crítico.

Habilidad	Característica
Razonamiento Verbal	Es la capacidad mental que permite interpretar información, estableciendo principios de clasificación, relación y significados de forma lógica y coherente
Análisis de Argumento	El razonamiento verbal y el análisis del argumento son habilidades que identifican la calidad de las ideas escritas, puntos de vista, conclusiones y las posibles analogías que se desatan dentro del lenguaje cotidiano.
Comprobación de hipótesis	Son ideas provisionales que representan posibles soluciones o razones explicativas de un hecho, situación o problema.

Probabilidad e incertidumbre	Determinan cuantitativamente la posibilidad de que ocurra un determinado suceso, además de analizar y valorar distintas alternativas necesarias para la toma de decisiones en una situación dada, de acuerdo con las ventajas e inconvenientes que éstas presenten.
Solución de Problemas	Por medio del reconocimiento y el racionamiento de situaciones problema, la selección, definición y formulación de soluciones a las situaciones presentadas, expresa un indicativo de un pensamiento crítico fundamentado por un análisis profundo.

Fuente. Tomado de (Beltrán & Torres, 2009) (Platín, 2013) (Solbes & Torres, 2012)

Se escogieron éstas cinco habilidades porque la secuencia de actividades está basada en el modelo indagación científica, el cual se desarrolla a partir de la solución de situaciones problema en las que el estudiante debe llegar a ellas por medio de la comprobación de hipótesis, análisis de postulados, razonando explicaciones y argumentando su respuesta.

- Fase 3: Recolección y análisis de datos.

A partir de la implementación de la adaptación del test de Halpern y la secuencia de actividades, se categorizaron las habilidades de pensamiento crítico que poseen los estudiantes antes y después de aplicar las actividades en una escala valorativa adaptada del trabajo de investigación de Beltrán y Torres (2009) y Fedorov (2008), el cual permitió hacer la recolección de la información para la elaboración del análisis y la evaluación de la secuencia de actividades.

Desde esta perspectiva, se presenta la tabla 5, la cual contiene la secuencia de actividades implementada en la población de estudio.

Tabla 5. Actividades secuencia de actividades.

Actividad/ anexo	Nombre	Descripción
Actividad N°1 Anexo 1	Test de entrada/ pensamiento crítico	En primer lugar, se tomó el Test de Zaldívar (2010) que fue adaptado del test de Halpern, para identificar el nivel de pensamiento crítico que poseen los estudiantes.

Actividad N°2 Anexo 2	Contextualización sobre el tema de colorantes.	Se les proporcionó a los estudiantes artículos científicos, relacionados con el tema de extracción y viabilidad de sustitución de colorantes sintéticos por naturales. Con el propósito de realizar una contextualización del tema y generar controversia a partir de preguntas problema.
Actividad N°3 Anexo 3	Actividad de laboratorio (pre informe).	Se planteó dos preguntas orientadoras, para que los estudiantes antes de la práctica de laboratorio propusieran hipótesis y los objetivos.
Anexo 3.1.	Laboratorio Análisis de la leche	Se realizó pruebas de calidad a la leche, para identificar las características fisicoquímicas que éste debe tener para el consumo humano, con objeto de preparar un derivado lácteo (Yogurt).
Anexo 3.2.	Laboratorio preparación del yogurt	Posterior al análisis de la leche se preparó el yogurt, con el objetivo de aplicar el extracto natural como aditivo para proporcionarle color.
Actividad N°4 Anexo 4	Laboratorio extracción por percolación y caracterización IR	Los estudiantes tuvieron la posibilidad de escoger la materia orgánica para hacer la extracción del colorante natural, por el método de percolación. El cual se caracterizó por medio de espectroscopía IR.
Anexo 4.1.	Laboratorio Extracción por decantación, separación cromatografía y curva de calibración UV Visible	La extracción por decantación se realizó para facilitar la separación de carotenos del solvente, por medio de cromatografía en columna, al que posteriormente se le realizó el análisis por UV visible, determinando la cantidad de β -caroteno que posee cada extracto natural.
Actividad N°5 Anexo 5	Aplicación del extracto y análisis sensorial	El extracto natural obtenido del método de percolación se separó del solvente por medio del rota vapor. El colorante obtenido se aplicó en el yogurt preparado en laboratorios anteriores y se realizó un test sensorial, para que determinaran si es viable ese extracto como colorante natural.

Actividad N°6 Anexo 6	Actividad informe, con el modelo v heurística.	Se presentó un instrumento con el modelo de v heurística, para que los estudiantes argumentaran y analizaran los resultados obtenidos en las prácticas experimentales.
Actividad N°7 anexo 1	Test final pensamiento critico	Se volvió a aplicar el test de pensamiento crítico, adaptado por Pablo Zaldívar (2010) del test de Halpern para evidenciar si el nivel de pensamiento crítico se fortaleció e intensificó.

- Fase 4: Evaluación de la propuesta.

Una vez analizada la información recolectada se revisó la viabilidad que tuvo la secuencia de actividades en los estudiantes a partir de una valoración cualitativa, el cual evaluó los conocimientos construidos y los que se consolidaron a lo largo del trabajo de investigación.

8. ANÁLISIS DE RESULTADOS

8.1. Test de entrada de pensamiento crítico.

Para la evaluación del instrumento, se tomó una escala valorativa (tabla 6) “Una escala adoptada de los planteamientos de Beltrán y Torres (2009) y Fedorov (2008) que definen la descripción de la escala numérica con relación con la habilidad de comprobación de hipótesis, habilidad de razonamiento verbal, habilidad de análisis argumentos, habilidad de probabilidad y de incertidumbre y la habilidad de tomas de decisiones y solución de problemas.” Cardozo & Solorzano (2014).

Tabla 6. Escala valorativa.

Puntuación	Opción	Descripción
1	Nunca	Poca disposición a una capacidad intelectual de una persona para generar una opinión propia crítica y oportuna.
2	Casi nunca	No suele tener predisposición, capacidad o ambición intelectual una persona para generar una opinión propia crítica y oportuna.
3	Pocas veces	No siempre dispone una capacidad intelectual de una persona para generar una opinión propia crítica y oportuna.
4	Bastantes veces	La persona suele disponer de una capacidad intelectual para generar una opinión propia crítica y oportuna.
5	Casi siempre	Frecuentemente dispone de una capacidad intelectual para generar una opinión propia crítica y oportuna.
6	Siempre	Posee una habilidad de disponer una capacidad intelectual para generar una opinión propia crítica y oportuna.

Fuente. Adaptación de Beltrán y Torres (2009) y Fedorov (2008).

El nivel de pensamiento crítico del grupo de trabajo se determina a través de la sumatoria del puntaje de la tabla 6, que posteriormente se contrasta con la tabla 7 tomada del trabajo de investigación de Cardozo & Solorzano (2014) que describe las habilidades de pensamiento crítico y el nivel al que corresponde cada puntuación.

Tabla 7. Nivel de pensamiento crítico.

Pensamiento crítico	Puntuación	Nivel
La disposición, tendencia o ambición intelectual de una persona para generar: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Una opinión razonable, propia y crítica. ✓ Una interpretación de la información para establecer principios de clasificación-relación. ✓ Una identificación y valoración de las razones e ideas, para aprender a “negociarlas” inteligentemente (establecer analogías dentro del lenguaje cotidiano). ✓ Posibilidad de analizar el desarrollo de un determinado proceso e igualmente analizar las alternativas para la toma de decisiones. ✓ Valor del respeto por la libre opinión ajena crítica e inteligente. ✓ Comunicación clara y argumentada; considerando la argumentación como un constituyente del pensamiento crítico para la comunicación eficaz y la generación de una discusión crítica. 	1 a 20	No se da
	21 a 40	Muy bajo
	41 a 60	Bajo
	61 a 80	Bueno
	81 a 100	Muy Bueno
	101 a 120	Excelente

Fuente. Tomado de Cardozo y Solórzano (2014).

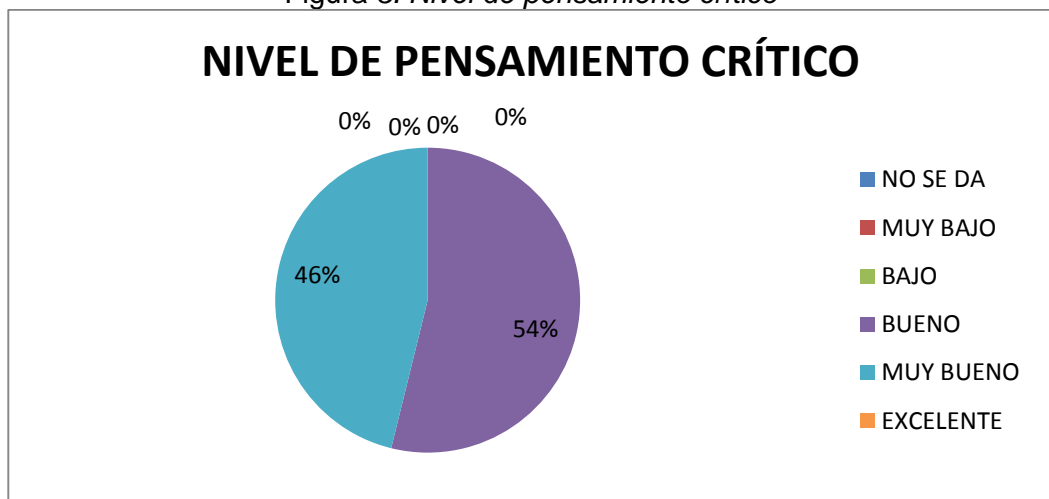
A continuación, se presentan los resultados obtenidos de la implementación del test de pensamiento crítico (anexo 1) de Zaldívar (2010).

Tabla 8. Resultado del test de Zaldívar (2010).

Pregunta/estudiante	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	3	4	5	3	5	3	5	5	5	4	6	5	6
2	5	5	5	4	6	5	5	6	6	4	6	6	6
3	3	3	0	3	1	4	5	5	6	4	6	6	4
4	4	4	6	5	0	5	5	6	6	4	5	4	5
5	6	4	1	3	6	3	5	5	5	6	6	6	6
6	5	3	5	5	6	3	5	6	6	5	5	4	6

7	2	4	2	4	5	3	3	5	6	4	1	5	2
8	2	4	5	3	2	2	3	1	5	4	3	1	3
9	3	3	3	4	2	4	5	1	3	6	1	2	2
10	3	2	1	3	2	2	2	5	3	4	2	6	6
11	5	5	4	3	6	1	3	4	3	4	4	2	6
12	3	3	1	3	2	2	3	4	1	4	1	1	5
13	4	4	5	0	6	3	5	6	6	5	5	4	6
14	5	5	1	2	6	1	4	1	2	4	4	4	6
15	5	4	5	5	2	5	5	6	6	4	6	5	6
16	5	5	5	3	1	6	3	4	4	5	3	4	5
17	5	3	5	4	6	3	6	6	6	4	5	5	6
18	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	6	2	1
19	3	4	6	4	2	3	2	3	5	3	3	5	3
20	3	3	5	3	5	5	5	6	5	4	6	5	6
TOTAL	75	73	71	65	72	64	80	86	90	83	84	82	96
NIVEL DE PENSAMIENTO	BUENO						MUY BUENO						

Figura 3. Nivel de pensamiento crítico



Según los resultados obtenidos del test de pensamiento crítico, la población objeto de estudio se encuentra en un rango entre bueno con un 54% y muy bueno con un 46% como lo muestra la figura 3, lo que indica que cada

individuo interpreta y razona todas las situaciones presentadas relacionándolas con su cotidianidad, a partir de un reconocimiento de hechos generando una posición crítica. Por otro lado, los otros niveles no se encuentran (no se da, muy bajo, bajo, excelente).

Es importante que la población de estudio posea estas habilidades ya que su desarrollo permite tener profesionales capaces de “evaluar la credibilidad de las fuentes, reconocer las conclusiones, razones y suposiciones, valorar la calidad de un argumento, elaborar un punto de vista propio sobre un tema, la formulación de proposiciones claras y pertinentes, manifestar una mente abierta, estar bien informado y formular conclusiones” (Velásquez & Figueroa, 2012, p.5 como se citó Betancourth Zambrano, 2015).

Algunos estudiantes manifestaron que la formulación de los ítems del test debería haber utilizado un lenguaje más coloquial, como lo menciona (Zaldívar, 2010), pues algunos términos pueden ser utilizados desde distintas perspectivas y puede distraer al individuo del objetivo principal.

Desde esta perspectiva, los resultados obtenidos indican que el grupo posee todas las características necesarias para fortalecer las habilidades de pensamiento crítico, desde el razonamiento verbal para interpretar y procesar información, el análisis del argumento para proporcionar buenas ideas, excelente expresión verbal y conclusiones, construcción de hipótesis para posibles soluciones o razones que expliquen los problemas planteados y, la probabilidad e incertidumbre para analizar y valorar alternativas ante decisiones.

Lo anterior llevó a que la realización de actividades sea más fluida, ya que los estudiantes se apropiaron del tema y obtuvieron buenos resultados.

8.2. Contextualización y posición sobre el tema de colorantes.

Luego de caracterizar el nivel de pensamiento crítico de la población de estudio, se adapta una escala valorativa cuantitativa fundamentada en el modelo de Indagación científica, tomada de la OEAE “*Oficina de Evaluación del*

Aprendizaje Estudiantil” la cual permitirá medir el nivel de pensamiento crítico que posea el estudiante en cada actividad.

Tabla 9. Escalas valorativas cuantitativas para medir el nivel pensamiento crítico fundamentado en el modelo de Indagación científica para cada actividad propuesta.

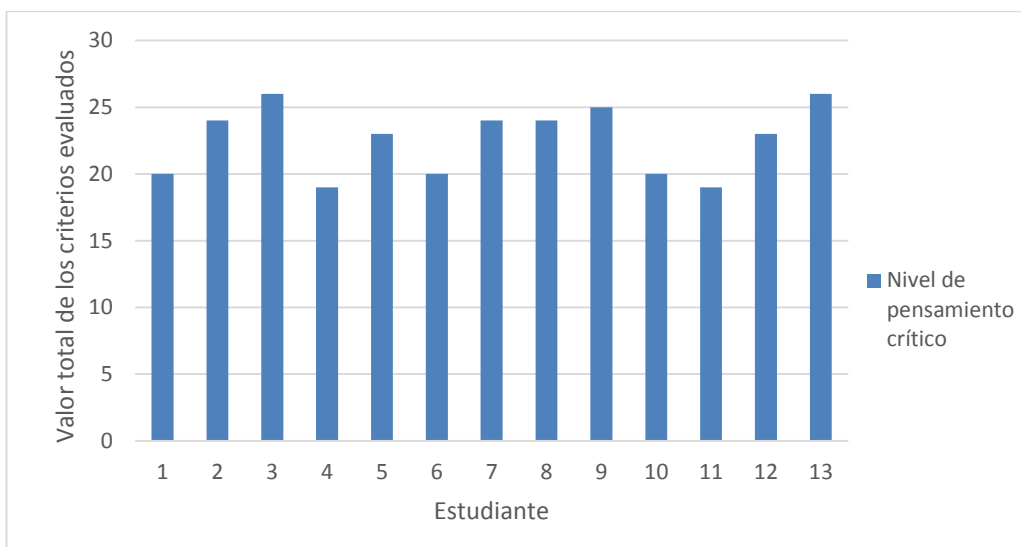
Criterios	Excelente 6-5	Satisfactorio 4-3	En progreso 2-1
Identifica y argumenta la situación planteada	Identifica la situación planteada y argumenta su respuesta de manera clara, crítica, coherente y concisa.	Argumenta de manera clara y coherente a la situación planteada.	Argumenta de forma limitada sin enfatizar en lo que se pregunta.
Utiliza términos científicos para argumentar su respuesta	Explica claramente con términos científicos su respuesta.	Relaciona algunos términos científicos con su respuesta.	No utiliza términos científicos para dar su respuesta.
Interpreta el contenido	Ofrece interpretaciones precisas, exhaustivas y convincentes de la situación planteada.	Ofrece interpretaciones de los elementos fundamentales de la situación planteada.	Ofrece interpretaciones de algunos de los elementos fundamentales de la situación planteada.
Sintetiza favorablemente su respuesta	Expone de forma clara y precisa lo que se pregunta en el límite de renglones establecidos.	Expone de forma clara pero no es muy preciso con lo que se pregunta.	Expone su respuesta con pocos argumentos y no responde a lo que se pregunta.
Evalúa la evidencia presentada	Identifica y evalúa rigurosamente la evidencia ofrecida fortaleciendo sus argumentos.	Identifica la evidencia importante y la evalúa rigurosamente sin aplicar en sus argumentos.	Identifica los datos en formación, pero no la evalúa rigurosamente.

