

**FORTALECIMIENTO DE LAS HABILIDADES DEL PENSAMIENTO CRÍTICO: UNA
SECUENCIA DE ACTIVIDADES PARA LA ENSEÑANZA DE LA FITOQUÍMICA A
PARTIR DE PIGMENTOS NATURALES**

JUAN DANILO ROMO CARLOSAMA

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

**FORTALECIMIENTO DE LAS HABILIDADES DEL PENSAMIENTO CRÍTICO: UNA
SECUENCIA DE ACTIVIDADES PARA LA ENSEÑANZA DE LA FITOQUÍMICA A
PARTIR DE PIGMENTOS NATURALES**

JUAN DANILO ROMO CARLOSAMA

TRABAJO DE GRADO PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA OPTAR AL
TÍTULO DE:
LICENCIADO EN QUÍMICA

DIRECTORA:
MAGÍSTER EN BIOLOGÍA DORA LUZ GÓMEZ AGUILAR

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

Agradecimientos

El tener presente a la familia con el paso del tiempo permite reconocer la construcción del ser como persona íntegra, pues el haber contado con mis papás y mis hermanos posibilitó todos los logros conseguidos hasta ahora. Gracias, por tanto.

A la Universidad Pedagógica Nacional, por ser una Institución donde se permite imaginar y construir sueños que invaden de felicidad. Gracias por el enriquecimiento profesional y personal. La calidad de personas encontradas allí es invaluable.

A todos los profesores que hicieron parte de este camino, a la profesora Dora Gómez por su orientación y apoyo, a la profesora Elcy Cedeño y el profesor Mauro Pinzón quienes aportaron desde el conocimiento y la experiencia para que el trabajo se culminara de la mejor manera. Al acompañamiento brindado desde la paciencia y el compromiso de la profesora Nidia Tuay, el tiempo dedicado fue valioso en momentos difíciles.

Al Instituto Pedagógico Nacional (IPN) por ser la Institución que mantuvo las puertas abiertas en todo momento, el construir desde allí con seres inigualables permitió sembrar mayor dedicación, compromiso y amor. Gracias en especial a la profesora Victoria García, su acompañamiento, consejos y paciencia permitió llevar a cabo todo de una mejor manera. A Leidita, por recibirme siempre con una sonrisa junto con su ayuda.

Al grupo 1103, su disposición y compromiso fue indispensable en todo momento, gracias por las horas de estudio, risas y todo lo compartido. Son unas grandes personas.

A todas y cada una las personas encontradas en el camino, en especial a los que siempre estuvieron con palabras de apoyo y amor acompañándome en cada paso dado. Siempre estarán presentes en los recuerdos más gratos y bonitos.


PÁGINA DE ACEPTACIÓN

Nota de aceptación

Firma evaluador

Firma evaluador

Firma del director del trabajo

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Escuela de Pedagogía</small>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 3 de 6	

1. Información General	
Tipo de documento	Trabajo de grado.
Acceso al documento	Universidad Pedagógica Nacional. Biblioteca Central
Título del documento	Fortalecimiento de las habilidades del pensamiento crítico: una secuencia de actividades para la enseñanza de la fitoquímica a partir de pigmentos naturales.
Autor(es)	Romo Carlosama, Juan Danilo.
Director	Gómez Aguilar, Dora Luz.
Publicación	Bogotá. Universidad Pedagógica Nacional, 2018. 71 p.
Unidad Patrocinante	Universidad Pedagógica Nacional.
Palabras Claves	PENSAMIENTO CRÍTICO; PIGMENTOS NATURALES; SOLUCIÓN DE PROBLEMAS; ESPECIES VEGETALES.

2. Descripción
<p>La solución de problemas en el diario vivir de todas las personas resulta fundamental para la ejecución de procesos mentales complejos que se derivan en el pensar, pues las habilidades del pensamiento crítico permiten llevar a cabo la generación de hipótesis alrededor de un problema, la argumentación para sustentar una solución, la toma de decisiones y la posible solución del problema como resultado.</p> <p>Basado en esto, este trabajo de investigación permite relacionar situaciones problema a partir de la contextualización, una prueba experimental y algunos problemas simulados en el aula desde los pigmentos naturales de tres especies vegetales, con el propósito de fortalecer las habilidades del pensamiento crítico en los estudiantes de educación media del Instituto Pedagógico Nacional del grado 1103 a partir de una metodología mixta mediada por la secuencia de actividades basadas en problemas.</p>

3. Fuentes

Anónimo. (s.f.). *Cromatografía en capa fina*. Obtenido de <https://www.uam.es/docencia/jppid/documentos/practicas/actuales/quion-p6.pdf>

Arroyave Alzate, M. E., & Gómez Díaz, P. A. (2006). *Elaboración de un producto con base en colorantes naturales para teñir el cabello*. Obtenido de Repositorio Institucional Universidad EAFIT:

https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/357/MariaElena_ArroyaveAlzate_2006.pdf?sequence=1

Beltrán Castillo, M. J., & Torres Merchán, N. Y. (2009). Caracterización de habilidades de pensamiento crítico en estudiantes de educación media a través del test HCTAES. *Revista del Instituto de Estudios en Educación*, 68-69-70.

Calvo, M. (s.f.). *Bioquímica de los alimentos*. Obtenido de Clorofila : <http://milksci.unizar.es/bioquimica/temas/pigmentos/clorofila.html>

Cardozo Sosa, E. D., & Solórzano Buendía, R. A. (2014). *Agrotóxicos: una cuestión sociocientífica para favorecer el pensamiento crítico*. Bogotá, D.C. : Universidad Pedagógica Nacional.

Carvajal Rojas, L., Hata Uribe, Y., Sierra Martínez, N., & Rueda Niño, D. (2009). *Análisis fitoquímico preliminar de hojas, tallos y semillas de cupatá (Strychnos Schultesiana Krukoff)*. Bogotá D.C.: Universidad Nacional de Colombia.

Castiblanco Valbuena, J. N., & Muñoz Moreno, P. A. (2018). *Fortalecimiento de habilidades de pensamiento crítico, mediadas por una secuencia de actividades sobre extracción y uso de β -carotenos para alimentos*. Bogotá D.C.: Universidad Pedagógica Nacional.

Castillo Membreño, S. A., & Ramírez González, I. E. (Marzo de 2006). *Ensayo preliminar para la obtención de colorantes naturales a partir de especies vegetales comestibles*. Obtenido de Eprints repository software: <http://ri.ues.edu.sv/4989/1/16100351.pdf>

Córdoba Arango, E. (24 de Abril de 2004). *Representaciones mentales de habilidades científicas en el aula en profesores universitarios de ciencias naturales*. Obtenido de Universidad Autónoma de Manizales Repositorio Institucional:

<http://repositorio.autonoma.edu.co/jspui/bitstream/11182/255/1/REPRESENTACIONES%20MENTALES%20DE%20HABILIDADES%20CIENT%20C3%8DFICAS%20%20EN%20EL%20AULA%20EN%20PROFESORES%20%20UNIVERSITARIOS%20DE.pdf>

Cruz Cerón, L. G., & Hinojosa Rojas, K. L. (2015). *Diseño y construcción de un secador por atomización para la obtención de colorante natural a partir de la remolacha*. Obtenido de Repositorio Institucional de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo:

<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/4665/1/96T00297%20UDCTFC.pdf>

Debenedetti, S., & Wilson, E. (s.f.). *Farmacognosia. Clases teóricas y presentaciones. Polifenoles II*. Buenos Aires: Universidad de Belgrano. Obtenido de

<http://repositorio.ub.edu.ar/bitstream/handle/123456789/6130/4315%20-%20completo%20->

[%20Farmacognosia%20-%20debenedetti.pdf?sequence=1&isAllowed=y](#)

Garzón, G. A. (2 de Mayo de 2008). *Universidad Nacional de Colombia*. Recuperado el 5 de Octubre de 2018, de bdigital repositorio institucional UN:

<http://www.bdigital.unal.edu.co/16447/1/11337-27563-1-PB.pdf>

González Cárdenas, I. A. (2010). *CARACTERIZACIÓN QUÍMICA DEL COLOR DE DIFERENTES VARIEDADES DE GUAYABA (Psidium guajava L.) COLOMBIANA*. Obtenido de <http://www.bdigital.unal.edu.co/2815/1/197449.2010.pdf>

Grasas y aceites vegetales . (2014). Obtenido de Saponificación : <https://grasas-y-aceites-vegetales.webnode.com.co/aplicaciones/saponificacion/>

Lázaro Herrera , J. (2014). *Scribd*. Obtenido de Procedimiento experimental clorofila: <https://es.scribd.com/document/241292836/Procedimiento-Experimental-Clorofila>

Lock Sing de Ugaz, O. (1997). *Colorantes Naturales* . Lima, Perú: Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú .

Mancilla, C., Castrejón, C., Rosas , T., Blanco , E., & Pérez, S. (2009). *Scribd*. Obtenido de Extracción y separación de pigmentos vegetales: <https://es.scribd.com/doc/16675209/6-EXTRACCION-Y-SEPARACION-DE-PIGMENTOS-VEGETALES>

Marcano, D., & Hasegawa, M. (2002). *Fitoquímica Orgánica* (Segunda ed.). Caracas: Torino. Obtenido de <https://books.google.com.co/books?id=hPkjgPwXD-QC&printsec=frontcover&dq=fitoquimica+pdf&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwi9sOHC2IzaAhXE7V MKHRXCBlcQ6AEIjzAA#v=onepage&q=carotenoides&f=false>

Ministerio de Educación Nacional . (2006). *Estándares Básicos de Competencias en Lenguaje, Matemáticas, Ciencias y Ciudadanas* . Bogotá D.C.: Ministerio de Educación Nacional. Obtenido de https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-340021_recurso_1.pdf

Moreira , L., Rodrigues , M., Oliveira , H., Lima , A., Soares , R., Batistela , V., . . . Hora Machado , A. (2010). *Influência de diferentes sistemas de solvente água-etanol sobre as propriedades físico-químicas e espectroscópicas dos compostos macrocíclicos feofitina e clorofila α*. São Paulo: Química Nova.

Núñez, C. E. (2008). *Extracciones con equipo Soxhlet*.

Paredes Martínez, B. I. (2002). *Análisis y obtención de colorante natural a partir de la Baccharis Latifolia (Chilca)*. Ibarra. Obtenido de repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/639/1/TESIS%20%233.doc

Parra Ortega, V. P. (2004). *Estudio comparativo en el uso de colorantes naturales y sintéticos en alimentos, desde el punto de vista funcional y toxicológico*. Obtenido de Tesis electrónicas Universidad Austral de Chile: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2004/fap259e/pdf/fap259e.pdf>

Paul, R., & Elder, L. (2003). *La mini-guía para el Pensamiento Crítico Conceptos y herramientas*. Obtenido de Amazon S3: https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/46835315/La_mini_guiia_para_el_P._C..pdf

[?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1522196516&Signature=W5ORDVyu
mD%2FSc2fyDSBlck7fu40%3D&response-content-
disposition=inline%3B%20filename%3DLa_mini-guia_para](https://www.criticalthinking.org/resources/PDF/SP-Comp_Standards.pdf)

Paul, R., & Elder, L. (2005). Una guía para los Educadores en los Estándares de Competencia para el Pensamiento Crítico. Cambridge, Reino Unido. Obtenido de https://www.criticalthinking.org/resources/PDF/SP-Comp_Standards.pdf

Pavón Martínez, F., & Martínez Aznar, M. M. (2013). La metodología de resolución de problemas como investigación (MRPI): una propuesta indagativa para desarrollar la competencia científica en alumnos que cursan un programa de diversificación. *Enseñanza de las ciencias*, 472.

Rivas, S., & Saiz, C. (2008). *Evaluación en pensamiento crítico: una propuesta para diferenciar formas de pensar*. Xalapa-Enríquez.

Taiz, L., & Zeiger, E. (2006). Fisiología vegetal. Castellón de la Plana, España, España. Obtenido de https://books.google.com.co/books?id=7QlbYg-OC5AC&pg=PA258&dq=fisiologia+vegetal+clorofila+biosintesis&hl=es&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false

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

4. Contenidos

En primera instancia, en el cuerpo del documento se presenta la justificación del presente trabajo de investigación, situando también, los antecedentes que resultaron significativos para la elaboración del documento junto con el marco conceptual que brindó las bases para la construcción del mismo. Esto, entre tanto, menciona la importancia del fortalecimiento de las habilidades del pensamiento crítico y retoma que una de las vías de fortalecimiento de estas habilidades es la de la solución de problemas, pues al trabajar esta habilidad se ejecutan demás procesos del pensamiento que van más allá de la solución como resultado final. Por otra parte, los antecedentes fueron tenidos en cuenta desde el marco del pensamiento crítico, su fortalecimiento y vías de trabajo, además de las investigaciones de los pigmentos naturales, algunas propiedades químicas y algunas de sus funciones en las especies vegetales.

Después de esto, se generó la pregunta problema que orientaría el trabajo, además de la generación y la construcción de unos objetivos, los cuales, ayudarían a dirigir y enfocar el rumbo del trabajo propuesto junto con la metodología que se desarrolló durante el tiempo de intervención.

La metodología desarrollada durante la intervención con la muestra objeto de estudio se fundamentó en cuatro fases, las cuales buscaron contextualizar y abordar la fitoquímica desde los pigmentos naturales de tres especies vegetales relacionándolo con los temas vistos en el área de química con el fin de fortalecer las habilidades del pensamiento crítico. Para finalizar, las

actividades llevadas a cabo se publican junto con los resultados obtenidos haciendo énfasis en los argumentos dados junto a la elección de sus respuestas como solución al problema planteado sustentando el porqué de su elección y la favorabilidad que estas actividades tuvieron durante el desarrollo de la propuesta.

5. Metodología

La presente propuesta de investigación se implementó en el Instituto Pedagógico Nacional con un grupo de estudiantes de undécimo grado con énfasis en Artes (1103). Esta propuesta de investigación se desarrolló con esta muestra objeto de estudio pues permitió generar relación y participación por parte de los estudiantes desde el tema de los pigmentos naturales extraídos de las tres especies vegetales, haciendo que el trabajo se orientara desde perspectivas que resultaron cotidianas para ellos.

Para llevar a cabo esta propuesta, se diseñó e implementó una secuencia de actividades pensadas en la solución de problemas para la enseñanza de la fitoquímica desde los pigmentos naturales, se realizó, por tanto, la construcción de fases de intervención que resultaron beneficiosas para llevar cabo la propuesta de investigación. Para la primera fase se consideró oportuno llevar a cabo la revisión bibliográfica en cuanto a fortalecimiento del pensamiento crítico, las especies vegetales y los pigmentos naturales para la construcción y fundamento de la propuesta. En la segunda fase, después de haber construido los instrumentos constituyentes de las actividades se procede a la revisión de los mismos y posterior a eso se desarrolla la implementación de la secuencia de actividades, iniciando y finalizando con el test de entrada adaptado por Zaldívar (2010), el cual permitió categorizar y posicionar en distintos niveles del pensamiento crítico a los estudiantes partícipes de la propuesta con el fin de construir un análisis con los resultados obtenidos antes y después de la intervención.

Después de esto, se ejecutó la fase tres, la cual constó en la recolección y el análisis de la información que se obtuvo a través de los instrumentos implementados desarrollados por parte de la muestra objeto de estudio. Finalmente, la cuarta y última fase permitió evaluar la propuesta y el favorecimiento que tuvo en el fortalecimiento de las habilidades del pensamiento crítico por parte de la muestra objeto de estudio.

6. Conclusiones

- El test implementado en la secuencia adaptado por Zaldívar (2010) permitió caracterizar los niveles de pensamiento crítico que posee la población antes y después de la intervención, lo cual, permitió que ésta resultara trascendental para dar cumplimiento con el primer objetivo de la investigación.
- El abordar la fitoquímica desde los pigmentos naturales con el planteamiento de varios problemas como método en las actividades de contextualización, práctica experimental y la actividad desarrollada después del laboratorio permitió que los estudiantes observaran y argumentaran en sus respuestas la relación existente entre los contenidos vistos en el área de química, los pigmentos naturales y el porqué de su coloración (relacionar la estructura del carbono con la formación de moléculas y relacionar sus grupos funcionales con propiedades específicas) además del vínculo que estos presentan con su énfasis (Artes), pues esta se también se enfocó en estimular la disposición y en generar motivación por parte de los estudiantes, puesto que estos son considerados como factores asociados fundamentales para fortalecer las habilidades del pensamiento crítico.
- Los resultados de esta propuesta, donde el derrotero de investigación fue la solución de problemas para fortalecer las habilidades del pensamiento crítico permitieron evidenciar que la intervención tuvo alcances positivos, pues en algunos casos en específico se observó que la interpretación al momento de leer un problema y los niveles argumentativos con los que sustentaron sus propuestas de solución eran óptimas y correctas, por otra parte, en otros casos en específico en donde se evidenció que el puntaje alcanzado al final respecto al puntaje que se obtuvo al inicio con la implementación de los test, disminuyó. Esto se puede adjudicar a que los argumentos con los que sustentaban su solución carecían de coherencia y calidad, además, el grado de disposición y motivación como un factor fundamental asociado al pensamiento crítico fue influyente al momento de desarrollar las actividades planteadas, pues Guerci (2008) (como se citó en Mendoza, 2015) considera que el tema no se queda en generar solución a un problema, sino en que el ejercicio de los procesos mentales que se ejecutan y que resultan involucrados crean motivación para seguir construyendo nuevas propuestas o alternativas que se desemboquen como estrategias para mejorar constantemente, pues en el individuo estará la inclinación por buscar siempre la verdad.

Elaborado por:	Romo Carlosama, Juan Danilo.
Revisado por:	Gómez Aguilar, Dora Luz.