Tabla 10. Resultado del instrumento aplicado para la contextualización de la temática.

CRITERIOS/ ESTUDIANTE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Identifica y argumenta la situación planteada	4	5	5	4	4	4	5	5	5	4	5	5	5
utiliza términos científicos para argumentar su respuesta	3	4	6	2	6	3	6	4	4	3	4	4	5
interpreta el contenido	4	5	5	4	4	4	4	6	6	4	3	3	6
sintetiza favorablemente su respuesta	5	5	5	4	4	5	5	5	5	5	3	5	5
evalúa la evidencia presentada	4	5	5	5	5	4	4	4	5	4	4	6	5
TOTAL	20	24	26	19	23	20	24	24	25	20	19	23	26

Figura 4. Nivel de pensamiento crítico alcanzado en la actividad de contextualización.

Excelente	Satisfactorio	En progreso
30-21	20-11	10-1



En constancia, se muestran algunas posiciones que tienen los estudiantes sobre los colorantes con la actividad de contextualización del tema (anexo 2), las cuales se destacaron por su nivel argumentativo, pues se evidencia la utilización de términos científicos, interpretación del contenido, síntesis y evaluación de sus posiciones (Tabla 11).

Tabla 11. Respuestas de la actividad contextualización.

ACTIVIDAD CONTEXTUALIZACIÓN SOBRE EL TEMA DE COLORANTES	
Preguntas N°1 ¿Cuál es su opinión frente a la utilización de colorantes artificiales para generar una mayor producción, teniendo en cuenta que se podría superar la ingesta diaria admisible por el consumidor y sabiendo que las industrias alimenticias podrían utilizar colorantes naturales?	
Estudiante	Respuestas
9	<i>“Considero que es algo que depende de la ética y moralidad de la empresa para con el consumidor, si puede ofrecerse un producto con colorantes naturales a mayor precio, pero con mejor calidad, la empresa estaría protegiendo al consumidor.”</i>
4	<i>“Las industrias deberían reducir el uso de colorantes artificiales, especialmente de aquellos que se han considerado nocivos y peligrosos para la salud humana. Sin embargo, muy pocas industrias son conscientes del daño y riesgo que estos aditivos causan en el organismo, priorizando la economía de su industria.”</i>
Preguntas N°2 ¿Qué opina usted sobre la prohibición de colorantes artificiales como tartrazina, amarillo E-110 y azorrubina en algunos de países y que en Colombia no se aplique esta restricción?	
Estudiante	Respuestas
8	<i>“Estas restricciones se deben a que ha habido mayor investigación de los efectos secundarios del consumo de ciertos colorantes artificiales y por lo tanto mayor regulación en la normatividad para su empleo en productos alimenticios, en Colombia hay menor control a falta de investigaciones y posibles efectos negativos en la economía.”</i>
2	<i>“En los países donde se prohíbe los colorantes es porque diversos estudios han demostrado que los colorantes artificiales presentan efectos adversos en las personas. Por ende, en Colombia se debería estudiar la normatividad vigente y considerar su planteamiento.”</i>
7	<i>“Los países en donde aplica la prohibición es porque tienen conocimiento de los efectos dañinos causados por el grupo azoico presente en dicho colorante, en Colombia no se tiene dicha prohibición por falta de interés de la salud pública.”</i>

Preguntas N°3 ¿Cuál cree que es la razón por la cual algunos colorantes artificiales son tóxicos?	
Estudiante	Respuestas
3	<i>“algunos aditivos al mezclarse con otros generan compuestos tóxicos las cuales generan problemas de salud por ejemplo el uso del colorante E124 al combinarse con benzoato produce un compuesto (histidina), el cual intensifica los síntomas del asma.”</i>
3	<i>“son tóxicos porque son compuestos cuyas moléculas constituyentes, bien no son digeribles en el organismo y se acumulan, o cuando son degradadas y metabolizadas, generan sustancias dañinas al cuerpo, o alteran otros procesos digestivos.”</i>
7	<i>“Los colorantes artificiales son tóxicos debido a su estructura química, lo que hace que estos se queden alojados en el cuerpo y causen alteraciones en el organismo.”</i>

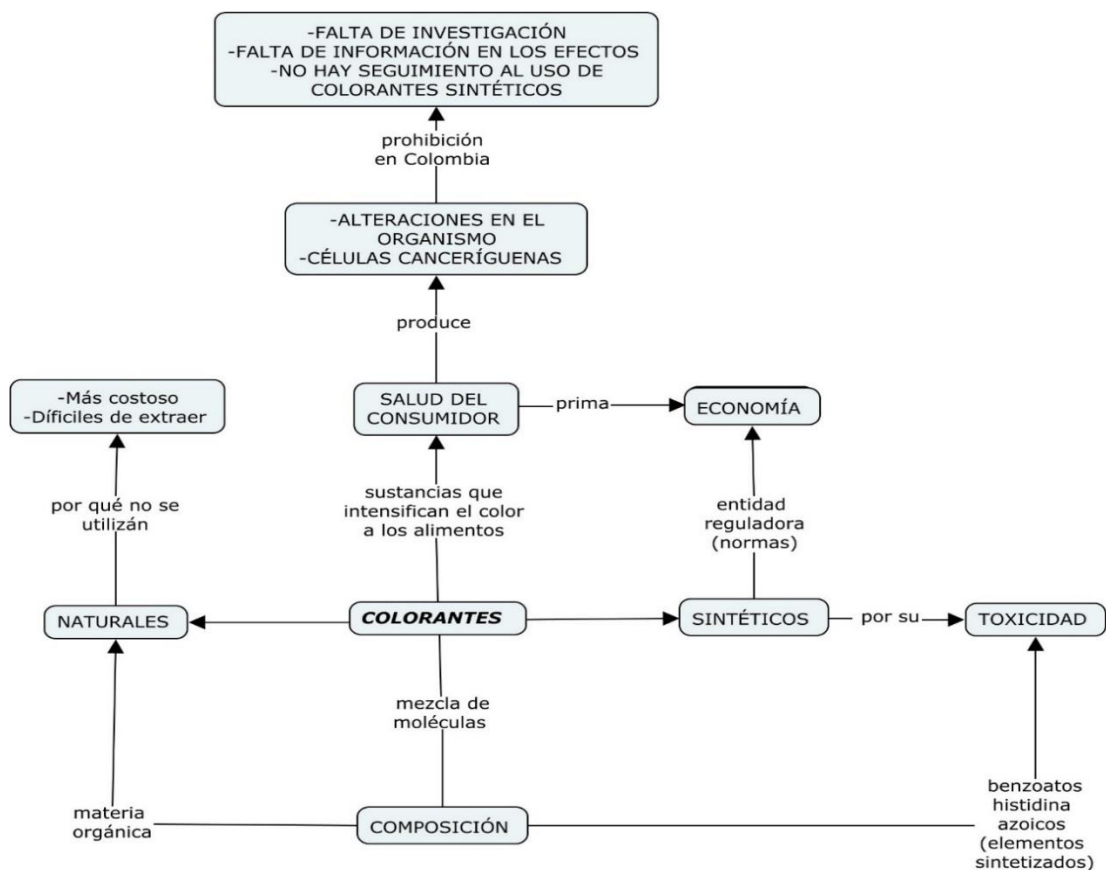
La actividad de contextualización, llevo a concluir que los estudiantes conocen sobre los tipos de colorantes y la problemática que éste abarca en torno a la salud pública, del cual se demuestra la postura crítica de la población de estudio con argumentos claros y concisos en sus respuestas. Esto evidencia que los conocimientos previos pueden permitir al individuo la toma de decisiones, al comprender la naturaleza de los problemas para dar soluciones, como lo menciona Pérez & Beltrán (1996). Por otro lado, la evaluación de la información y conocimientos previos fundamenta la toma de decisiones en distintos ámbitos del quehacer humano, teniendo en cuenta que las conductas y acciones se basan en lo que se cree y en lo que se decide hacer.

Esto permitió corroborar, que el grupo tiene las características necesarias para implementar la secuencia de actividades ya que, su postura crítica, su nivel de argumentación, la utilización de términos científicos y la interpretación del contenido es favorable y demuestra un buen dominio de ideas como lo indica López (2012) para todo pensador crítico. Así como también lo indica Merchán (2012), un pensador crítico no solo debe generar ideas sino revisarlas,

evaluarlas y repasar qué es lo que se entiende, mediante los otros tipos de pensamiento (verbal, matemático, lógico, etcétera).

De este modo, se evidencia que el pensamiento crítico de la población de estudio se puede fortalecer con mayor facilidad ya que, los sujetos revisan sus conocimientos previos, evalúan lo que saben y después lo dan a conocer de forma razonable, mediante la argumentación si están de acuerdo o no con la utilización de colorantes sintéticos.

Figura 5. Relación de conceptos de las respuestas de la población de estudio en la actividad de contextualización.



Esta actividad permite hacer un análisis cualitativo de los conceptos que mencionaron los estudiantes, evidenciando la correlación del tema de los colorantes con las respuestas, en cuanto a su utilización, composición, economía, las problemáticas en la salud y la prohibición de algunos sintéticos en Colombia, permitiendo realizar una conexión como se muestra en la figura 5, concluyendo que los resultados de esta actividad fueron óptimos ya que, se

encuentran entre los criterios con mayor puntuación, permitiendo fortalecer el pensamiento crítico en los estudiantes y las habilidades de razonamiento verbal, análisis de argumento y opiniones a posibles solución de problemas.

8.3. Resultados pre-informe e informe

Para evaluar el nivel de alcance de las actividades de pre informe e informe de laboratorio, se tomó nuevamente la escala valorativa cuantitativa fundamentada en el modelo de Indagación científica, tomada de la OEAE “*Oficina de Evaluación del Aprendizaje Estudiantil*” pero se adapta con el propósito de evaluar las habilidades de comprobación de hipótesis, probabilidad e incertidumbre, razonamiento verbal y solución de problemas. Como se muestra a continuación en la tabla 12.

Tabla 12. Escalas valorativas cuantitativas para medir el nivel pensamiento crítico fundamentado en el modelo de Indagación científica para cada actividad propuesta.

Criterios	Excelente 6-5	Satisfactorio 4-3	En progreso 2-1
Propone y argumenta hipótesis claras	Plantea explicaciones de las posibles soluciones de manera crítica, clara y concisa, con argumentos sólidos.	Plantea explicaciones de las posibles soluciones de manera clara.	Plantea ideas, pero no son muy claras para la solución de la pregunta planteada.
Interpreta el contenido para plantear los objetivos	Ofrece interpretaciones precisas, exhaustivas y convincentes de los elementos fundamentales.	Ofrece interpretaciones de los elementos fundamentales que forman parte de la experiencia.	Ofrece interpretaciones de algunos de los elementos fundamentales que forman parte de la experiencia.
Probabilidad e incertidumbre	Determina cuantitativamente la situación experimental dada y analiza las alternativas, para la toma de decisiones de acuerdo con las ventajas y desventajas que	Determina cuantitativamente la situación experimental dada y analiza los resultados obtenidos.	Determina cuantitativamente la situación experimental dada, pero sin llegar a un análisis conciso.

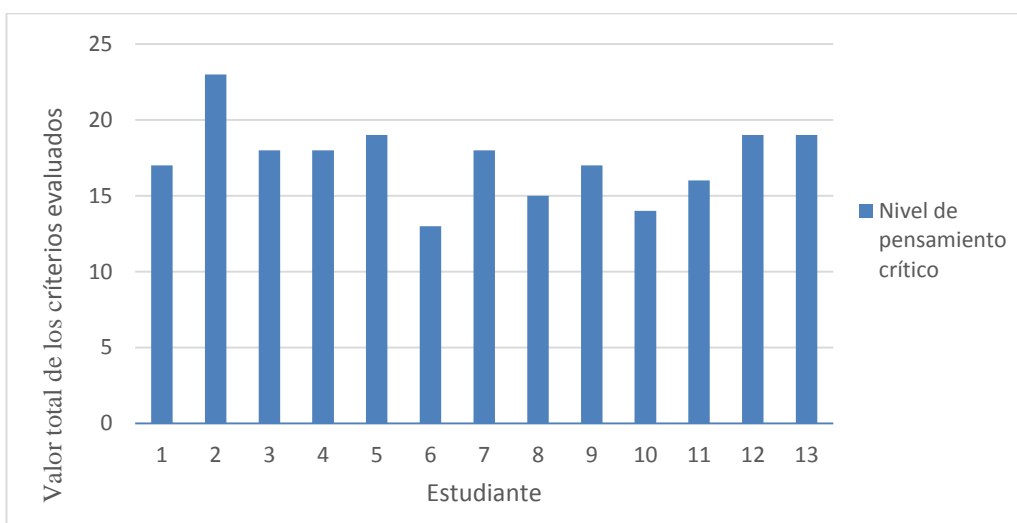
	éste presente.		
Análisis crítico	Evalúa y analiza detalladamente los resultados obtenidos y las teorías que los sustentan, presentando una relación lógica.	Evalúa y analiza los resultados obtenidos y las teorías que los sustentan, presentando una relación entre ellas.	Evalúa y analiza detalladamente los resultados obtenidos sin realizar una relación lógica.

Tabla 13. Resultado del instrumento aplicado pre y post laboratorio.

CRITERIO / ESTUDIANTE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Propone y argumenta hipótesis claras	4	5	4	4	4	3	4	3	5	4	4	5	4
Interpreta el contenido para plantear los objetivos	4	6	4	5	4	3	4	3	5	4	4	5	4
Probabilidad e incertidumbre	4	6	5	4	6	4	5	4	3	3	4	4	5
Análisis crítico	5	6	5	5	5	3	5	5	4	3	4	5	6
TOTAL	17	23	18	18	19	13	18	15	17	14	16	19	19

Figura 6. Nivel de pensamiento crítico alcanzado en la actividad de laboratorio.

Excelente	Satisfactorio	En progreso
24-17	16-9	8-1



A continuación, se presentan algunas de las respuestas del grupo al que se le implementó la secuencia de actividades (anexo 3, 4, 5 y 6), las cuales se destacaron por su nivel argumentativo, comprobación de hipótesis y probabilidad e incertidumbre. Ya que en las respuestas se evidenció una apropiación del tema y sustentan de forma clara y concisa sus posiciones con respecto a la problemática (Tabla 14 y 15).

Tabla 14. Respuestas de la actividad pre informe de laboratorio.

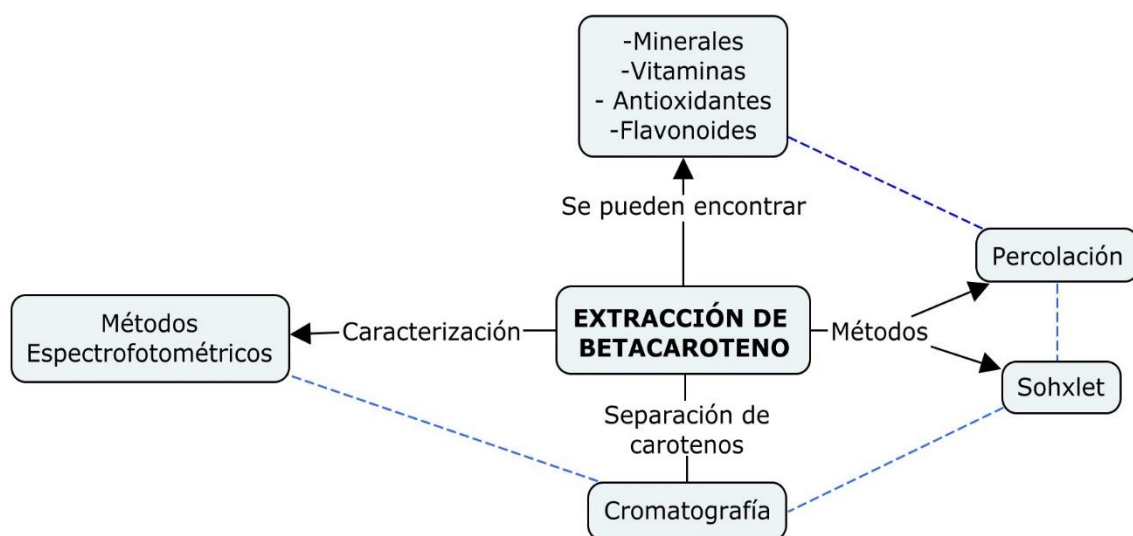
ACTIVIDAD PRE INFORME DE LABORATORIO	
Preguntas Orientadoras: ¿Qué otras sustancias consideran que pueda encontrar al momento de hacer la caracterización del extracto, que le pueda dar un mayor valor nutricional al alimento? ¿Considera que los métodos planteados para la extracción y aplicación de colorantes naturales para alimentos, es eficiente para las industrias alimenticias?	
Estudiante	Hipótesis
2	<i>“En la caracterización de una fruta además de identificar β-carotenos, se pueden encontrar sustancias como carbohidratos, fibra, vitaminas o antioxidantes. Por otro lado, considero que sí es eficiente la extracción de colorantes naturales, si lo que queda después de este procedimiento es aprovechable para las industrias.”</i>
3	<i>“Los β-carotenos son los responsables de la coloración amarillo-naranja de algunas frutas y vegetales, éste se puede extraer por medio de algunos solventes orgánicos y se puede separar e identificar por medio de métodos de cromatografía.”</i>
9	<i>“Después de la caracterización del extracto es posible encontrar en la muestra sustancias como: vitaminas, minerales, carbohidratos, etc. Considero que las industrias alimenticias usarían y aplicarían más colorantes naturales si las investigaciones y los procesos de los mismos fueran más efectivos en el tiempo de obtención del extracto.”</i>
13	<i>“Considero que las industrias utilizan cromatografía por capa fina y delgada puede presentar ineficiencias por la exposición de la muestra, lo cual genera dificultades para su posterior caracterización. En este orden de ideas, si se usa HPLC ayudaría a determinar mejor dichos pigmentos y contribuiría a su aplicación.”</i>

Tabla 15. Respuestas de la actividad de informe de laboratorio.

ACTIVIDAD UVE HEURÍSTICA PARA ANÁLISIS DE RESULTADOS	
Profesor Orientador: Plantee una pregunta de investigación, donde se relacione la problemática de uso de colorantes sintéticos y la utilización de colorantes naturales.	
Estudiante	Pregunta de investigación
3	<i>¿Qué propiedades aporta el uso de β-caroteno extraído de la feijoa, al agregarlo a el yogurt?</i>
4	<i>¿Puede un colorante natural extraído de la remolacha, sustituir un colorante artificial con igual o mejor rendimiento?</i>
8	<i>¿En qué medida es viable para las industrias la sustitución de colorantes sintéticos por naturales?</i>
Profesor Orientador: Describa la problemática que se genera a partir de su pregunta de investigación.	
Estudiante	Descripción del problema
5	<i>“Una de las principales causas e inconvenientes de los colorantes sintéticos, es que pueden causar problemas en la salud del consumidor, dado a que se consume muchos alimentos con colorantes sintéticos, llegando así a una concentración alta de compuestos o elementos cancerígenos.”</i>
8	<i>“En los últimos años se ha cuestionado el uso de colorantes sintéticos en productos alimenticios, ya que se han relacionado con enfermedades y desórdenes psicológicos, debido a sus posibles efectos tóxicos al momento de la ingesta. Desde esta perspectiva, se plantea la sustitución por colorantes naturales, debido a que sus propiedades fisicoquímicas son aptas para dicha sustitución.”</i>
12	<i>“Los carotenos pueden ser utilizados como colorante natural, sin embargo, se debe determinar si cuando se extrae del material orgánico es realmente los carotenos y que cumpla con la función de tinción. Además de identificar si el fruto o vegetal escogido aporta grandes o pocas cantidades de caroteno.”</i>
Profesor Orientador: Escriba las conclusiones que le generó la situación problema.	
Estudiante	Conclusiones
4	<i>“El análisis del colorante extraído, permite establecer que es viable como sustituto de colorante sintético, debido a sus características físicas y organolépticas. Además, el pH del yogurt indica que no altera sus propiedades fisicoquímicas.”</i>

8	“Es posible la extracción de β -carotenos en frutas para usarlo como colorante del yogurt, ya que otorga las características físicas esperadas para el producto (aroma, textura y color). Sin embargo, debe realizarse un análisis de su estabilidad en el producto para obtener el tiempo de duración y si es apto para el consumo humano.”
9	“Es importante resaltar que el colorante obtenido cumplió con su objetivo y sirvió como herramienta para caracterizar el yogurt, además de mostrar métodos y materiales interesantes para su obtención.”

Figura 7. Relación de conceptos de las respuestas de la población de estudio en la actividad de laboratorio.



Con respecto a los resultados obtenidos (tabla 13), se puede inferir que, con respecto a la actividad de contextualización, la mayoría de estudiantes respondió con más seguridad y mejor nivel de argumentación en la actividad de laboratorio (tabla 14 y 15); exponiendo en sus argumentos las diferentes metodologías para la extracción del betacaroteno y el cómo caracterizarlo (figura 7). Esto pudo ser debido a que antes de realizar la práctica, se propuso consultar los productos naturales que contengan un buen índice de carotenos, para hacer la extracción y aplicarlo en un producto lácteo (yogurt), a lo que el estudiante le pudo dar respuestas a través de la indagación, interpretación y análisis de la información encontrada y así, generar una postura crítica frente a lo que se realizó en el laboratorio.

Según Garritz (2012), los estudiantes generan un pensamiento crítico cuando evalúan sus explicaciones y la relacionan con distintos postulados, particularmente aquellas que muestren una clara comprensión científica.

Es por esto, que las actividades que incentiven al estudiante a preguntar, analizar, interpretar, argumentar y razonar, generan un pensamiento crítico y un aprendizaje significativo, que le va a permitir al individuo formarse como un profesional crítico y autónomo.

Por otro lado, se planteó una problemática con el uso de colorantes sintéticos en alimentos, ya que en la actualidad varios de los productos que se consumen contienen colorantes nocivos como la tartrazina y genera problemas de salud, que llegan incluso hasta enfermedades peligrosas, como lo es el cáncer, (anexo 2).

A partir de esta problemática, los estudiantes debían comprobar en el laboratorio si es viable sustituir el colorante sintético por natural y si es rentable para las industrias utilizar estos métodos. A lo que los estudiantes plantearon sus posturas como se observa en la tabla 14, en la que la mayoría concuerdan con la toxicidad de algunos colorantes sintéticos y las distintas alternativas que existen para reemplazar ese aditivo.

Al comprobar en el laboratorio el nivel de pigmentación que tienen los extractos naturales de materia orgánica, se fortaleció la habilidad de comprobación de hipótesis, ya que se pudo responder a la pregunta de investigación planteada en el desarrollo de las prácticas experimentales. Por otro lado, se fortaleció también la habilidad de análisis de argumento, pues al darse una respuesta la pregunta de investigación, tuvieron en cuenta la información recolectada durante el proceso y lo que se suministró en los artículos de contextualización, creando una postura y razonando críticamente el aprendizaje que se adquirió en el proceso.

8.3.1. Laboratorios

8.3.1.1. Análisis de la leche

Tabla 16. Estudio fotográfico del laboratorio análisis de la leche.

Pruebas análisis de la leche			
<p>pH</p> 	<p>Reductasa</p> 	<p>Acidez</p> 	<p>Peroxidasa</p> 
<p>Grasa método de Gerber</p> 	<p>Prueba de densidad</p> 	<p>Proteína sorenson walker</p> 	<p>Prueba de alcohol</p> 

Tabla 17. Resultados de las pruebas realizadas a la leche cruda.

Pruebas	Resultados leche cruda	Parámetros según decreto 2437
pH	6.58	6.5 < problemas microbiológicos 6.9 > Residuos desinfectantes
P. Reductasa	No hubo cambio de color en 1 hora y media	Menos 30min: MALA 30min a 1 hora: ACEPTABLE 1 a 2 horas: BUENA Más de 2 horas: EXCELENTE
Acidez	0.165%	0.14 a 0.19 %
Extracto seco	3.6%	Min 11.3%
Grasa	6.4%	Min 3%
Densidad	1.024g/cm ³	1.030 a 1.033 g/cm ³
Proteína	4.88%	-

Para hacer la preparación del derivado lácteo (yogurt) se propuso una práctica de laboratorio, (anexo 4.1.), del cual debían caracterizar la leche de acuerdo con las propiedades fisicoquímicas que plantea el decreto 2437 del Ministerio de Salud y Protección Social. De modo que, cada grupo de laboratorio debía verificar la calidad de la leche analizada mediante los análisis experimentales planteados en el anexo 4.1 y concluir si es apta para la preparación del yogurt.

En este sentido, se realizó análisis experimental a la leche cruda y se evidenció que las propiedades fisicoquímicas se encontraron dentro de los parámetros establecidos por el decreto 2437 como lo expone la (tabla 17), los únicos parámetros que no se cumplieron fueron en primer lugar, el de extracto seco, que se debe a sustancias en solución, suspensión y emulsión que hace que esto varíe y se incremente. En segundo lugar, presenta una baja densidad, lo que indica que puede ser por falta de componentes y minerales diluidos en el agua que constituye la leche.


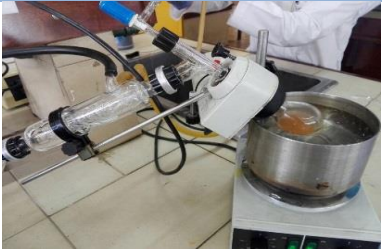

Sin embargo, se considera que es de buena calidad ya que, en la prueba de reductasa con azul de metileno no se presentó coloración azul en dos horas, lo que indica que no posee microorganismos peligrosos que presenten riesgos para salud. Por otro lado, posee una buena composición (grasa, proteína, vitaminas), lo que nos rectifica que es apta para el consumo humano.

En cuanto a la prueba de peroxidasa, se evidencia una coloración rojo-marrón característico de leches crudas, la peroxidasa es una enzima de oxidación indirecta, porque libera oxígeno de los peróxidos, como el agua oxigenada, pero se trata de oxígeno atómico que es aceptado por una sustancia presente en el medio, como un indicador.

Para la prueba de alcohol se midió su termoestabilidad, para determinar la correlación entre la cantidad de alcohol adicionado y su nivel de coagulación en la leche, del cual se obtuvo una leche un poco viscosa lo que indica que si se somete a tratamiento térmico puede estar lista para el consumo humano.

8.3.1.2. Extracción y caracterización

Tabla 18. Recolección fotográfica y análisis del laboratorio de extracción y caracterización.

Laboratorio	Evidencia fotográfica	Descripción
Extracción por percolación		<p>Es una extracción que se realiza con alcohol alimenticio y agua, para que llegue y atraviese la materia orgánica siempre en un solo sentido, alcanzando concentraciones crecientes de tal modo que el equilibrio entre el solvente y la materia orgánica nunca se alcanza, por lo que la materia orgánica bañada siempre por nuevas proporciones de alcohol acaba por ceder todos sus componentes solubles de manera progresiva. Éste solvente también permite la extracción de otros compuestos como antioxidantes, lo que indica que se puede utilizar para la industria alimenticia. (Anexo 4.3.)</p>
Rota vapor		<p>Permite evaporar el solvente para que sólo quede el extracto, del cual se aplicó una porción al yogurt y la otra porción se analizó por IR. (Anexo 4.3.)</p>
Extracto que se añade al yogurt		<p>El extracto obtenido después de pasarlo por el rota-vapor, se aplicó al yogurt y se le realizaron pruebas sensoriales (textura, olor, apariencia y color) para ver la viabilidad de este extracto como colorante natural.</p> <p><i>Nota: No se realizó pruebas de sabor ya que, los materiales donde se preparó el yogurt podían estar contaminados por sustancias o compuestos tóxicos.</i></p>

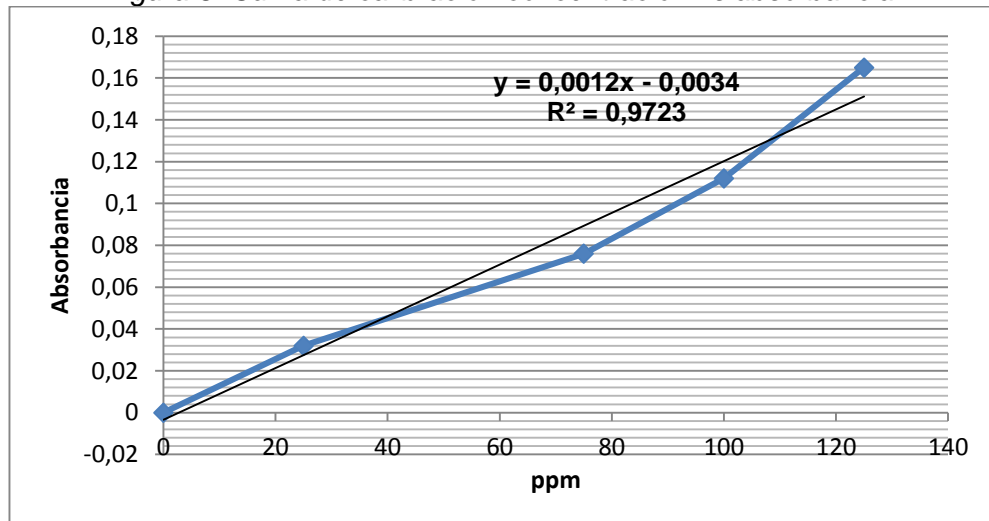
<p>Espectroscopía IR</p>		<p>El espectro IR de los extractos permitió identificar los compuestos y grupos funcionales que poseen. (Anexo 4.3.)</p>
<p>Extracción por decantación</p>		<p>La extracción por decantación se lleva a cabo entre los dos líquidos (agua destilada y la mezcla de éter de petróleo/acetona con el material orgánico), con el fin de separar y extraer los componentes de la mezcla, mediante la diferencia de solubilidad en dos disolventes diferentes. (Anexo 4.4.)</p>
<p>Separación por cromatografía en columna</p>		<p>La separación por cromatografía en columna, permitió la separación de carotenos de los demás compuestos presentes en el extracto, para posteriormente hacer caracterización por espectroscopía UV-Visible. (Anexo 4.5.)</p>
<p>Curva de calibración y caracterización por espectroscopía UV-Visible</p>		<p>La curva de calibración permitió comparar mediante la concentración conocida del betacaroteno, si lo que se obtuvo en la separación por cromatografía en columna contenía betacaroteno y así mismo, determinar la cantidad en mg/Kg. (Anexo 4.6.)</p>
<p>Determinación de polifenoles en Zanahoria por el ensayo de Folin-Ciocalteu</p>		<p>El ensayo Folin- Ciocalteu se utiliza como medida del contenido en compuestos fenólicos totales en productos vegetales. Los compuestos fenólicos reaccionan con el reactivo de Folin- Ciocalteu a pH básico, dando paso a una coloración amarilla y, azul cuando es reducido por los compuestos fenólicos. Se determina por espectrofotómetro a 765nm. (Anexo 4.7)</p>

Curva de calibración para caracterización del extracto

Tabla 19. Datos para realizar la curva de calibración.

patrón ppm	Vol mL Alícuota patrón	Aforo mL balón	C. patrón ppm	absorbancia
500	0	10	0	0
500	0,5	10	25	0,032
500	1,5	10	75	0,076
500	2	10	100	0,112
500	2,5	10	125	0,165

Figura 8. Curva de calibración concentración vs absorbancia.



$$\text{betacaroteno mangostan} \quad 0,009 = 0,0012X - 0,0034$$

$$\text{betacaroteno mangostan} \quad 0,009 + 0,0034 = 0,0012X$$

$$\text{betacaroteno mangostan} \quad \frac{0,0124}{0,0012} = X$$

$$\text{betacaroteno mangostan} \quad = 10,33$$

$$\text{betacaroteno zanahoria} \quad 0,117 = 0,0012X - 0,0034$$

$$\text{betacaroteno zanahoria} \quad 0,117 + 0,0034 = 0,0012X$$

$$\text{betacaroteno zanahoria} \quad \frac{0,1204}{0,0012} = X$$

$$\text{betacaroteno zanahoria} \quad = 100,33$$

Tabla 20. Resultados de la lectura de absorbancia a 450nm.