Fecha de elaboración del Resumen:	04	11	2018
--	----	----	------

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	13
2. JUSTIFICACIÓN	15
3. ANTECEDENTES	17
3.1 Internacionales:	17
3.2 Nacionales:	17
3.3 Locales:	17
4. MARCO TEÓRICO	19
4.2 Colorantes	19
4.2.1 Radicales presentes en los colorantes	19
4.2.2 Colorantes artificiales	22
4.2.3 Colorantes naturales	23
4.3 Pensamiento crítico	35
5. DESCRIPCIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	40
5.1 Planteamiento del problema	40
5.2 Pregunta problema	42
6. OBJETIVOS	42
6.1 General	42
6.2 Específicos	42
7. METODOLOGÍA	43
7.1 Tipo de investigación	43
7.2 Método de investigación	43
7.3 Técnica de investigación	44
7.4 Características de la población (muestra de estudio)	44
8. ANÁLISIS DE RESULTADOS	47
8.1 Test inicial de pensamiento crítico	47
8.2 Actividad de contextualización acerca de pigmentos naturales	50
8.3 Práctica de laboratorio, extracción e identificación de pigmentos naturales	54
8.4 Actividad de solución de problemas	67
8.5 Test final de pensamiento crítico	71
9. CONCLUSIONES	73

10. RECOMENDACIONES	74
11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	75
12. ANEXOS	79
12.1 Anexo 1. Resultados del test inicial para determinar el nivel de pensamiento crítico.	79
12.2 Anexo 2. Resultados del test final para determinar el nivel de pensamiento crítico.	80
12.3 Anexo 3. Test de pensamiento crítico.....	81
12.4. Anexo 4. Actividad de contextualización: pigmentos naturales.	83
12.5 Anexo 5. Guía de laboratorio para la extracción y la identificación de pigmentos naturales.	89
12.6 Anexo 6. Ponte a prueba al pensar acerca de pigmentos naturales: resolución de problemas.....	101

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Secuencia de actividades desarrolladas en la implementación.	46
Tabla 2. Escala valorativa.	47
Tabla 3. Niveles de pensamiento crítico.	48
Tabla 4. Escala valorativa para determinar las habilidades del pensamiento crítico.	50
Tabla 5. Resultados de la actividad de contextualización.	51
Tabla 6. Respuestas de la actividad de contextualización.	52
Tabla 7. Práctica de laboratorio, extracción e identificación de pigmentos naturales.	55
Tabla 8. Registro fotográfico de la práctica de laboratorio.	55
Tabla 9. Resultados de la actividad de solución de problemas.	67
Tabla 10. Respuestas de la actividad de solución de problemas.	68

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Estructura de grupos cromóforos. Paredes (2002).	20
Figura 2. Grupos cromóforos que intensifican el color. Paredes (2002).	20
Figura 3. Estructura de grupos auxocromos. Paredes (2002).	21
Figura 4. Estructura molecular de la anilina y el fenol. Paredes (2002).	22
Figura 5. Estructura molecular de los grupos salificables. Paredes (2002).	22
Figura 6. Estructura y sustituyentes de las antocianinas. Durst y Wrolstad (2001). (como se citó en Garzón, 2008).	26
Figura 7. Ruta general de biosíntesis de las antocianinas Delgado & Vargas, (2000) (como se citó en Garzón, 2008).	27
Figura 8. Estructura de las antocianinas a diferentes valores de pH Coultate, (1984) (como se citó en Garzón, 2008).	29
Figura 9. Biosíntesis de los carotenoides Britton; Liaaen – Jensen; Pfander (1998) (como se citó en González, 2010).	30
Figura 10. Estructura, fuentes principales y especie vegetal donde pueden ser encontrados Oliver; Palou, (2000) (como se citó en González, 2010).	31
Figura 11. Estructura química de la clorofila Lodish, H. et al. (2005). Biología celular y Molecular.	32
Figura 12. Grupos sustituyentes de la clorofila a y b González, (2010).	33
Figura 13. Ruta biosintética de las clorofilas Taiz & Zeiger (2006).	34
Figura 14. Componentes del pensamiento crítico (Saiz y Rivas, 2008).	38
Figura 15. Esquema general de la metodología de resolución de problemas como investigación (adaptado de Martínez, Aznar & Bárcena, 2013) (como se citó en Pavón & Martínez, 2013).	40
Figura 16. Nivel de pensamiento crítico.	49
Figura 17. Reacción para el cambio de coloración en las antocianinas. Debenedetti, S. & Wilson, E. (s.f.)	64
Figura 18. Esquema de reacciones de obtención de feofitina a partir de la clorofila a por hidrólisis ácida (Moreira, L. et al, 2010).	66
Figura 19. Comparación de los resultados obtenidos antes y después de la implementación de los test de pensamiento crítico.	71
Figura 20. Nivel de pensamiento crítico.	72

1. INTRODUCCIÓN

Para el Ministerio de Educación Nacional (MEN), en sus Estándares Básicos de competencias, estos constituyen uno de los parámetros de lo que todo niño, niña y joven debe saber y saber hacer para lograr el nivel de calidad esperado a su paso por el sistema educativo (MEN, 2009). Para el caso de la Educación Media colombiana, existirán entonces unos Estándares básicos de competencias en Ciencias Naturales, de los cuales se resaltan tres, por el nivel de escolaridad (undécimo) y la época del año en el que se desarrolló la implementación del presente trabajo.

1. Identifico cambios químicos en la vida cotidiana y en el ambiente.
2. Relaciono la estructura del carbono con la formación de moléculas orgánicas.
3. Relaciono grupos funcionales con las propiedades físicas y químicas de las sustancias.

Teniendo en cuenta estos Estándares básicos de competencias propuestos por el MEN para la Educación media colombiana y el objetivo que se espera que se cumpla para la culminación de este grado, el cual menciona lo siguiente: *Relaciono la estructura de las moléculas orgánicas e inorgánicas con sus propiedades físicas y químicas y su capacidad de cambio químico* resulta indispensable trabajar con una metodología objetiva que permita dar alcance a estas competencias.

Es por esto que el presente trabajo se precisará en lo cognitivo, con la finalidad de potenciar en los estudiantes del grado undécimo del Instituto Pedagógico Nacional de ahora en adelante denominado IPN, las habilidades del Pensamiento Crítico, pues este se considera como la única manera de aprender cualquier disciplina porque se tendrá que pensar críticamente para dirigirse hacia el interior de la misma. El pensamiento crítico, por tanto, resultará necesario para todo ámbito de aprendizaje efectivo y para todos los niveles en la educación pues permite que los estudiantes dominen sistemas, sean en mayor proporción autointrospectivos, capaces de analizar y evaluar ideas de un modo más eficaz y que puedan llegar a poseer un mayor control sobre su aprendizaje, los valores que tienen y sus vidas (Paul & Elder, 2005).

Con base en lo anterior, el trabajo se centralizó en una secuencia de actividades para generar solución a unos problemas, siendo esta una de las habilidades del pensamiento crítico que permite potenciar las demás habilidades que lo constituyen. Como elemento de entrada se implementó un test¹ de pensamiento crítico para cuantificar mediante una escala valorativa en qué nivel de pensamiento crítico se encontraba cada estudiante, posteriormente se llevó a cabo la implementación de las actividades para la población objeto de estudio construidas a partir de algunos fundamentos de la fitoquímica, los métodos extractivos de maceración, soxhlet y percolación para la obtención de pigmentos naturales provenientes de especies vegetales (hojas de malva, caléndula y mosto de uva) y algunas reacciones cualitativas de identificación para los mismos, esto en búsqueda de indagación y argumentación por parte de los estudiantes acerca de la pigmentación natural, sintética y la química implicada que esta presenta. Finalmente se implementó el

¹ Tomado de Zaldívar (2010). *El Constructo "pensamiento crítico"*. Universidad de Zaragoza.

mismo test para realizar una comparación mediante la cuantificación de los resultados obtenidos y construir un análisis a partir de la solución de los problemas a los que llegaron los estudiantes teniendo en cuenta que este fue el derrotero de investigación.

2. JUSTIFICACIÓN

En el presente trabajo, surge la idea de trabajar las habilidades del pensamiento crítico, haciendo especial énfasis en la solución de problemas en estudiantes del grado 1103 del IPN, en relación con Zoller, Nickerson, Shannon y Allen (como se citó en Beltrán & Torres, 2009) surge una preocupación con relación al desarrollo de las habilidades del pensamiento crítico en estudiantes para los profesores y los investigadores en el área de la educación y esto se debe a que el proceso de enseñanza y aprendizaje, además del trabajo que a diario se realiza en un aula se ven afectados porque los estudiantes no desarrollan satisfactoriamente o bien no demuestran sus habilidades cognitivas, es por este causante principalmente que su desempeño y sus procesos de aprendizaje se ven obstaculizados como a su vez la habilidad de resolución de problemas (Beltrán y Torres, 2009).

Brookfield, (como se citó en Beltrán & Torres, 2009) considera que, para esta instancia, será vital en el proceso que llevan los estudiantes cuando aprenden un desarrollo óptimo de las habilidades de pensamiento crítico que fortalezcan y generen argumentos de peso para el constructo de reflexión, procesamiento y análisis de la información que les llega de todos los ámbitos, esto les llegará a convertirse en una persona plenamente desarrollada.