MUESTRA	ABSORBANCIA	ppm DE β -CAROTENOS
mangostán	0,009	10,33
Zanahoria	0,117	100,33

El procedimiento de extracción por decantación permitió la caracterización de la muestra por espectroscopía UV-Visible, para determinar la cantidad de β -caroteno presente en cada muestra trabajada con el grupo, específicamente en la zanahoria y la cáscara del mangostán, la cuales se están trabajando en el proyecto de investigación.

En este orden de ideas, los resultados demostraron que la zanahoria es una hortaliza rica en β -caroteno al obtener una cantidad de 100,33 ppm, a diferencia de la cáscara del mangostán que obtuvo una cantidad de 10,33 ppm. Esto se debe a que la cáscara del mangostán contiene otros componentes en mayor proporción como lo son las xantonas y las catequinas.

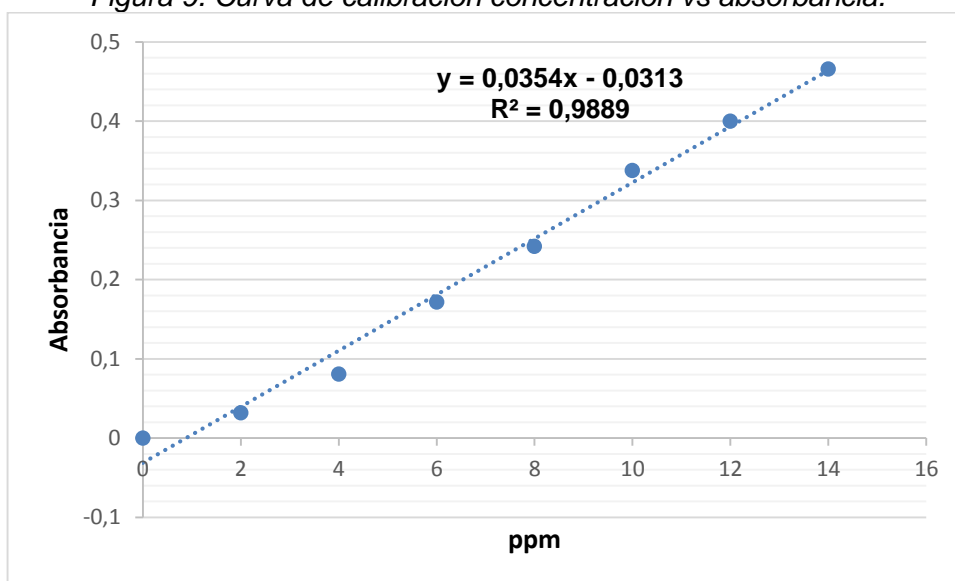
Curva de calibración para determinación de polifenoles en zanahoria

Tabla 21. Datos para realizar la curva de calibración.

patrón ppm	mL Alicuota patrón	mL Vol Aforo balón	C. patrón ppm	Absorbancia a 765nm
100	0	10	0	0.001
100	0.2	10	2	0.032
100	0.4	10	4	0.081
100	0.6	10	6	0.172
100	0.8	10	8	0.242
100	1.0	10	10	0.338
100	1.2	10	12	0.400
100	1.4	10	14	0.466

A partir de los valores de absorbancia obtenidos de cada concentración de ácido gálico se construyó la correspondiente curva de calibración (Figura 9)

Figura 9. Curva de calibración concentración vs absorbancia.



Polifenoles en zanahoria $0,007 = 0,0354X - 0,0313$
 $0,007 + 0,0313 = 0,0354X$
 $x = \frac{0,0383}{0,0354}$
 $x = 1,082\text{ppm Polifenoles}$

Tabla 22. Resultados de la lectura de absorbancia a 765nm.

MUESTRA	ABSORBANCIA	ppm DE Polifenoles
Zanahoria	0,007	1,082

$$\frac{\text{mg Ácido gálico}}{100\text{mL de extracto zanahoria}} = \frac{1,082\text{mg}}{1000\text{mL}} * \frac{4\text{mL metanol}}{2\text{mL de extracto zanahoria}} * 100$$

$$= 0,216$$

El análisis del contenido en compuestos polifenólicos de la zanahoria es importante debido a la gran variedad de actividades biológicas que estos compuestos presentan, considerándose uno de los fitoquímicos alimentarios más importantes por su contribución al mantenimiento de la salud humana. La actividad biológica de los polifenoles está relacionada con su carácter antioxidante y sus propiedades redox, debido a su elevada efectividad sinérgica como dadores de protones, agentes reductores y captadores de radicales

libres. Además de los efectos sobre la salud, muchos compuestos polifenólicos tienen un efecto sobre la calidad de los alimentos que los contienen, puesto que son responsables de algunas propiedades sensoriales, (García, Fernández, & Fuentes, 2014).

Desde esta perspectiva, se pueden encontrar diferentes valores de contenido de polifenoles totales en la zanahoria, según Urrea, Eim, & Rosello (2012) el valor está entre 11.03 ± 0.09 mg ácido gálico/ g ss. En el caso del extracto de zanahoria se encontró un valor de 0.216 mg de ácido gálico sobre 100mL de extracto, lo que indica que el resultado obtenido se encuentra en el rango propuesto por los autores en el artículo y le da un mayor valor nutricional al extracto obtenido.

Figura 10. Espectro IR del extracto de zanahoria.

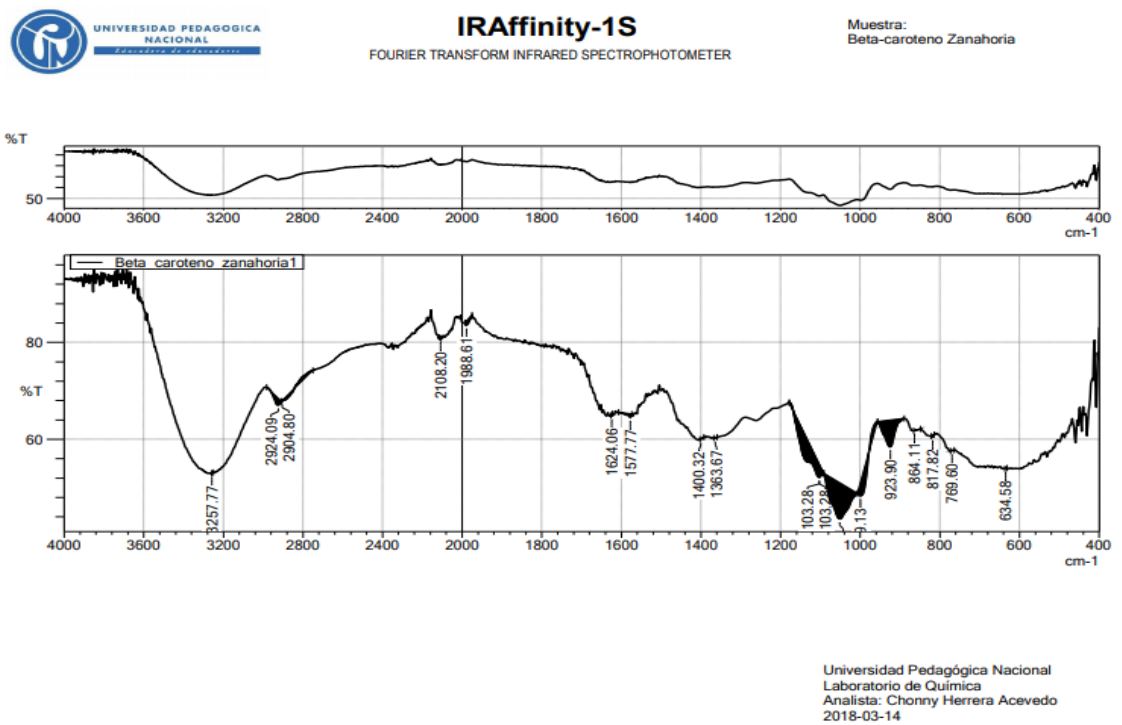


Tabla 23. Señales espectro IR para zanahoria.

Señal en el espectro	Asignación
3257,77	Grupo O-H
2924,09	Vibraciones CH=CH-Vinílicos
1988,61	Tensión típica CH=CH-Vinílicos
1624,06	CH=CH tensión simétrica /Típica de alquenos
1363,67	Posición trans
1103,28	Banda típica alquenos CH=CH
923,90	O-H fuera del plano

Figura 11. Espectro IR del extracto de la cáscara de mangostán.

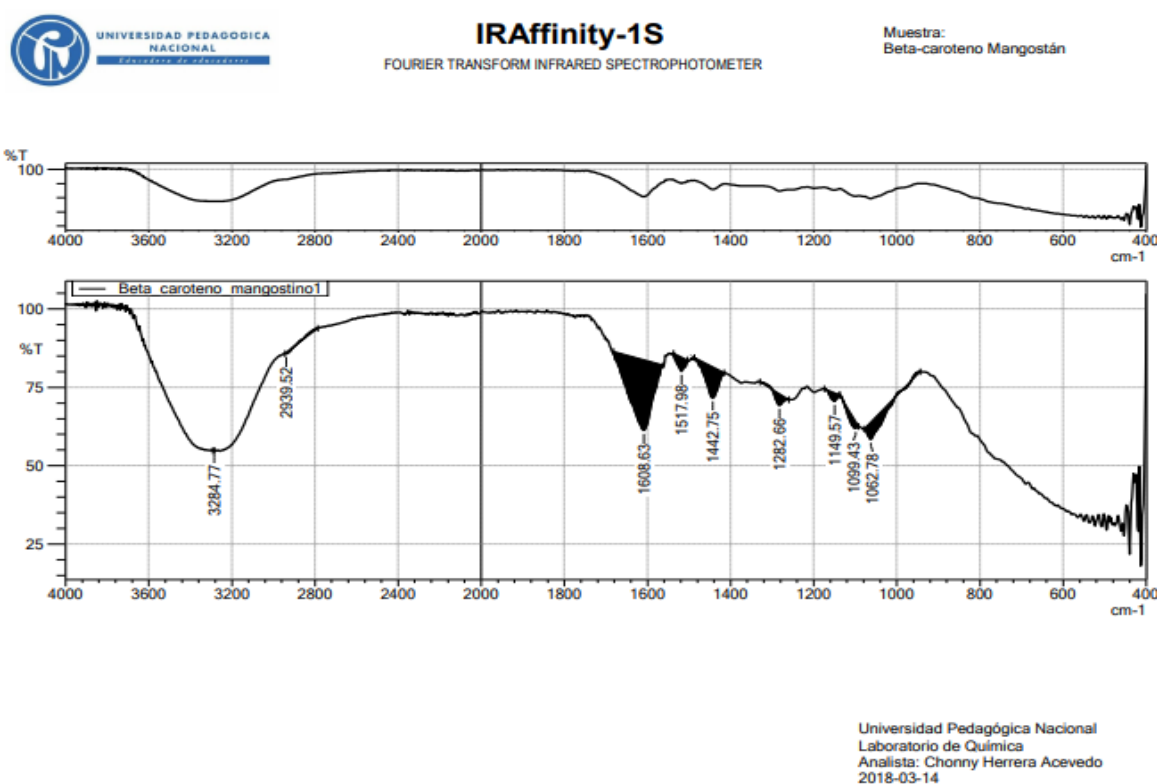


Tabla 24. Señales espectro IR para la cáscara del mangostán.

Señal en el espectro	Asignación
3284,77	Grupo OH
2939,52	Vibraciones CH=CH-Vinílicos
1608,63	CH=CH tensión simétrica /Típica de alquenos
1517,98	OH balanceo en el plano
1149,57	Alcohol secundario con instauración α
1062,78	Banda típica alquenos CH=CH

Para identificar que el extracto obtenido contenía β -caroteno, se realizó espectroscopia IR de la cual se obtuvo los resultados presentes en la tabla 23 y 24.

En ambos espectros IR, se encontró bandas características del grupo alqueno/vínilico, estructura principal del β -caroteno, lo que permite inferir que ambos extractos sí la sustancia mencionada.

Se identificaron para el espectro de la zanahoria y la cáscara del mangostán el grupo alcohol, por la banda ancha que se evidencia en el rango 3200 aprox. Esto pudo ser, porque la extracción del material orgánico se realizó con alcohol grado alimenticio y afectó la absorción del espectro del compuesto orgánico, por la polaridad y pH que posee este solvente.

Preparación del yogurt y evaluación

1. Pruebas pH yogurt

Tabla 25. Resultados de las pruebas realizadas al yogurt.

Ph	Resultado pH
Inicial día 1	7,03
3 días de preparado	5,03
Final 8 días	4,43

Para demostrar la viabilidad del colorante natural en el yogurt se realizó una evaluación sensorial (Anexo 5), cada individuo de la población de estudio debía darle un puntaje de 1 a 5 (siendo 1 la peor puntuación y 5 la mejor puntuación) para cada característica física del yogurt. En la tabla 26 se exponen los derivados lácteos evaluados.

Tabla 26. Recolección fotográfica del yogurt con los extractos de cada grupo.



De este modo, en la tabla 27 se exponen los resultados de la evaluación sensorial de la característica del color que presentó el yogurt con el colorante, del cual se obtuvo un mayor agrado con el extracto de zanahoria ya que, la mayoría de la población indicaban que tenía una coloración similar a la de un yogurt de melocotón. Por otro lado, el de lulo fue el que obtuvo una menor puntuación ya que el extracto no tuvo mucha capacidad de pigmentación y no se observó un cambio de color al agregarlo.

Tabla 27. Resultado de la evaluación sensorial (Color) que se le hizo a cada extracto en el yogurt.

Extracto	Color				
	Excelente	Bueno	Aceptable	Regular	Malo
remolacha	82%	18%	-	-	-
zanahoria	90%	10%	-	-	-
manzana	10%	79%	11%	-	-
mangostán	13%	77%	10%	-	-
Feijoa	79%	13%	8%	-	-
durazno	15%	70%	15%	-	-
Lulo	12%	15%	15%	58%	-

Figura 12. Evaluación sensorial (Color) del yogurt con el colorante de Zanahoria.

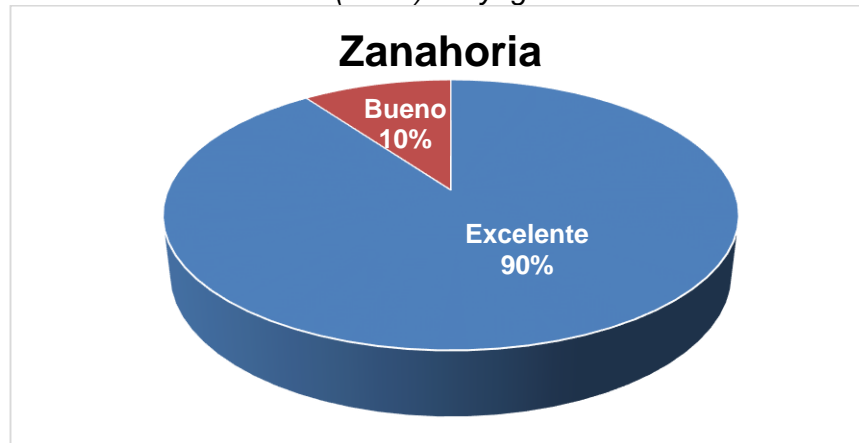
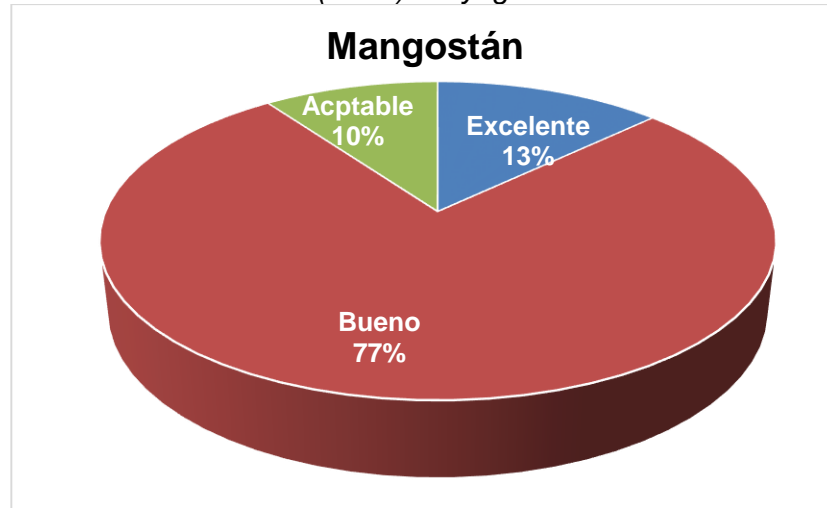


Figura 13. Evaluación sensorial (Color) del yogurt con el colorante de Mangostán.



En cuanto a la característica de olor, se obtuvo un mayor gusto en el yogurt con el extracto de durazno y un menor gusto en el de manzana (tabla 28). Indicando que los olores de la mayoría de los productos lácteos obtenidos eran llamativos para el consumidor ya que, el olor era muy similar al de un yogurt comercial.

Para la cáscara del mangostán y la zanahoria se obtuvo el resultado esperado ya que, para la población de estudio presentó el olor característico de leche acidificada.

Tabla 28. Resultado de la evaluación sensorial (Olor) que se le hizo a cada extracto en el yogurt.

Extracto	Olor				
	Excelente	Bueno	Aceptable	Regular	Malo
remolacha	83%	76%	9%	-	-
zanahoria	10%	83%	7%	-	-
manzana	10%	18%	72%	-	-
mangostán	8%	80%	12%	-	-
Feijoa	75%	14%	11%	-	-
durazno	88%	2%	10%	-	-
Lulo	79%	21%	-	-	-

Figura 14. Evaluación sensorial (Olor) del yogurt con el colorante de Zanahoria.

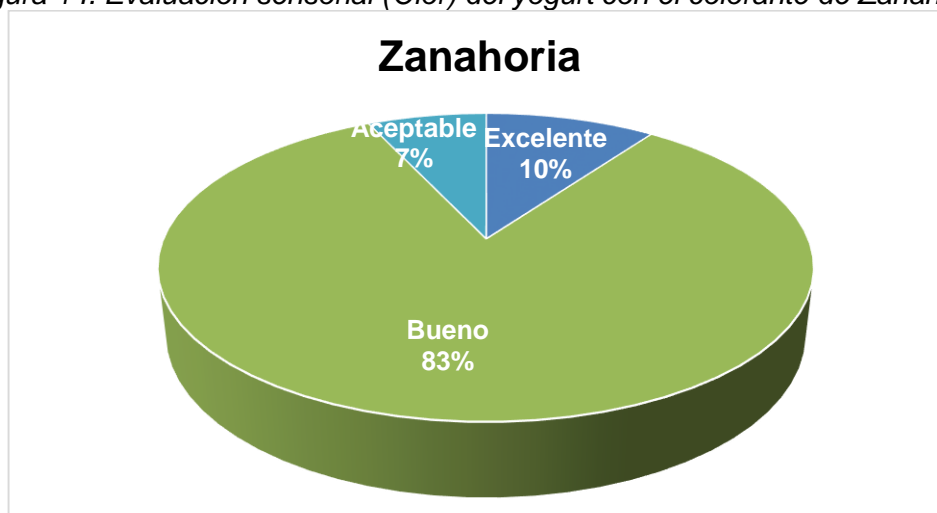
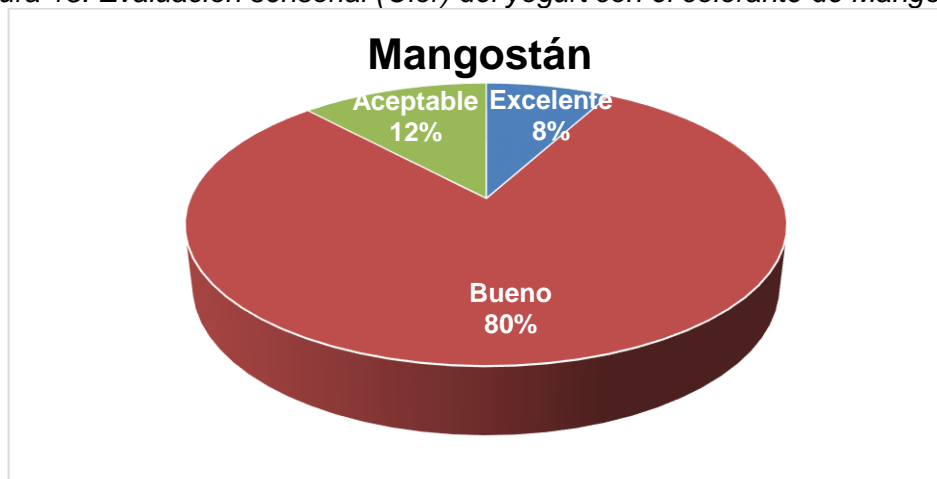


Figura 15. Evaluación sensorial (Olor) del yogurt con el colorante de Mangostán.



En cuanto a la textura de los productos lácteos preparados, se obtuvo un mayor agrado con el yogurt con extracto de la cáscara del mangostán, indicando que presenta las características básicas de un yogurt comercial, es decir, cremoso o viscoso sin grumos. Por otro lado, el que menos gustó a la población fue el yogurt con feijoa ya que su textura no era cremosa sino viscosa con grumos, lo que hizo que no fuera llamativo para el consumo. (Tabla 29).

Tabla 29. Resultado de la evaluación sensorial (Textura) que se le hizo a cada extracto en el yogurt.

Extracto	Textura				
	Excelente	Bueno	Aceptable	Regular	Malo
remolacha	3%	90%	7%	-	-
zanahoria	6%	20%	74%	-	-
manzana	10%	10%	70%	10%	-
mangostán	15%	85%	-	-	-
Feijoa	11%	15%	5%	69%	-
durazno	55%	25%	17%	3%	-
Lulo	13%	77%	10%	-	-

Figura 16. Evaluación sensorial (Textura) del yogurt con el colorante de Zanahoria.

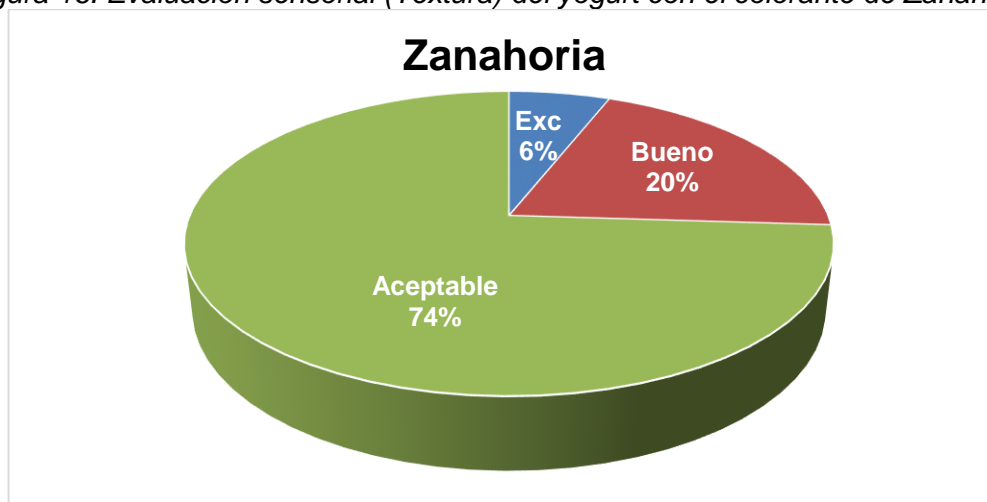
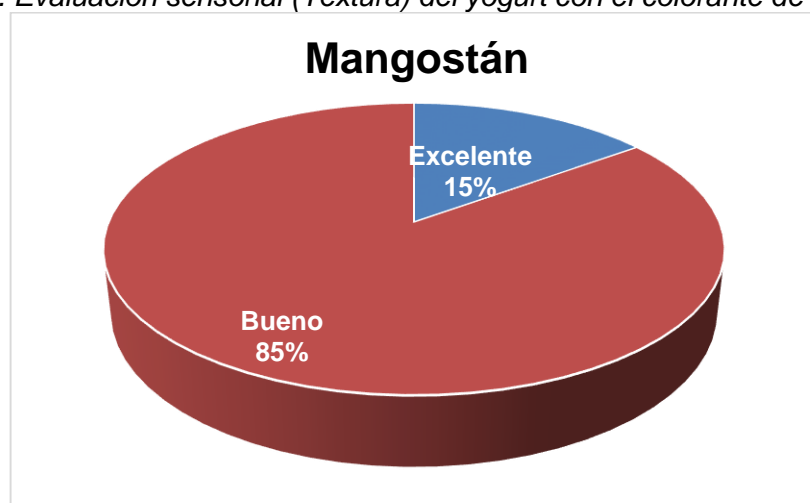


Figura 17. Evaluación sensorial (Textura) del yogurt con el colorante de Mangostán.



En cuanto a la característica de apariencia, el yogurt con el extracto de cáscara de mangostán fue el más llamativo ya que, presentó una apariencia homogénea, cremosa, con un color llamativo para el consumo, indicando que sería el que más compraría la población. (Tabla 30).

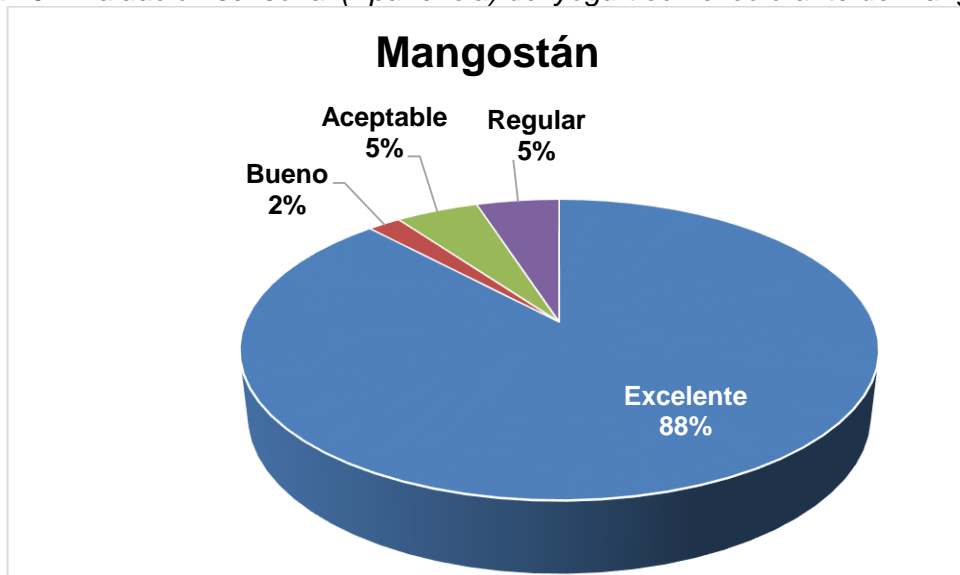
Tabla 30. Resultado de la evaluación sensorial (Apariencia) que se le hizo a cada extracto en el yogurt.

Extracto	Apariencia				
	Excelente	Bueno	Aceptable	Regular	Malo
remolacha	8%	85%	7%	-	-
Zanahoria	10%	80%	10%	-	-
Manzana	5%	85%	10%	-	-
mangostán	88%	2%	5%	5%	-
Feijoa	10%	80%	10%	-	-
Durazno	59%	15%	26%	-	-
Lulo	9%	81%	10%	-	-

Figura 18. Evaluación sensorial (Apariencia) del yogurt con el colorante de Zanahoria.



Figura 19. Evaluación sensorial (Apariencia) del yogurt con el colorante de Mangostán.



Todo lo anterior lleva a concluir que, la sustitución de colorantes sintéticos por naturales si es viable ya que no altera las características fisicoquímicas del producto alimenticio y su presentación es llamativa para el consumidor. De este modo, al obtener los resultados favorables la población objeto de estudio, pudo realizar el análisis correspondiente, dando respuesta a la pregunta orientadora. Lo que contribuyó a fortalecer las habilidades de comprobación de hipótesis y solución de problemas.

8.4. Test final de pensamiento crítico

Para evidenciar que, la secuencia de actividades si tuvo un impacto favorable en la población de estudio, se implementó nuevamente el test de pensamiento crítico de Zaldívar (2010). Permitiendo concluir que el grupo cambió su perspectiva frente a las situaciones planteadas en el test, dónde se encontró que cada individuo aumentó su nivel de pensamiento crítico.