Es entonces que Rivera, (como se citó en Córdoba, 2012) afirma que las habilidades del pensamiento crítico son entendidas como un saber – hacer, que necesita de los procesos cognitivos precisos para que el sujeto genere una construcción del conocimiento mediante la información que se le está siendo suministrada, esto además de que el sujeto haga evidente el resultado (su saber).

Por estas razones se considera pertinente que el desarrollo de las habilidades del pensamiento crítico en estudiantes de Educación Media en Colombia resulta fundamental para que los procesos en la generación de argumentos para construir una reflexión sólida y coherente además del procesamiento y análisis de la información que les llega de múltiples fuentes se ejecuten de una forma más adecuada. Es entonces que Montoya (como se citó en Mendoza, 2015) considera que para que la educación del pensamiento se genere, es necesario incrementar y hacer eficientes las políticas y programas, tanto de organismos internacionales como locales o nacionales. Además de esto, que se suscite un cambio de carácter educativo que haga especial énfasis en el desarrollo del Pensamiento Crítico, y que, por otro lado, desde la parte práctica, se inicie una reforma que involucre el currículo en donde sea de carácter relevante la integralidad en la formación.

Por lo expuesto anteriormente se desataca que una posible propuesta pedagógica y didáctica para potenciar las habilidades del pensamiento crítico en los estudiantes de Educación media, del grado 1103 del IPN se podrá ejecutar a través de la implementación de una secuencia de actividades que se centraliza en la “solución de problemas” con la finalidad de fortalecer las habilidades del pensamiento crítico, esta secuencia está pensada en la extracción e identificación de pigmentos naturales pues permite relacionar la química orgánica que están cursando para el periodo académico del año, además de

encaminar la búsqueda del objetivo de los Estándares Básicos del MEN propuestos para la Educación Media colombiana.

Esta habilidad presenta gran interés para tener en cuenta en el presente trabajo pues ya ha sido analizada con anterioridad por investigadores en educación (Mendoza, 2015). Es por lo tanto que será considerada como derrotero de la investigación, pues Guerci (como se citó en Mendoza, 2015) recomienda llevar a cabo los procesos formativos por esta vía porque esta conlleva la interrelación entre pensamiento y sentimiento, constituyentes claves para estimular el Pensamiento Crítico, esto además de generar aproximaciones a la realidad. Pues, el hecho de pasar de la percepción de la persona a la construcción de una solución sujeta a una argumentación, formará en el intelecto una competencia de un altísimo valor y relevancia porque esta pasará por campos de acción mental que resultan bastante beneficiosos como el analizar, sintetizar y evaluar dentro de fronteras coherentes y razonables para el individuo.

3. ANTECEDENTES

Para la revisión de los antecedentes del trabajo presentado se tendrán en cuenta todos los trabajos que resulten significativos y que contribuyan de alguna forma u otra en la construcción del documento basándose en los tópicos de: fitoquímica, extracción e identificación de pigmentos naturales y el pensamiento crítico.

3.1 Internacionales:

La autora Parra (2004) desarrolla un estudio comparativo en la aplicación que se tiene respecto a los colorantes de procedencia natural y sintética en los alimentos, y realiza una perspectiva funcional y toxicológica.

Las autoras Castillo & Ramírez (2006) realizan una investigación basándose en prácticas de laboratorio para la obtención de colorantes naturales a partir de especies vegetales comestibles, además de desarrollar la extracción de estos compuestos orgánicos realizaron las respectivas pruebas de identificación y pruebas microbiológicas para descartar la presencia de bacterias y hongos.

Las autoras Cruz e Hinojosa (2015) diseñan y construyen un secador por atomización para obtener el colorante natural proveniente de una hortaliza (remolacha) desarrollando la extracción de este a través de métodos que beneficiaran el proyecto y además realizan un estudio de mercadeo para este método.

3.2 Nacionales:

Las autoras Arroyave & Gómez (2006) construyen la elaboración de un producto para generar tinción en el cabello con base en colorantes naturales, desarrollando los laboratorios de extracción y su respectivo tratamiento, además analizaron su estabilidad física y realizaron un estudio de mercadeo para el producto.

Las autoras Beltrán & Torres (2009) construyen un artículo de su trabajo de investigación que tuvo como finalidad describir un estado inicial de las habilidades que permiten el desarrollo del pensamiento crítico, posterior a ese diagnóstico, mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje desde el área de la Química para potenciar estas habilidades mediante el diseño y la implementación de un programa de intervención cognitiva, el trabajo se desarrolló con una población de estudiantes de Educación Media de grado undécimo en donde implementaron el Test HCTAES que fue propuesto por Halpern en el año 2006.

3.3 Locales:

Los autores Cardozo y Solórzano (2014) desarrollan un diseño e implementan una serie de actividades didácticas orientadas desde las cuestiones sociocientíficas (CSC), construidas a partir de la polémica que existe sobre el uso de agrotóxicos en las especies vegetales y los efectos que esto trae consigo al nivel socio – ambiental. Esto lo llevaron a cabo con el uso de una agrotóxina de origen natural que se extrajo del ají (*Capsicum frutescens*) mediante la técnica de percolación, con el propósito de favorecer el

pensamiento crítico en los estudiantes mediante la controversia descrita que gira en torno a la sociedad junto con sus dimensiones de carácter económico, político, cultural, ambiental, etc. para la enseñanza y el aprendizaje de la química orgánica.

Las autoras Castiblanco y Muñoz (2018) desarrollan un trabajo de investigación en la Universidad Pedagógica Nacional basándose en la metodología de investigación científica abarcando el tema de colorantes naturales (carotenos) para promover las habilidades del pensamiento crítico desde la formulación de preguntas con carácter científico y su resolución a partir de pruebas derivadas del trabajo llevado a cabo por parte de la población objeto de estudio. La metodología se configura dentro de la categoría de investigación de tipo mixta, la cual, pretende alcanzar los objetivos propuestos por las investigadoras.

4. MARCO TEÓRICO

4.2 Colorantes

Estos presentan varias definiciones, pero de manera general se entiende que estos son cualquier producto químico que se encuentra dentro de un gran grupo de sustancias o moléculas, empleados para la fijación del color en tejidos, tintas, productos alimenticios y muchas más sustancias, principalmente en la industria textil y alimenticia, por la oferta y demanda que estas presentan respectivamente.

Por otra parte, la FDA (como se citó en Parra 2004) la define como aditivo colorante a cualquier pigmento natural (obtenida de vegetales, animales y/o minerales) o sustancia sintética que presente la característica de fijar (colorear) cualquier superficie.

Consecuentemente, la definición para los colorantes (como se citó en Arroyave & Gómez, 2006) es considerada como las sustancias con color, que presentarán solubilidad en agua o en solventes de naturaleza orgánica y tienen en su estructura grupos reactivos que se fijan a los múltiples sustratos en donde son empleados.

Además, este, al ser un gran grupo, tendrá características únicas según la superficie donde actúe, pues Semarnat (2002) (como se citó en Arroyave & Gómez, 2006) menciona que tendrá varias subdivisiones, encontrándose un grupo, el cual los clasifica en: colorantes naturales, tintes naturales y pigmentos naturales. Los colorantes naturales serán los productos que se adicionan en la industria alimenticia para proporcionarles un color específico con la finalidad de hacerlos agradables a la vista para el consumidor. Están también los tintes naturales, los cuales serán utilizados en la tinción de la industria textil, maderas o demás superficies, y finalmente, se encuentran los pigmentos naturales, los cuales son los responsables de generar el color visible en todas las especies vegetales, además, estos son utilizados en la industria farmacéutica.

Los colorantes, por lo tanto, tendrán una clasificación en dos grandes grupos, por una parte, se encuentran los colorantes sintéticos o artificiales creados por el hombre y a su vez, los colorantes provenientes de una fuente natural, denominados colorantes naturales.

4.2.1 Radicales presentes en los colorantes

Los colorantes son compuestos químicos de estructuras bastante complejas, y según la teoría que trabajó Witt estos pueden poseer en sus fórmulas estructurales determinados grupos, los cuales reaccionarán con grupos de la fórmula química que tiene la superficie (Paredes, 2002).

Siguiendo estos postulados, Paredes (2002) menciona que se pueden encontrar los siguientes grupos:

- **Grupos cromóforos**

La palabra cromóforo se deriva de raíces griegas: en donde, cromos significa color y foros significa llevar. Según la teoría propuesta por Witt, esta palabra significará llevar un color a la fibra o a una superficie. Witt, observó que todos los colorantes conocidos para la época presentaban un grupo saturado de gran importancia pues era el responsable del color. Por regla genérica, se necesitará más de un grupo cromóforo para que el color pueda ser percibido: teniendo como ejemplo la acetona.

Las moléculas que tienen en su estructura un grupo cromóforo se denominan cromógenos. Para el caso de los cromóforos más conocidos se describen los siguientes:



Figura 1. Estructura de grupos cromóforos. Paredes (2002).

Para el caso de los grupos cromóforos que se destacan por intensificar el color, se presentan los siguientes: azobenceno (color naranja) y nitrobenzeno (amarillo pálido).