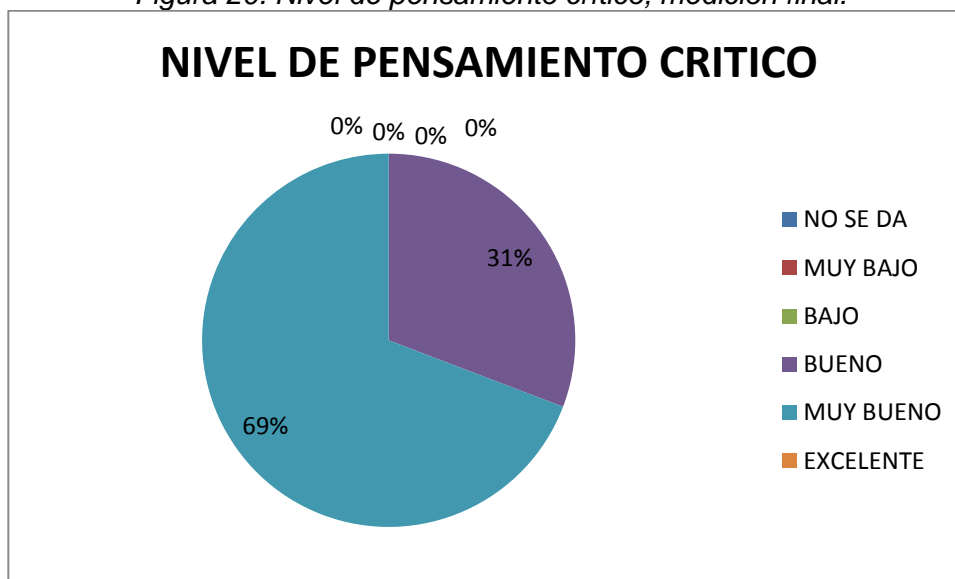
En cuanto a los estudiantes 8 y 12, se puede inferir que se mantuvieron en el mismo nivel de pensamiento crítico, esto pudo ser debido a que, al inicio de la secuencia de actividades, los estudiantes se encuentran en el nivel MUY BUENO, dando un indicativo de que se debe seguir desarrollando actividades para poder intensificar y fortalecer las habilidades de pensamiento crítico.

Esto pudo ser debido a que, durante las actividades se utilizaron lecturas con un amplio lenguaje científico que permitió que los estudiantes emplearan sus conocimientos acerca del tema y pudieran dar un punto de vista acerca de la temática, fortaleciendo su habilidad de razonamiento verbal. Por otro lado, las practicas experimentales contribuyeron a que el estudiante pudiera dar respuesta a la problemática planteada, empleando habilidades como probabilidad e incertidumbre, comprobación de hipótesis y solución de problemas, fortaleciendo mediante la indagación su forma de pensar. Se hace énfasis en ello, dado que el incremento de la segunda aplicación del test respecto al primero fue en toda la población de estudio, por lo cual se concreta que se evidenció mejora en los análisis, posturas, raciocinios y respuestas por parte de los estudiantes; acrecentando cualidades propias del pensamiento crítico.

Tabla 31. Resultado del test final para medir el nivel de pensamiento crítico.

Pregunta/ Estudiante	2	4	5	6	8	9	10	11	12	13	1	3	7
1	3	3	5	3	6	3	4	6	5	6	5	6	5
2	5	4	6	3	6	6	4	6	6	6	6	5	5
3	4	3	2	5	5	6	4	6	4	5	6	5	5
4	5	5	5	5	5	6	4	5	6	6	6	5	5
5	4	3	6	1	5	5	6	6	4	6	6	5	6
6	3	5	6	5	5	6	5	5	4	5	5	5	5
7	4	4	2	3	5	6	4	1	5	3	5	5	5
8	4	3	2	2	3	5	4	3	1	4	1	5	3
9	3	5	1	4	3	3	6	1	2	3	3	3	4
10	4	3	6	2	5	3	4	6	6	6	3	3	5
11	4	3	4	4	3	3	4	5	5	6	2	4	2
12	3	2	4	2	3	4	4	3	1	5	3	2	3
13	5	4	6	5	5	6	5	5	4	6	4	5	5
14	5	3	1	1	2	1	4	4	1	6	5	4	4
15	5	5	6	5	5	6	4	6	5	6	5	5	5
16	4	4	1	4	5	5	5	3	5	5	5	3	5
17	4	3	5	3	5	6	4	5	6	6	5	5	4
18	2	1	1	1	2	1	3	6	2	1	1	1	2
19	4	4	2	3	3	5	4	1	5	3	3	5	3
20	4	3	5	5	5	6	4	6	5	6	3	5	5
TOTAL	79	70	76	66	86	92	86	89	82	100	82	86	86
NIVEL DE PENSAMIENTO	BUENO				MUY BUENO								

Figura 20. Nivel de pensamiento crítico, medición final.



9. CONCLUSIONES

- De acuerdo con los resultados del trabajo de investigación, la secuencia de actividades basada en el modelo de indagación científica tuvo un impacto favorable, ya que contribuyó a potenciar las habilidades de pensamiento crítico en los docentes en formación inicial, cumpliendo con el objetivo general de esta investigación y con la pregunta orientadora. Esto se pudo evidenciar en la aplicación de las actividades, puesto que en la medida que avanzó la intervención con el grupo, presentaban un nivel argumentativo superior y un cambio de postura con respecto a la que tenían al inicio de las actividades en la problemática de los colorantes.
- La aplicación del test de Zaldívar (2010) permitió identificar y caracterizar el nivel de pensamiento crítico de cada uno de los estudiantes, tanto al inicio como al finalizar la investigación. Lo que permitió tener un punto de partida para implementar la secuencia de actividades relacionada con la química de los colorantes. Con lo que se dio cumplimiento al primer objetivo específico.

- La actividad en el aula contextualizada proporcionó un espacio de reflexión, en la cual se evidenció el fortalecimiento de las habilidades de pensamiento crítico tales como razonamiento verbal y análisis de argumento, ya que se demostraron elocuencia en los argumentos presentados y un nivel favorable en la interpretación que le dieron a cada texto.
- La problemática de toxicidad en colorantes sintéticos permitió plantear la secuencia de actividades basada en la indagación científica, con el fin de dar una solución por medio de prácticas experimentales, de la cual debían evidenciar la posible viabilidad de sustitución de colorante sintético por natural fortaleciendo las habilidades de comprobación de hipótesis, solución de problemas y probabilidad e incertidumbre.
- La secuencia de actividades se enfocó en mantener la disposición y el interés en la población de estudio, ya que son elementos importantes para el fortalecimiento de habilidades de pensamiento crítico, que se demostraron en las prácticas experimentales y en la solución planteada a la problemática propuesta.
- En cuanto al contenido de β -caroteno en ambos extractos analizados, se puede concluir que el extracto de zanahoria contiene mayor cantidad (100,33ppm) de carotenoides, ya éste es el responsable de darle la coloración naranja y de proporcionar un mayor valor nutricional a la hortaliza. Por otra parte, en la cáscara de mangostán se evidenció que contiene una menor cantidad (10,33ppm) de β -caroteno, puesto que las principales sustancias que se encuentran en esta fruta son las xantonas, tatinos y catequinas, según (Sierra Rizo, 2015).

10.RECOMENDACIONES

10.1. Recomendaciones didácticas

La secuencia de actividades también permite fortalecer otras habilidades de pensamiento crítico que se pueden evidenciar (tabla 32), ya que al estar basado en el modelo de indagación científica permite que haya una ruta para fortalecer las habilidades de pensamiento crítico y evaluarlas con mayor disposición.

Tabla 32. Habilidades de pensamiento crítico.

1.	Centrarse en la pregunta
1.	Analizar los argumentos
2.	Formular las preguntas de clarificación y responderlas
4.	Juzgar la credibilidad de una fuente
5.	Observar y juzgar los informes derivados de la observación
6.	Deducir y juzgar las deducciones
7.	Inducir y juzgar las inducciones
8.	Emitir juicios de valor
9.	Definir los términos y juzgar las definiciones
10.	Identificar los supuestos
11.	Decidir una acción a seguir e Interactuar con los demás
12.	Integración de disposiciones y otras habilidades para realizar y defender una decisión.
	<i>(habilidades auxiliares, 13 a 15)</i>
13.	Proceder de manera ordenada de acuerdo con cada situación
14.	Ser sensible a los sentimientos, nivel de conocimiento y grado de sofisticación de los otros.
15.	Emplear estrategias retóricas apropiadas en la discusión y presentación (oral y escrita).

Fuente López (2012).

10.2. Recomendaciones Experimentales

Para complementar la secuencia de actividades, se sugiere otras metodologías para el desarrollo de la temática. En este orden de ideas, un método de extracción que se puede utilizar para la extracción es Soxhlet, ya que es uno de los principales métodos para diferentes tipos de extracción en el área alimenticia como lípidos y extractos, por esto se recomienda el siguiente laboratorio.

- **Método Soxhlet**

Es una extracción semicontinua con un disolvente orgánico. En este método el disolvente se calienta, volatiliza y condensa goteando sobre la muestra la cual queda sumergida en el disolvente. Posteriormente éste es sifonado al matraz

de calentamiento para empezar de nuevo el proceso. El contenido de grasa se cuantifica por diferencia de peso.

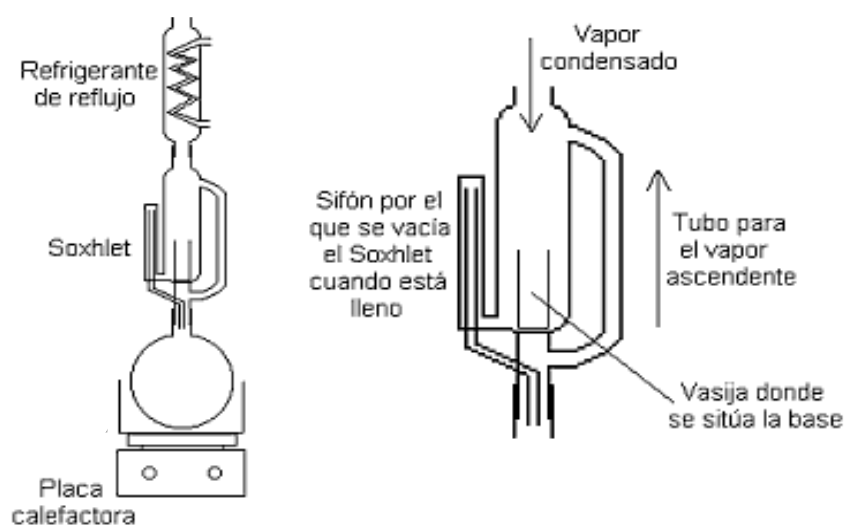


Figura 21. Método Soxhlet. Recuperado de: http://www.ispch.cl/lab_amb/met_analitico/doc/ambiente%20pdf/GrasSoxhlet.pdf

Materiales

- Balanza analítica
- Sistema extractor Soxhlet
- Papel filtro
- Estufa
- Plancha de calentamiento
- Soporte universal
- Espátula
- Escobilla
- 2 mangueras
- Probeta de 100mL
- Perlas de ebullición
- 2 pinzas para balón
- Desecador
- Algodón

Reactivos

- Éter de petróleo 100ml
- Muestra a extraer

Preparación de la muestra: En muestras con mucha humedad secar la muestra previamente homogeneizada, a 103°C en estufa considerando el tipo de muestra.

Procedimiento para la extracción:

1. Pesar el matraz con las perlas de ebullición donde se va a realizar la extracción.
2. Colocar la muestra seca sobre un papel filtro.
3. Enrollar la muestra en el papel y tapar con un algodón (no apretar el algodón contra la muestra). Colocar en el extractor Soxhlet.
4. Conectar el matraz con el extractor Soxhlet.
5. Adicionar el solvente al matraz.
6. Conectar el sistema de extracción al refrigerante o condensador.
7. Calentar el matraz con plancha de calentamiento a ebullición suave y extraer el colorante con el solvente orgánico.
8. Una vez terminada la extracción, retirar el papel filtro con la muestra del sistema Soxhlet.
9. Recuperar el solvente por destilación simple, utilizando el mismo sistema Soxhlet. Para ello, se debe evitar que el solvente recuperado pase al sifón y se desocupe de nuevo en el matraz.
10. Secar la muestra en el rota vapor.

Fuente Laboratorio de Alimentos I. Departamento de Alimentos y Biotecnología (2007). Fundamentos y Técnicas de Análisis de Alimentos. Facultad de Química.

- **Actividad antioxidante del extracto.**

En primer lugar, se pone a secar en estufa a 40 °C el material orgánico, teniendo en cuenta que no haya condiciones de alta humedad y que se encuentre libre de contaminación por exposición a agentes químicos, físicos y/o biológicos. Una vez secas cada una de las partes. Se procede a moler hasta reducir el tamaño de las partículas a polvo con ayuda de un macerador.

A partir de aquí se pesan para realizar la extracción (método Soxhlet, percolación o decantación).

Para la determinación de la actividad antioxidante de los extractos, se toman 20µL de cada extracto a 6 concentraciones diferentes y se le adiciona a cada uno 200µL de la disolución de 150µmol/L de DPPH. Todas las reacciones deben ser llevadas a cabo durante 30 minutos a temperatura ambiente, en

balones aforados protegidos de la luz, para posteriormente, medir la absorbancia a 520nm en un espectrómetro.

La actividad antioxidante se expresa como porcentaje de inhibición lo cual corresponde a la cantidad de radical DPPH neutralizado por el extracto a una determinada concentración, de acuerdo con la siguiente ecuación.

$$\% \text{ de inhibición} = \frac{A - A1}{A} * 100$$

A = Absorbancia del blanco

A1= Absorbancia de la muestra

Fuente Muñoz (2008). Determinación de actividad antioxidante de diversas partes del árbol Nicotiana Glauca.

11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amador, B. (01 de Junio de 2012). *Percepciones sobre pensar críticamente en Colombia*. Obtenido de <http://repositorio.uac.edu.co/bitstream/handle/11619/1308/Percepciones%20sobre%20pensar%20cr%C3%ADticamente%20en%20Colombia.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Anderson, R. (2002). Reforming Science Teaching: What Research says about Inquiry. *Journal Of Science Teacher Education*, 1-12.
- Arroyave, J., Garcés, L., Arango, Á., & Agudelo, C. (2008). La tartrazina, un colorante de la industria agroalimentaria, degradado mediante procesos de oxidación avanzada. *La Sallista de Investigación*, 21.
- Beltrán, M. J., & Torres, N. (2009). Caracterización de habilidades de pensamiento crítico en estudiantes de educación media a través del test HCTAES. *Zona Próxima*, 65-85.
- Bernal, I. (1993). *Analisis de alimentos*. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.
- Betancourth Zambrano, S. (2015). *Desarrollo del pensamiento crítico en docentes universitarios*. (4. 2.-2. Revista Virtual Universidad Católica del Norte, Editor) Obtenido de Una mirada cualitativa.: <http://revistavirtual.ucn.edu.co/index.php/RevistaUCN/article/viewFile/627/1162>
- Cardozo , E., & Solorzano , R. (2014). *Agrotóxicos: una cuestión sociocientífica para favorecer el pensamiento crítico*. Bogotá, Colombia : Universidad Pedagógica Nacional.
- Casseres , E. (1980). *Producción de Hortalizas*. Costa Rica : IICA-CIDIA.
- Chaparro, M., Paredes, M., Díaz, B., Hoyos, V., & Ninco, A. (2010). SUSTITUCIÓN DE COLORANTE ARTIFICIAL POR NATURAL EN CONSERVAS DE CEREZA MARRASQUINO. *Alimentos Hoy*.
- col, M. y. (2013). *Tablas de composición de Alimentos*. Recuperado el 25 de Enero de 2018, de <http://www.fen.org.es/mercadoFen/pdfs/zanahoria.pdf>
- Córdoba , C. (s.f.). *La zanahoria, alimento para la vista* . Recuperado el 25 de enero de 2018, de Vocalía de alimentación : <http://www.cofco.org/ficheros/zanahoria7.pdf>

- Díaz, M., & Pelayo, A. (2008). *Obtención de un colorante natural para alimentos a partir de la zanahoria*. Maracaibo Venezuela : Universidad Rafael Urdaneta .
- Fernandez , M. (2012). *Alternativos a los antibióticos como promotores del crecimiento* . España : Agrícola Española S.A. .
- Gallego, M., Acosta, E., Ocampo, J., & Morales , C. (2006). Sustitución de tartrazina por betacaroteno en la elaboración de bebidas no alcohólicas. *Lasallista de investigación* , 7 -12 .
- García, E., Fernández, I., & Fuentes, A. (2014). *Determinación de polifenoles totales por el método de Folin-Ciocalteu*. Obtenido de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/52056/Garcia%20Mart%C3%ADnez%20et%20al.pdf?sequence=1>
- Garritz, A. (2010). Indagación: las habilidades para desarrollarla y promover el aprendizaje. *Educación Química*, 106-110.
- Garritz, A. (2012). Proyectos educativos recientes basados en la indagación de la química. *Educación Química*, 458-464.
- Geilfus , F. (1994). *El arbol al servicio del agrigultor manual de agroforesteria para el desarrollo rural*. Turrialba, Costa rica : Enda-Caribe .
- Gennaro, A. (2003). *Remington Farmacia* . Buenos Aires : Médica Panamericana .
- Lock, O. (1997). Colorantes Naturales. En L. Olga, *Colorantes Naturales* (pág. 2). Perú: Fondo Editorial Pontificia Universidad Católica del Perú .
- Lock, O. (1997). *Colorantes Naturales* . Peru: Fondo editorial de La Pontificia Universidad Católica Del Perú.
- López , G. (2012). Pensamiento crítico en el aula. *Docencia e Investigación*, 41-60.
- Mancilla , R., Pérez , Blanco , & Castrejón . (s.f.). *EXTRACCIÓN Y SEPARACIÓN DE LÍPIDOS TERPENICOS CAROTENOS*. Universidad del Valle de México.
- Martin-Hansen, L. (2002). Defining inquiry. *The Science Teacher*, 34-37.
- MEN. (1997). *Comisión Nacional para el Desarrollo de la Educación Superior*. Bogotá .
- MEN. (2009). *Prueba de Competencias genéricas*. Guía de orientación.