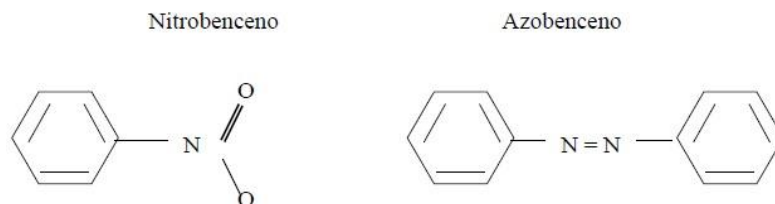


Figura 2. Grupos cromóforos que intensifican el color. Paredes (2002).

Estos grupos (cromóforos) son sustancias que absorben luz a una longitud de onda específica (400 y 800 nm) la cual permitirá que estas se puedan visualizar con colores. Inicialmente, el término cromóforo se aplica al sistema que resulta responsable de generar la coloración, pero en la actualidad este hace referencia a cualquier grupo

funcional que sea capaz de absorber radiación electromagnética, aunque no produzca alguna coloración. Un ejemplo de este grupo, sería el carbonilo.

Cuando un grupo de los anteriormente nombrados absorbe a cierta longitud de onda y al sustituir un grupo por otro se genera absorción a una longitud de onda mayor, se considera que se ha ejecutado un desplazamiento batocrómico. La cual va cambiando la absorción desde el violeta hasta el rojo, pasando por los colores azul, verde, amarillo, y anaranjado. El color que percibirán los ojos humanos será el que se ha absorbido completamente. Ahora, si el desplazamiento se ejecuta al contrario este se denominará como hipsocrómico. Ahora bien, cuando en una estructura molecular se encuentran dos o más grupos cromóforos separados por dos o más enlaces sencillos, el efecto en el espectro será aditivo debido a la interacción electrónica entre estos grupos.

Ambos compuestos, derivan de la molécula del benceno por si solo absorben en la región del ultravioleta haciendo que sea de carácter incoloro. Los grupos cromóforos no poseen color, lo que permite observar la coloración se genera por la posición apropiada en los anillos bencénicos, los enlaces dobles que presentan estas moléculas tendrán la capacidad de conjugarse con los dobles enlaces del resto de la molécula, por lo tanto, los demás orbitales π serán ocupados haciendo que el color sea más intenso.

- **Grupos auxocromos**

La palabra auxocromo se deriva de las raíces griegas: auxo, que significa aumentar y cromos que significa color. Teniendo en cuenta lo que considera UIT, estos grupos son grupos atómicos que generarán intensidad de la acción de los grupos cromóforos haciendo que la sustancia presente propiedades tintóreas.

Los grupos que son más ampliamente conocidos se presentan a continuación:

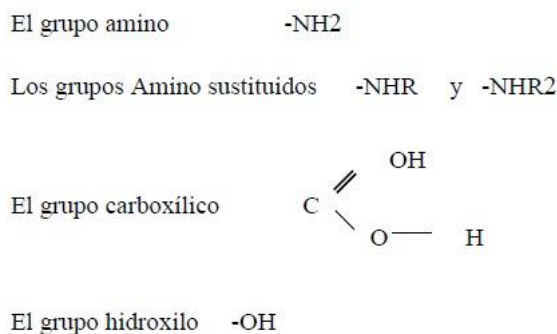


Figura 3. Estructura de grupos auxocromos. Paredes (2002).

La influencia de estos grupos en el desarrollo del color está demostrada por los siguientes compuestos: anilina, fenol, nitrofenol, nitroanilina. El fenol y la anilina contiene grupos hidroxilos y amino, respectivamente, pero estos presentan características incoloras.



Figura 4. Estructura molecular de la anilina y el fenol. Paredes (2002).

Todos estos grupos tienen la característica de dar electrones. Son, además, responsables de la formación de sales débiles fácilmente solubles con la finalidad de que el colorante pueda pasar a la superficie y esta sea susceptible de convertir una sustancia coloreada en un colorante.

Algunos átomos de carácter halógeno también intensifican el color, en el siguiente orden: - C - X.

Siendo X: Cl, Br, F y I.

- **Grupos salificables**

Esta clase de grupos le dan al colorante la propiedad de actuar, haciendo que el colorante sea insoluble en agua. Un ejemplo de esto sería el naranja de metileno o dimetil amino azo bencen sulfonado de sodio.

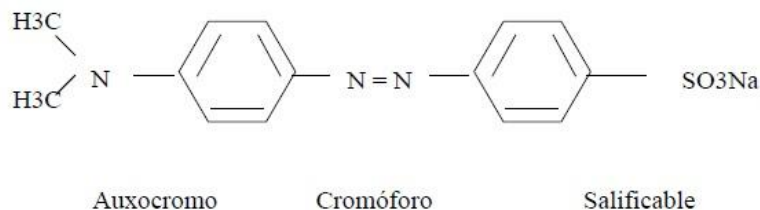


Figura 5. Estructura molecular de los grupos salificables. Paredes (2002).

Las estructuras moleculares que contienen a los grupos auxóchromos pueden ser salificables, esto indica que, estas pueden ser transformadas en sales por al ejecutar un tratamiento con un ácido (para los compuestos derivados de amidas) o con una base (para los compuestos derivados hidroxilados).

Se tendrá en cuenta que, para los grupos SO₃H (sulfónico) y COOH (carboxílico) que tienen como finalidad solubilizar a los colorantes permitiendo su transformación en sales se denominan “iogenos”.

4.2.2 Colorantes artificiales

Según Arango (como se citó en Arroyave & Gómez, 2006) menciona que todos los colorantes sintéticos se obtendrán mediante una síntesis química, su uso y

comercialización se expandió considerablemente en el siglo XIX con el desarrollo de la industria que generaba colorantes orgánicos sintéticos, actualmente se ha disminuido su uso y por lo tanto su demanda porque se ha descubierto que el uso de algunas de estas sustancias resulta tóxico para la salud y es por esto que se ha aumentado considerablemente el uso de colorantes de fuentes naturales.

Desde otra perspectiva, Castillo y Ramírez (2006) mencionan que la complejidad de la estructura en su composición resulta ser menos compleja que la que presentan los colorantes de origen natural, además resultan ser hidrosolubles y se presentan en polvo junto con normas específicas para cada colorante refiriéndose a su porcentaje de pureza.

En la mayoría de los casos, la mayor preocupación se observó en el uso de estos colorantes en los alimentos, además de los entes que reglamentan y supervisan esta industria los consumidores exigieron que este grupo de colorantes presenten investigaciones exhaustivas porque a lo que se refiere en salud estos representan un mayor índice de toxicidad frente a los colorantes naturales. Es por esto por lo que múltiples empresas se vieron obligadas a revisar el uso de estos colorantes en sus productos y reemplazarlos en lo posible por colorantes provenientes de fuentes naturales. Algunos de los efectos nocivos se encuentran: problemas de alergias que afectan la respiración, posibles efectos cancerígenos, afección hepática, etc. (Castillo & Ramírez, 2006).

Para finalizar, SECCO (como se citó en Parra, 2004) resalta que se entienden por colorantes artificiales a los que son elaborados por el hombre a través de síntesis química y, por lo tanto, no existirán en la naturaleza.

4.2.3 Colorantes naturales

Para la FDA (como se citó en Arroyave & Gómez, 2006) últimamente este grupo de colorantes presenta un grado de interés elevado por sus características toxicológicas, pues por naturaleza, estos pueden ser de origen orgánico o inorgánico. Ahora bien, la importancia de estos se había visto opacada por el uso exponencial de colorantes sintéticos, pues la introducción de colorantes derivados del petróleo, el aluminio y el carbón resultaban ser más eficientes y presentar un menor costo de producción. Actualmente, las industrias farmacéuticas, de alimentos y cosmética retomaron el uso de colorantes naturales en sus productos, pues la prohibición y el seguimiento de los colorantes sintéticos se hizo exhaustiva en los últimos años, encontrando que el uso excesivo de estos producía efectos cancerígenos graves.

Es por esto por lo que la industria de alimentos ha reducido considerablemente el uso de colorantes sintéticos y/o artificiales prohibiendo su uso, a su vez, han retomado la implementación de colorantes de origen natural.

Este término se aplicará entonces a aquellos productos que provengan únicamente de una fuente animal, vegetal y en algunas ocasiones mineral. Estos serán los que se obtienen mediante material biológico, tal es el caso de algunos insectos y/o los que se obtienen por el calentamiento de un alimento, como el caramelo (Castillo & Ramírez, 2006).

Cabe aclarar que los dos colorantes, tanto de origen sintético como de origen natural, no garantizan en algunos casos su grado de toxicidad por su fuente de origen, es por esto por lo que ambos tipos de colorantes son sometidos a investigaciones exhaustivas de análisis para establecer su seguridad previa al uso en cualquier producto.

En todo caso, los colorantes naturales se pueden considerar en mayor medida cuando provienen de especies vegetales. Lock Sing de Ugaz (1997) afirma:

Son muchas las plantas superiores que producen colorantes; a pesar de su universalidad no están lo suficientemente concentrados para permitir una rápida y económica extracción, y en consecuencia son relativamente escasas las que tienen gran importancia comercial como fuente de colorantes. Así, el escoger una planta a ser usada con tal fin es determinada por consideraciones económicas; el material debe estar disponible en suficiente cantidad a un precio razonable, el proceso para obtener el colorante no debe ser excesivamente complejo y costoso, y el producto final debe cubrir las perspectivas industriales y los requerimientos legales de los gobiernos. (p.2 – 3)

Dadas las múltiples fuentes de colorantes naturales, se crean tres divisiones según su procedencia, en las cuales se encuentran: vegetales, animales y minerales.