- Merchán, M. (2012). Cómo desarrollar los procesos del pensamiento crítico mediante la pedagogía de la pregunta. *Revista de la Universidad de la Salle*, 119-146.
- MINISTERIO DE SALUD. (1985). *MINISTERIO DE SALUD resolución 10593 de julio de 1985*. Colombia.
- Muñoz, M. A. (2008). *DETERMINACIÓN DE ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DE DIVERSAS PARTES DEL ÁRBOL Nicotiana Glauca*. Obtenido de <http://www.uaq.mx/investigacion/difusion/veranos/memorias-2008/7VeranoUAQ/14MunozJuarez.pdf>
- NRC, N. R. (1996). *National Science Education Standars*. Washinton, DC: Academic Press.
- Ocampo , R., Rios , L., Betancur , L., & Ocampo , D. (2008). *Curso Práctico De Química Orgánica Enfocado a Biología y alimentos* . Manizales : Editorial Universidad de Caldas .
- Pérez , L., & Beltrán, J. (1996). Inteligencia, pensamiento crítico y pensamiento. *Psicología de la instrucción I. Variables y procesos* , 429-503.
- Platín, C. (2013). Miradas contemporáneas en educación. Argumentación en Ciencia. *Universidad Distrital Francisco José de Caldas*. Bogotá.
- Richard, P., & Elder, L. (2005). *Estándares de competencia para el pensamiento crítico*. Recuperado el 12 de Octubre de 2017, de https://www.criticalthinking.org/resources/PDF/SP-Comp_Standards.pdf
- Sierra Rizo, A. (14 de enero de 2015). *Biomedicación con el extracto de mangostán y la xantona 9-xantene para promover la microbiota benéfica y aumentar el consumo voluntario de alimento en becerras lactantes*. Recuperado el 25 de enero de 2018, de Universidad de Guadalajara: http://biblioteca.cucba.udg.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/5895/Sierra_Rizo_Alejandro.pdf?sequence=1
- Solbes, J., & Torres, N. (2012). Análisis de las competencias de pensamiento crítico desde el abordaje de las cuestiones sociocientíficas: Un estudio en el ámbito universitario. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, 247-269.
- Torres , N., & Solbes , J. (2013). CONCEPCIONES Y DIFICULTADES DEL PROFESORADO SOBRE EL PENSAMIENTO CRÍTICO EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS. *IX CONGRESO INTERNACIONAL*

SOBRE INVESTIGACIÓN EN DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS. Girona : 3389-3393.

Urrea, D., Eim, V., & Rosello, C. (2012). *Modelos cinéticos de degradación de carotenoides, polifenoles y actividad antioxidante durante el secado convectivo de zanahoria*. Obtenido de www.alimentoshoy.acta.org.co/index.php/hoy/article/download/141/135

Zaldívar, P. (2010). *El constructo "pensamiento crítico"*. (U. d. Zaragoza, Editor) Obtenido de http://www.unizar.es/abarrasa/tea/200910_25906/lopez2010.pdf

12. ANEXOS

12.1. Anexo 1.

Test de pensamiento crítico.

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA LICENCIATURA EN QUÍMICA

Nombre: _____

Código: _____

Señalar con una (X) con qué frecuencia vivencia cada una de las situaciones presentadas (por cada situación, marcar una única respuesta).

Nº	PRIMERA PARTE	Nunca	Casi Nunca	Pocas veces	Bastantes veces	Casi siempre	Siempre
1	Cuestiono la veracidad de opiniones que gran parte de la gente acepta como ciertas.						
2	En mis juicios, intento ir más allá de las impresiones y opiniones particulares.						
3	Trato de encontrar "la verdad" antes que la razón.						
4	Soy capaz de llegar a una posición razonable sobre un tema, pese a mis prejuicios.						
5	Ser objetivo es algo que no implica sentimientos.						
6	Me sitúo en una posición neutral para evaluar mi opinión y la de otras personas.						
7	Hasta mi propia objetividad puede estar bajo la influencia de ciertos prejuicios.						
8	Los argumentos más persuasivos suelen ser los más acertados.						
9	Hay personas cuyas opiniones no suelo cuestionar.						
10	La opinión del grupo no afecta a la mía de ninguna manera.						
11	La información que dan periódicos y telediarios rara vez no es de fiar.						
12	No importa que lo dicho sobre un tema objetivo y mi opinión sobre él no sean congruentes.						

13	Trato de que mis prejuicios no influyan en mis juicios.						
14	Nunca me he planteado el tipo de cuestiones que aparecen en este test.						
15	Trato de tener una disposición general a pensar críticamente.						
16	Anoto casi todo lo dicho en clase, si sale en el libro, o bien lo dice el profesor, es correcto.						
17	De vez en cuando, pienso sobre mis propios pensamientos y los pongo en tela de juicio.						
18	Para mí, prefiero una mentira "feliz" a una verdad.						
19	Hay libros cuyos datos debo aceptar sin cuestionarlos.						
20	Por lo general, se cuándo dudar de una opinión o punto de vista.						

12.2. Anexo 2. Actividad de contextualización sobre Colorantes Naturales.

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

Nombre: _____

Código: _____

Artículos:

- a) SUSTITUCIÓN DE COLORANTE ARTIFICIAL POR NATURAL EN CONSERVAS DE CEREZA MARRASQUINO

<http://www.alimentoshoy.acta.org.co/index.php/hoy/article/view/59>

- b) SUSTITUCIÓN DE TARTRAZINA POR BETACAROTENO EN LA ELABORACIÓN DE BEBIDAS NO ALCOHÓLICAS

<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=69530202>

A partir del artículo leído en la clase responda las siguientes preguntas (justificar las respuestas en máximo 4 renglones).

2. ¿Cuál es su opinión frente a la utilización de colorantes artificiales para generar una mayor producción, teniendo en cuenta que se podría superar la ingesta diaria admisible por el consumidor y sabiendo que las industrias alimenticias podrían utilizar colorantes naturales?
3. ¿Qué opina usted sobre la prohibición de colorantes artificiales como tartrazina, amarillo E-110 y azorrubina en algunos de países y que en Colombia no se aplique esta restricción?
4. ¿cuál cree que es la razón por la cual algunos colorantes artificiales son tóxicos?

12.3. Anexo 3. Actividad de laboratorio (pre informe).

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

Nombre: _____
Código: _____

INFORME EXTRACCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE β -CAROTENO

Pregunta orientadora:

¿Qué otras sustancias consideran que pueda encontrar al momento de hacer la caracterización del extracto, que le pueda dar un mayor valor nutricional al alimento?

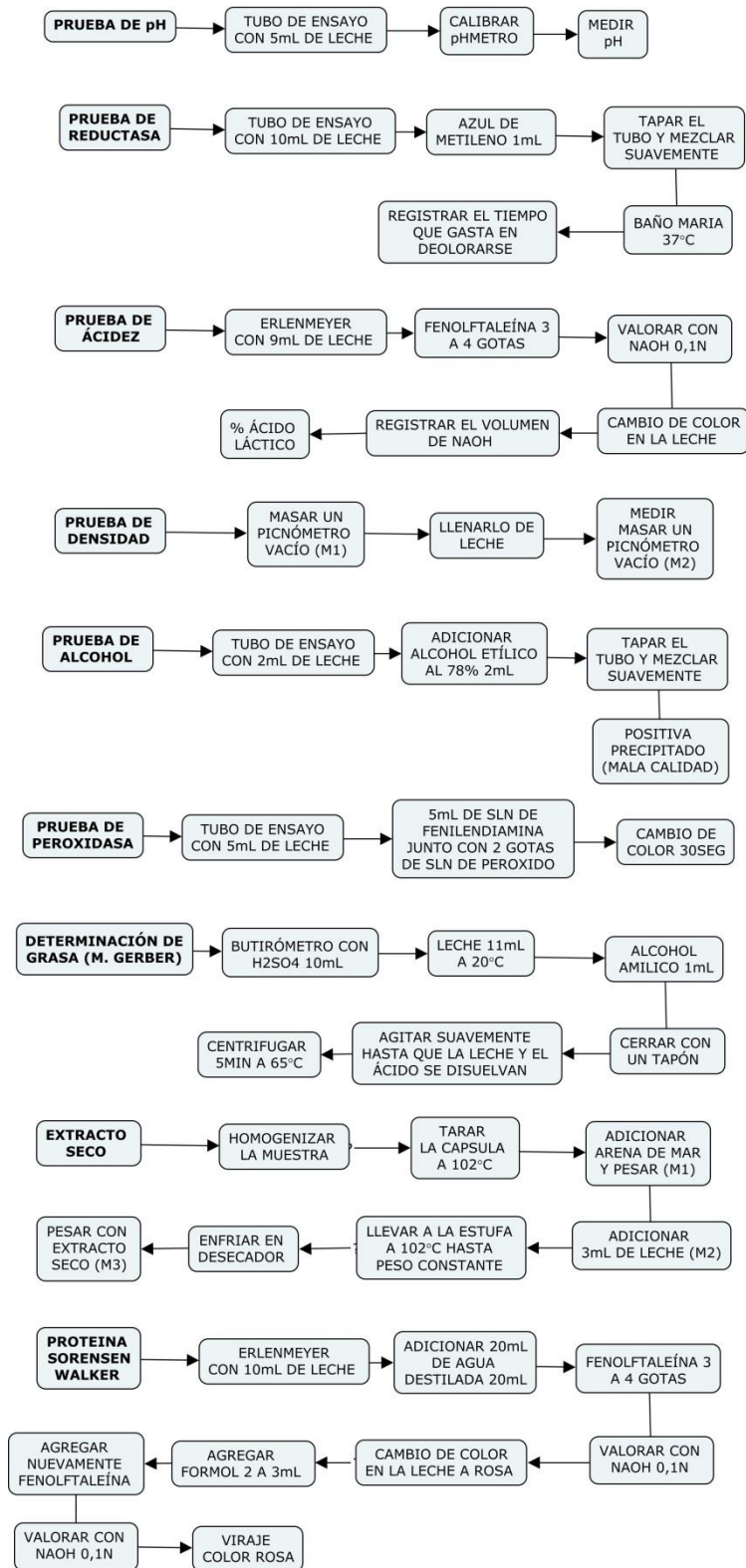
¿Considera que los métodos planteados para la extracción y aplicación de colorante natural para alimentos, es eficiente para las industrias alimenticias?

Hipótesis: (Plantear hipótesis)

Objetivos (Proponga dos objetivos para cada práctica)

12.4. Anexo 4. Experimentaciones análisis de leche, preparación del yogurt, extracción, cuantificación y aplicación del extracto β -carotenos

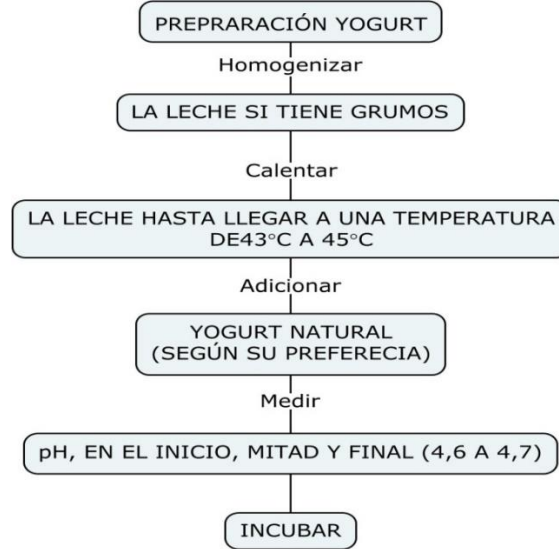
12.4.1. Anexo 4.1. Análisis de la leche.



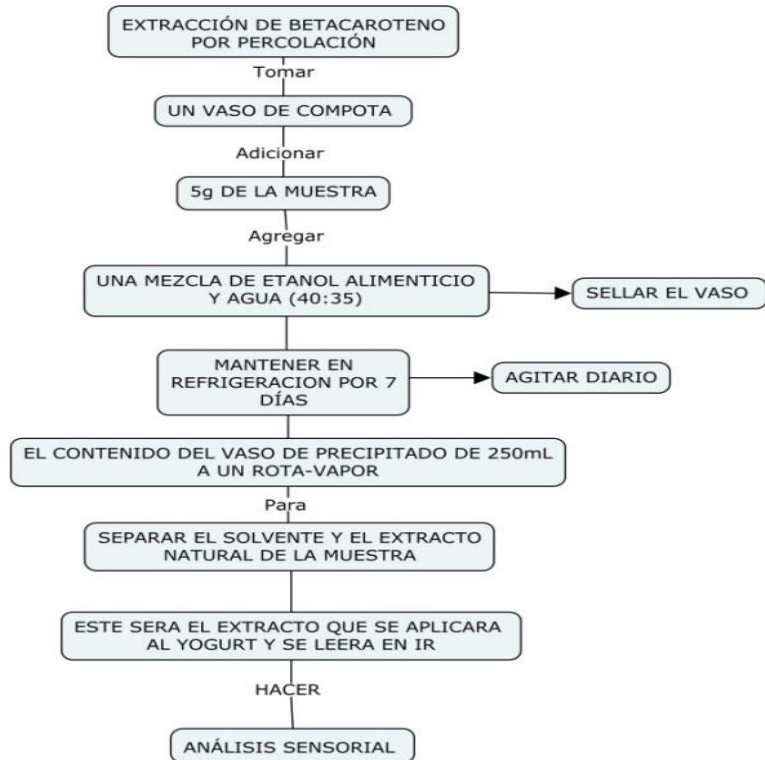
12.4.2. Anexo 4.2. Preparación del yogurt.