4.2.3.1 Colorantes vegetales

El grupo de estos colorantes proviene de especies vegetativas y este a su vez se divide en seis grupos. Según lo afirma Arroyave & Gómez (2006):

- Carotenoides: La estructura general para gran proporción de este grupo es poliénica, con 40 átomos de carbono y a su vez encontramos dos grupos: carotenos y xantofilas.
- Clorofila: Este se considera el pigmento de más presencia en la naturaleza pues se encuentra en los cloroplastos. Este es soluble en solventes no polares y los tipos de clorofila con mayor grado de importancia son la clorofila alfa y beta, presentando una proporción de 3:1.
- Antocianinas: Estos pigmentos son hidrosolubles y presentan características de glucósidos, además estos son los responsables de los colores rojo, anaranjado, azul y púrpura característico en las uvas, las manzanas y las fresas.
- Flavonoides: Estos son glucósidos que se forman por aglicona que en la mayoría de los casos resulta ser derivado del 2-fenilbenzopirona, estos pigmentos son los responsables de generar el color amarillo en las especies donde se encuentra presente.
- Betalaínas: Este grupo hace referencia a un conjunto de pigmentos el cual abarca a cerca de 70 pigmentos hidrosolubles, también presentan estructura de glucósidos y estos a su vez se dividen en dos grandes grupos: betacianinas (genera el color rojo) y las betaxantinas (responsables del color amarillo).
- Taninos: Estos son un grupo de compuestos fenólicos incoloros entre el amarillo y el café que se han dividido en dos grupos: los que se hidrolizan y los que no se hidrolizan. (p.25 - 28)

Por otra parte, los pigmentos que se encuentran dentro de este grupo se pueden clasificar en cuatro grandes grupos, los liposolubles: para clorofilas y carotenoides y los hidrosolubles: para las betalainas y los flavonoides. Estos últimos pigmentos se encuentran en mayor proporción en las flores y frutos. En gran medida, los botones de las flores contienen clorofilas, las cuales se desaparecen con el tiempo mediante la síntesis de los demás pigmentos que hacen parte de la flor. En algunos casos, las clorofilas permanecen generando coloraciones en diferentes tonalidades de verde en los pétalos. Los colores generados por los carotenoides, la clorofila, Chalconas y auronas surgen de procesos de pigmentación no tan complejos, ya que el color del pigmento será el de los pétalos, pero para el caso de las antocianinas estas presentarán un mecanismo complejo de coloración el cual ha sido de gran relevancia para el desarrollo de múltiples investigaciones desde el siglo XX (Marcano & Hasegawa, 2002).

Ahora bien, las especies vegetales que se tendrán en consideración para desarrollar y realizar el proceso de extracción e identificación para los distintos pigmentos serán las siguientes: uva Isabella (*Vitis labrusca*), caléndula (*Calendula officinalis*) y la malva (*Malva sylvestris*). En las cuales, por razones visuales, y por presentar los pigmentos naturales de interés se profundizarán en los colorantes de los siguientes tipos: antocianinas, β -caroteno y clorofila.

Antocianinas

En los tiempos actuales no es de extrañar la creciente preocupación que tiene el uso de los colorantes provenientes por vías artificiales o creadas por hombres, pues Hallagan, 1991 y Lauro, 1991, en sus investigaciones han revisado la toxicidad cuando son empleados en productos alimenticios, de belleza y farmacéuticos, encontrando que en algunos países como Austria, Japón, Noruega y Suecia el uso de los colorantes rojo No. 2 y No. 40 había sido prohibida. Pero para el caso de Estados Unidos, el rojo No. 40 aún se encontraba en revisión (Garzón, 2008). Breakey et al. & McCann et al. (como se citó Garzón, 2008) consideran que estos descubrimientos se pueden asociar con las modificaciones en la hiperactividad que presentan los niños que se encuentran en la etapa escolar considerándose entonces, un mal neuronal agudo. Huck y Wilkis; Birks; Ersus y Yurdagel; Olaya et al.; Wallace y Giusti (como se citó Garzón, 2008) sostienen que dichas investigaciones resultan ser suficientes para reducir la demanda que generan los colorantes artificiales a favor del consumo que tienen los colorantes naturales procedentes de fuentes naturales tales como las antocianinas. Es entonces que se generan políticas reguladoras, en cuanto a los colorantes naturales que provienen de las antocianinas, y estas variarán según el país Ottersaäter, 1999 (como se citó en Garzón, 2008). Y en esta revisión, se evidencia que Estados Unidos es el país que más restringe el uso de las antocianinas como colorantes naturales, pues allí, cuatro de los 26 colorantes que no tienen certificación pero que tienen aprobación para usarlos en alimentos provienen del mosto de la uva, de su extracto del jugo de las futas y vegetales. Las fuentes vegetales a las que más recurren para la extracción de antocianinas son los rábanos, el repollo morado y algunas bayas que presentan coloraciones púrpuras y/o azuladas según Wrolstad (como se citó en Garzón, 2008). Por otro lado, Ottersäter (como se citó en Garzón, 2008) afirma que, para el caso de la Unión Europea, Chile,

Colombia, Perú, y algunos países asiáticos todos los colorantes que provienen de las antocianinas son considerados como colorantes naturales.

Estructura de las antocianinas y su color

Las antocianinas son moléculas orgánicas de gran complejidad, y son las responsables de generar colores característicos en las especies vegetales Garzón (2008) afirma:

Las antocianinas son glucósidos de antocianidinas, pertenecientes a la familia de los flavonoides, compuestos por dos anillos aromáticos A y B unidos por una cadena de 3 C. Variaciones estructurales del anillo B resultan en seis antocianidinas conocidas (Fig. 6).

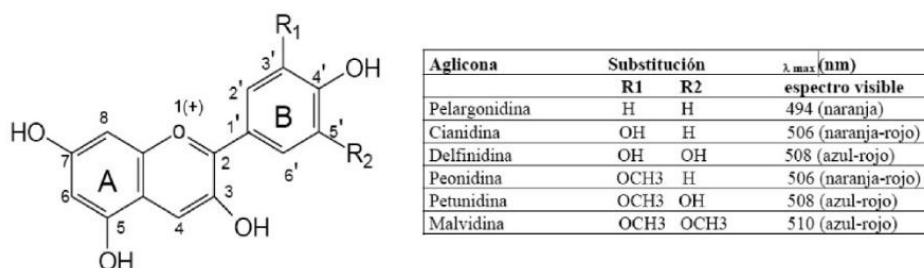


Figura 6. Estructura y sustituyentes de las antocianinas. Durst y Wrolstad (2001). (como se citó en Garzón, 2008).

El color de las antocianinas dependerá del número y orientación de los grupos hidroxilo y metoxilo en la molécula. Cuando resultan incrementos en la hidroxilación, estos producirán desplazamientos y generarán tonalidades azules, pero si por el contrario, se llevan a cabo incrementos en las metoxilaciones se producirán tonalidades rojas. En la naturaleza, se encontrarán siempre sustituciones glicosídicas en las posiciones 3 y/o 5 con mono, di o trisacáridos que favorecen la solubilidad, y dentro de los sacáridos que permiten estas sustituciones se encuentran, entre los más comunes a la glucosa, la galactosa, la xilosa, la ramnosa, arabinosa, rutinosa, soforosa, sambubiosa y gentobiosa. Pero, resulta importante destacar que existirán más variaciones en las estructuras de las antocianinas, pues otra posibilidad resulta en la acilación de los residuos de los azúcares de la molécula con ácidos de carácter orgánico, siendo estos alifáticos, como el malónico, el acético, el málico, succínico u oxálico y por el lado de los ácidos orgánicos aromáticos resultan ser el p-coumárico, caféico, ferúlico, sinápico, gálico o p-hidroxibenxóico (Garzón, 2008). Por otro lado, Stintzing *et al.*, (como se citó en Garzón, 2008) comprobaron que el tipo de sustitución, bien sea glicosídica o de acilación, generan efectos en el tono de las antocianinas; es entonces que las sustituciones glicosídicas en la posición 5 de igual forma que las acilaciones aromáticas, producen un desplazamiento hacia la gama de las tonalidades púrpura.

Biosíntesis

Según afirma Springob *et al.*, (como se citó en Garzón, 2008). Los precursores de las antocianinas se encuentran caracterizados.