Ingredientes

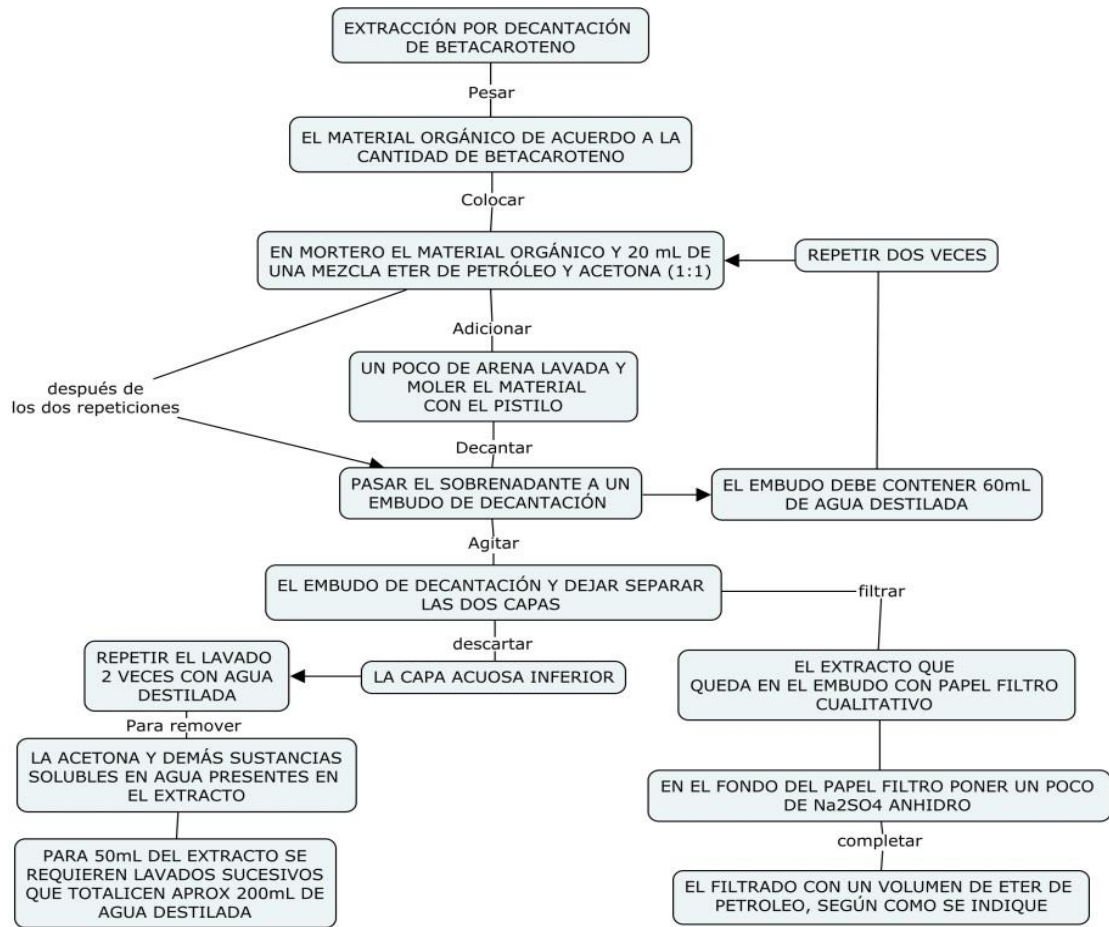
- Leche
- Yogurt natural (Sólo contenga leche y levadura láctica)



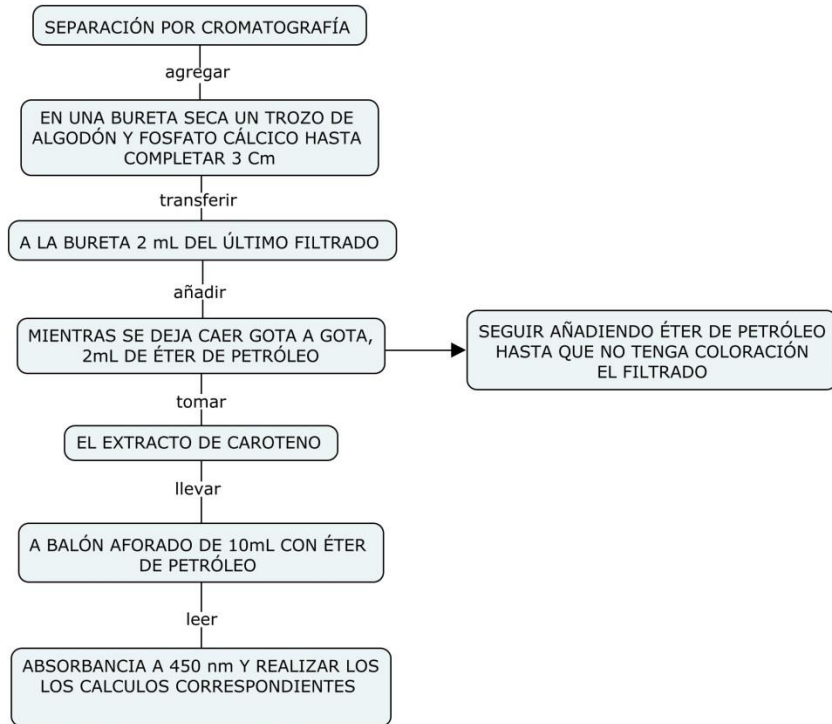
12.4.3. Anexo 4.3. Extracción por percolación y caracterización por infrarrojo.



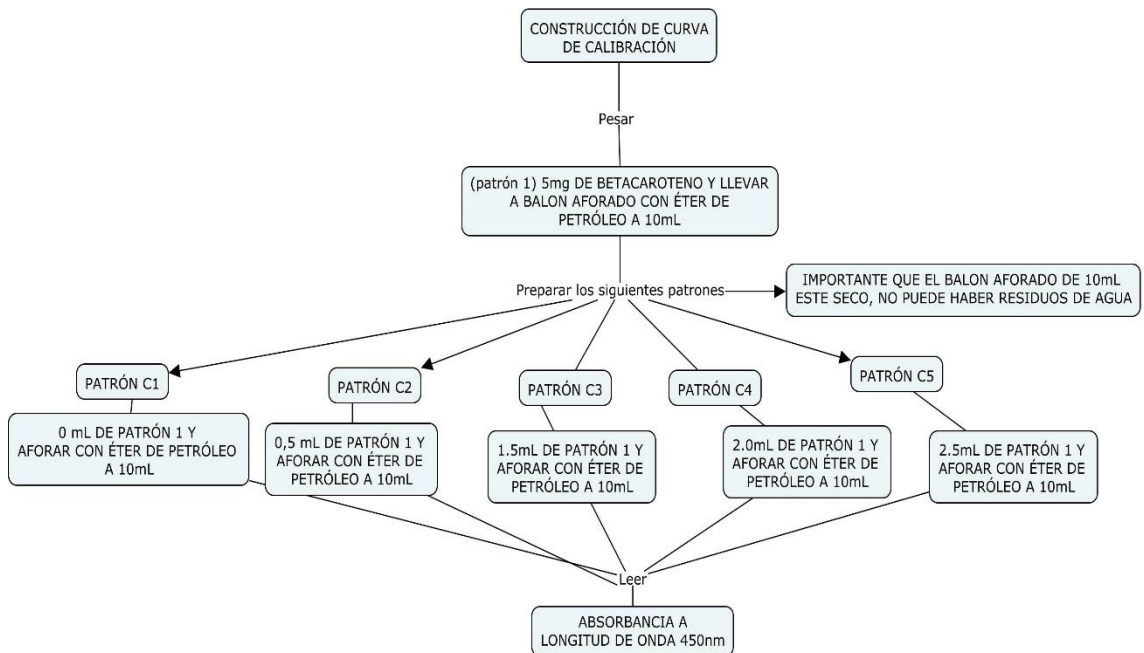
12.4.4. Anexo 4.4. Extracción por decantación.



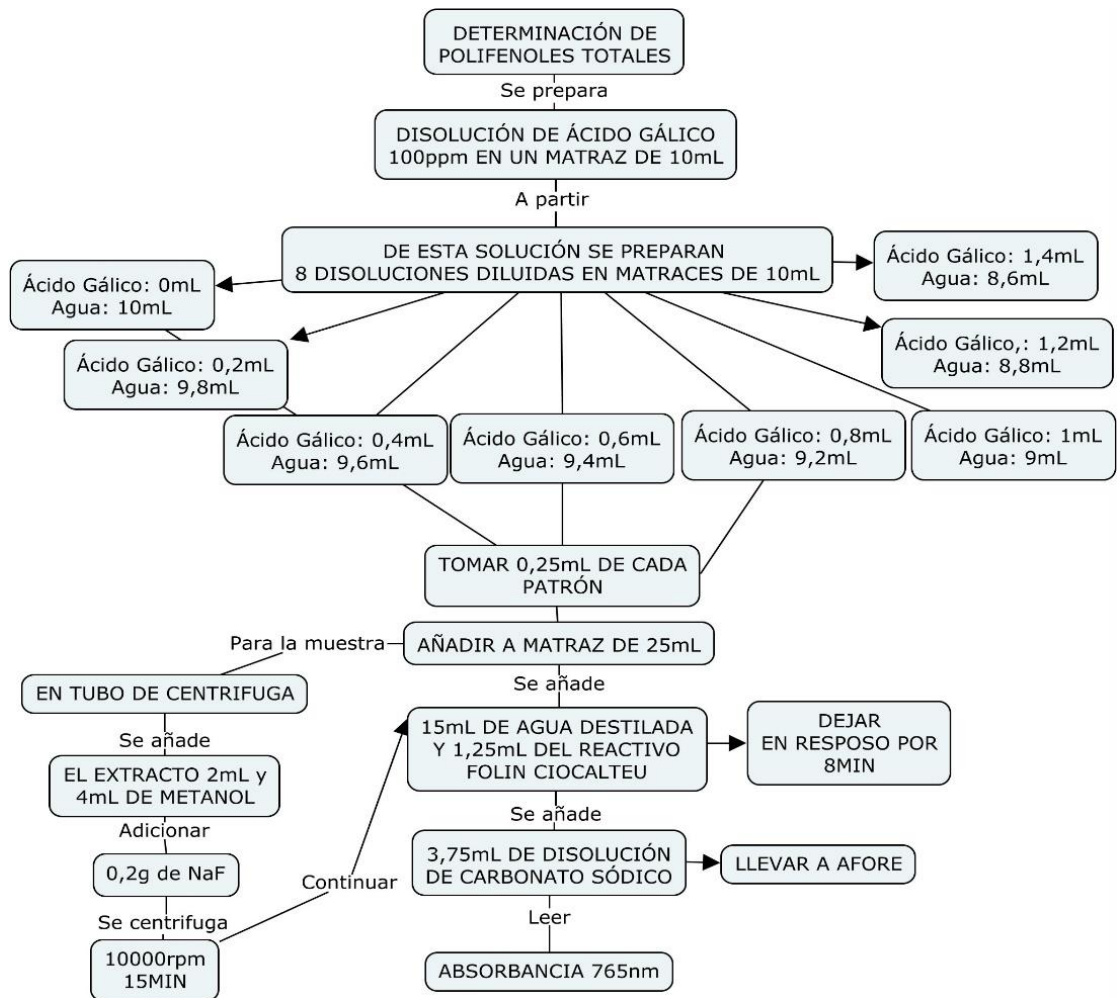
12.4.5. Anexo 4.5. Separación por cromatografía y Caracterización por UV visible.



12.4.6. Anexo 4.6. Curva de calibración para contenido de betacaroteno.



12.4.7. Anexo 4.7. Determinación de polifenoles.



12.5. Anexo 5. Análisis sensorial.

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
LICENCIATURA EN QUÍMICA

Nombre: _____
Código: _____

Evaluación sensorial del yogurt que esta pigmentado con el colorante extraído

1. Observe el producto al cual se le añadió el colorante extraído. Por favor marque con una X en el siguiente cuadro dependiendo de la calificación que usted considera adecuada para el color, olor, textura y apariencia.

Calificación	Color	Olor	Textura	Apariencia
Excelente				
Bueno				
Aceptable				
Regular				
Malo				

Observaciones:

2. Observe los siguientes productos a los cuales se les añadió el colorante extraído. Por favor marque con una X en el siguiente cuadro dependiendo de la calificación que usted considera adecuada para cada uno con respecto al color, olor, textura y apariencia.

Atributo	Color		Olor		Textura		Apariencia	
Calificación								
Excelente								
Bueno								
Aceptable								
Regular								
Malo								

Observaciones:

12.6. Anexo 6. V heurística.

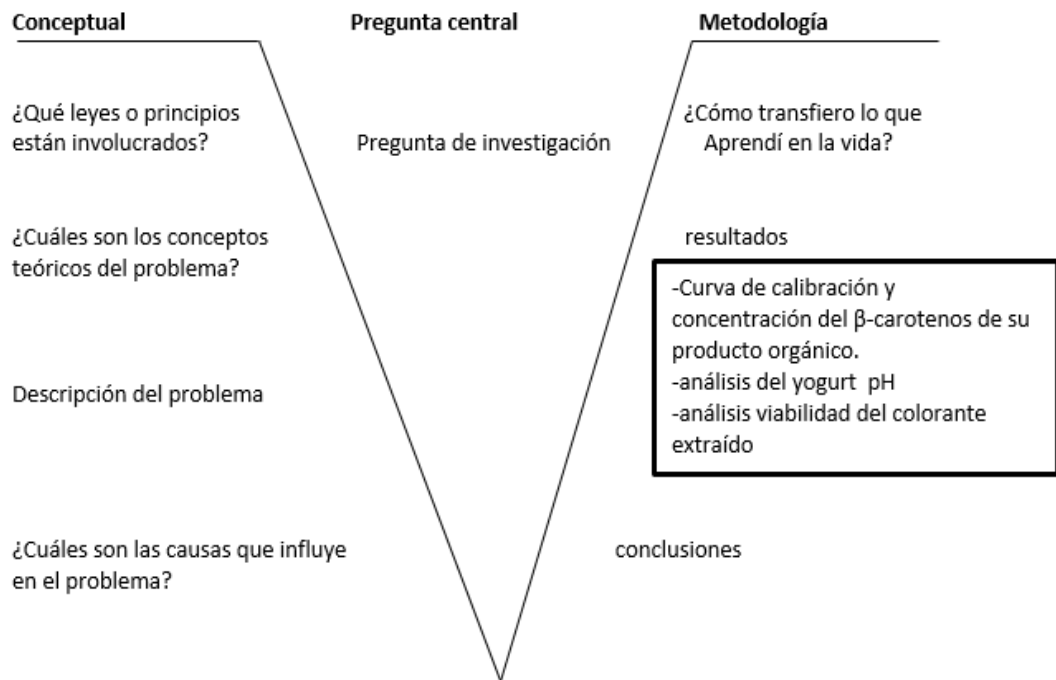
UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
LICENCIATURA EN QUÍMICA

Nombre: _____

Código: _____

Análisis de resultados

Con los resultados obtenidos en la experiencia realizada de extracción de β -carotenos y elaboración de yogurt, realice la siguiente uve heurística relacionando los conocimientos que tiene sobre la problemática de los colorantes sintéticos y la utilización de colorantes naturales.



2. Elabore un análisis de máximo dos párrafos, en los cuales indique la importancia de la leche en la alimentación y, las características fisicoquímicas y microbiológicas más importantes a controlar, así como también la importancia en la fabricación de derivados.