Se ha establecido experimentalmente que al anillo A de las antocianinas se sintetiza por la ruta del ácido malónico con la condensación de tres moléculas de malonil-CoA, mientras que el anillo B se sintetiza por la ruta de ácido shikímico. El ácido shikímico da paso a la fenilalanina que por acción de una fenilalanina amonía liasa (PAL), y después de una pérdida de NH₃ se convierte en ácido p-coumárico. El p-coumaril-CoA luego participa en una reacción de condensación con las tres moléculas de malonil-CoA para formar una chalcona de 15 C, reacción propiciada por una chalcona sintetasa. Este compuesto intermedio de 15 C es transformado en una flavanona en una reacción catalizada por una chalcona isomerasa. Finalmente, la flavanona es transformada en la correspondiente antocianidina por una reacción de hidroxilación en el carbono 3 seguida por una deshidratación (Fig. 7). La molécula de antocianidina se estabiliza por glicosilación del heterociclo; reacción en la que interviene una glicosil transferasa y posterior posibles reacciones de metilación de los hidroxilos seguidas de acilaciones. (p.29 - 30)

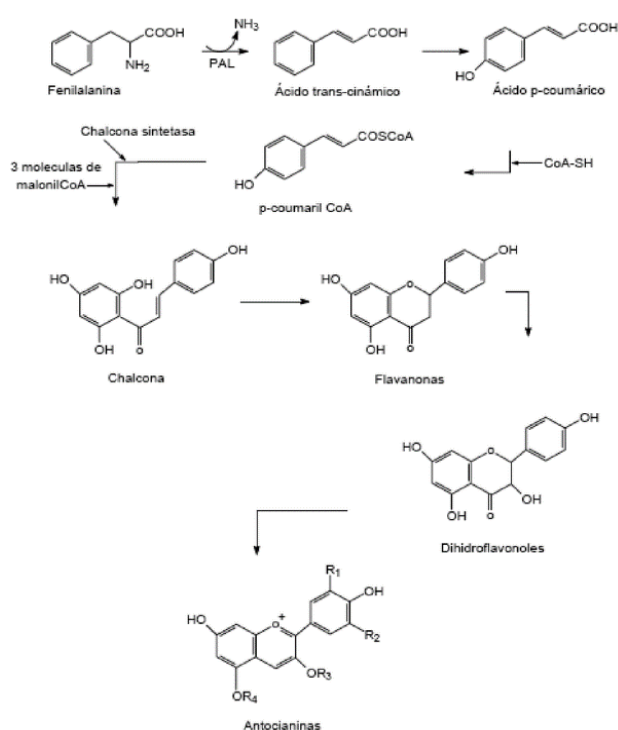


Figura 7. Ruta general de biosíntesis de las antocianinas Delgado & Vargas, (2000) (como se citó en Garzón, 2008).

Factores químicos que determinan la coloración y la estabilidad de las antocianinas

Wrolstad, Cevallos-Casals y Cisneros Zeballos (como se citó en Garzón, 2008) consideran que pese a todas las ventajas que presentan las antocianinas como posible reemplazo de algunos colorantes artificiales, la incorporación de las mismas en alimentos, productos farmacéuticos y cosméticos resulta un poco limitada, pues su estabilidad en todo lo que tiene que desarrollarse para llevarlo a cabo es baja. Es entonces que múltiples

factores externos serán los responsables de la baja estabilidad que presentan las antocianinas, siendo la estructura química, el pH del medio donde se encuentren, la concentración, la temperatura, la presencia de oxígeno, de ácido ascórbico y la actividad del agua que presenta la matriz determinarán la estabilidad del pigmento (Garzón, 2008).

Como en el presente trabajo, se trabajó únicamente el efecto del pH para su identificación se hará especial énfasis en éste.

Efecto del pH

Este tiene un efecto en la estructura y en la estabilidad de las antocianinas (Fig. 8). Al modificar el pH del medio donde se encuentran las antocianinas hacia un medio ácido este le conferirá un efecto protector sobre la molécula. En soluciones acuosas cuyo valor de pH resulte inferior a dos, el 100% del pigmento se encontrará en su forma más estable o de catión flavilo (AH^+) característico por presentar un color rojo intenso. Ahora bien, si por el contrario, los valores del pH incrementan, esto conllevará a que ocurra una pérdida del protón y adición de agua en la posición 2, siendo esto el precursor de un equilibrio entre la pseudobase carbinol o hemicetal (B) y la forma chalcona (C), o de una cadena que está abierta. Bien sea para el hemicetal como la chalcona, resultan características por presentar bastante inestabilidad y ser incoloras. Para finalizar, Hutchings, (como se citó en Garzón, 2008) cuando se presentan valores de pH superiores a siete se generan las formas quinoidales (A, A^-) con tonalidades púrpura que se degradarán rápidamente por la oxidación que favorece el oxígeno presente en el aire.

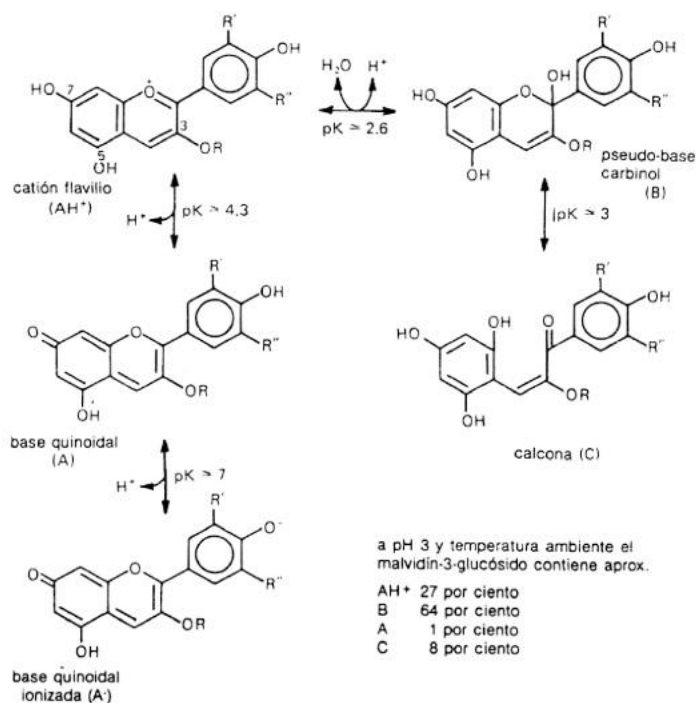


Figura 8. Estructura de las antocianinas a diferentes valores de pH Coultate, (1984) (como se citó en Garzón, 2008).

Carotenoides

Como generalidades Oliver & Palou (como se citó en González, 2010) afirman que, son compuestos tetraterpenoides, que están formados por ocho unidades de isoprenos y biosintetizados a partir del precursor siopentil pirofosfato, el cual se genera por el ácido mevalónico. La cadena isoprenoide de los carotenoides se obtiene por la unión de cuatro unidades del isopentil pirofosfato, que es seguida de la unión de dos unidades de geranil – geranil pirofosfato para generar el primer producto que presenta cuarenta átomos de carbono, el denominado fitoeno (Fig. 9).

Ahora bien, Delgado – Vargas, Jiménez, & Paredes López (como se citó en González, 2010) mencionan que este compuesto sufre de reacciones de deshidrogenación que conllevan la formación de la molécula de licopeno. Siendo así, que todos los carotenoides se consideran derivados de esta molécula pues se llevan a cabo reacciones de hidrogenación, ciclización, inserción de oxígeno, migración de dobles enlaces y grupos metilos, etc.

Es por esto que las diferentes estructuras de este grupo presentarán bastantes dobles enlaces y varias ramificaciones con grupos metilo.

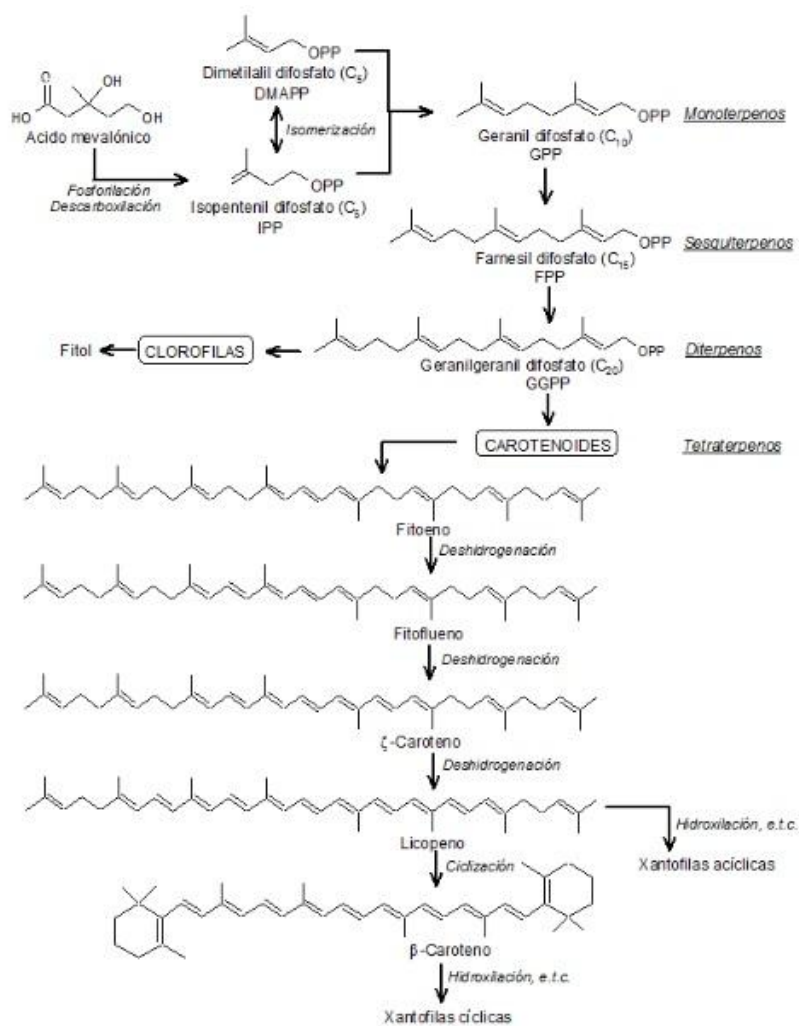


Figura 9. Biosíntesis de los carotenoides Britton; Liaaen – Jensen; Pfander (1998) (como se citó en González, 2010).

La clasificación de este grupo de moléculas se puede hacer en dos grupos principalmente, pues Britton & Krinsky – Johnson (como se citó en González, 2010) consideran que en el primero se encuentran los carotenos, y en el segundo las xantofilas. La diferencia radica en que los carotenos presentan una estructura que solo contiene carbono e hidrógeno, y las xantofilas además de presentar carbono e hidrógeno en su estructura presentan oxígeno. Este estará presente en estas moléculas en forma de grupos sustituyentes como el hidroxilo, carbonilo, y el epóxido. En general, este gran grupo de moléculas en los extremos de sus estructuras pueden presentar linealidad y aromaticidad (ciclos). Por ende, múltiples combinaciones de estas características en sus estructuras han llevado a encontrar más de 600 carotenoides diferentes en plantas.

Entre los carotenoides más comunes se encuentran el β-caroteno, licopeno, cantaxantina, astaxantina, β-criptoxantina, capsantina, zeaxantina, luteína y demás. Seguido de esto, se

presentan (Fig.10) algunos carotenoides con sus estructuras, principales usos y la especie vegetal donde pueden ser encontrados (González, 2010).



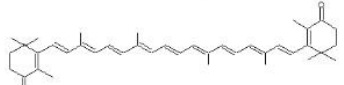
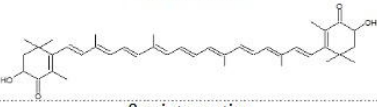
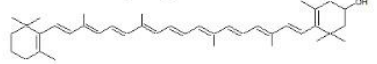
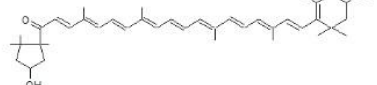
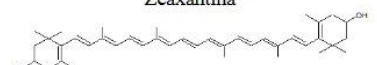
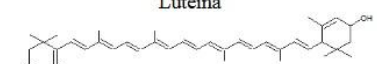
Nombre y estructura	Fuentes / Usos
<p>β-caroteno</p> 	Presente en la zanahoria; es una de las principales fuentes de vitamina A. Otros alimentos ricos en este carotenoide son la espinaca y algunas frutas como el mango.
<p>Licopeno</p> 	Carotenoide más abundante en el tomate; no tiene actividad como pro-vitamina A, pero es un antioxidante eficiente.
<p>Cantaxantina</p> 	Se encuentra en la seta <i>Cantharellus cinnabarinus</i> ; se utiliza como bronceador, ya que se deposita en la piel y permite obtener un tono dorado sin necesidad de sol.
<p>Astaxantina</p> 	Este pigmento se encuentra en animales como la trucha, el salmón y de algunos crustáceos, y es el responsable de los tonos rojizos de sus carnes.
<p>β-criptoxantina</p> 	Presente en la mayoría de frutas de color amarillo o anaranjado, como la naranja, papaya y melocotón; además presenta actividad como pro-vitamina A, pero menos que el β-caroteno.
<p>Capsantina</p> 	Es el principal carotenoide del pimentón, y prácticamente no se encuentra en otros vegetales.
<p>Zeaxantina</p> 	Es el carotenoide típico del maíz; está presente en la yema del huevo y en varios vegetales.
<p>Luteína</p> 	Se encuentra en las espinacas, el brócoli, aunque su color está enmascarado por el de la clorofila. Junto con la zeaxantina, es el responsable del color de la yema de huevo.

Figura 10. Estructura, fuentes principales y especie vegetal donde pueden ser encontrados Oliver; Palou, (2000) (como se citó en González, 2010).

Los carotenoides, por tanto, son las especies responsables de los colores amarillos, anaranjados y rojos que presentan los alimentos, pues los tallos, las flores y las hojas de las especies vegetales, bacterias, y algunos animales invertebrados marinos, Goodwin (como se citó en González, 2010). Para el caso de los tejidos que presentan coloración verde Britton, & Hornero – Méndez (como se citó en González, 2010) afirman que estas especies se localizan en los cloroplastos, y en los tejidos de tonalidades rojas, anaranjadas y amarillas se localizan en los cromoplastos.

Estos compuestos junto con las antocianinas y las clorofilas, son los pigmentos de procedencia vegetal de mayor proporción en la naturaleza. Por su diversidad estructural y numerosas funciones estos pigmentos se encuentran involucrados en la fotosíntesis; además previenen y protegen la salud de los seres humanos, esto gracias a su actividad antioxidante (González, 2010).

Clorofila

Como generalidades para las clorofilas se sabe que estos pigmentos son los responsables del color verde en todas las especies vegetales, los cuales, se encuentran localizados junto a los carotenoides en los plástidos de las especies vegetales. Estas moléculas son de carácter fotorreceptor encargados de transformar la energía lumínica proveniente de los rayos del sol en energía química, la cual utiliza para el proceso fotosintético. Estas moléculas están constituidas principalmente por cuatro anillos pirrólicos sustituidos, los cuales se encuentran coordinados por el ion magnesio (molécula planar). En las especies vegetales se encuentran generalmente dos tipos de clorofilas, la a y la b, la diferencia radica en que la clorofila a presenta un grupo metilo en el carbono 3 (Fig. 11), mientras que la clorofila b presentará un grupo formilo (Fig.12), las demás clorofilas denominadas c, d y e se encontrarán únicamente en algas acompañadas de la clorofila a. En estas moléculas se encuentra unido un alcohol isoprenoide monoinsaturado que contiene 20 átomos de carbono, el cual se denomina fitol, y este, es el responsable de brindarle el carácter hidrofóbico a la molécula de clorofila (González, 2010).

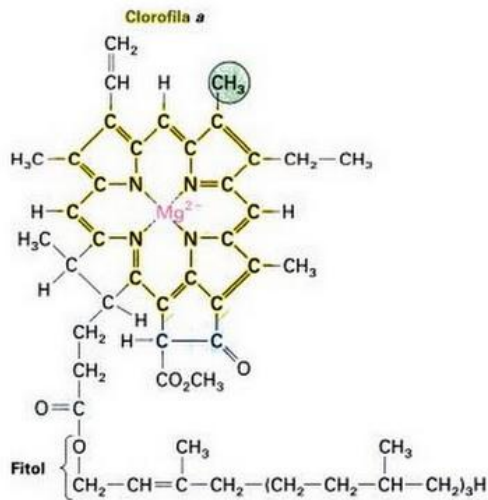


Figura 11. Estructura química de la clorofila Lodish, H. et al. (2005). *Biología celular y Molecular*.

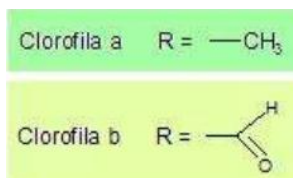


Figura 12. Grupos sustituyentes de la clorofila a y b González, (2010).

Cuando el plastido se encuentra compuesto por una gran concentración de clorofilas, este se denominará cloroplasto. Lo que conlleva a la degradación de estos cloroplastos se debe a la pérdida de las mismas clorofilas generando los cromoplastos, los cuales presentan pigmentaciones entre tonalidades amarillas y anaranjadas, debido en su mayor proporción a la presencia de carotenos y xantofilas (González, 2010).

Los compuestos clorofílicos estarán, por tanto, coordinados por un átomo central de magnesio, y cuando se presentan condiciones ácidas brindadas por el medio en el que se encuentran se produce el desplazamiento de este átomo central por un átomo de hidrógeno permitiendo la formación de la feofitina. Estos compuestos se producirán principalmente por la degradación en las especies vegetales, bien sea por golpes, trituración, calentamiento, fermentación o al ser expuestos a un medio ácido como se mencionó anteriormente. Este cambio en lo estructural de las clorofilas se observará en el cambio de coloración que pasa desde las tonalidades verdes hasta una variación de tonalidades marrón. Ahora, la transformación de los pigmentos que generan coloración en las especies vegetales se debe a que los pigmentos clorofílicos disminuyen su contenido en las frutas cuando estas empiezan a madurar, dando lugar a la formación de otro tipo de pigmentos como los carotenoides, característicos por presentar coloraciones entre el amarillo, anaranjado y rojo. Este proceso es denominado carotenogénesis (González, 2010).

Biosíntesis de la clorofila

La biosíntesis y las rutas de degradación de las moléculas de clorofila resultan bastante complejas, pues estas son moléculas perfectamente adaptadas a algunas funciones específicas como lo son la absorción de luz, la transferencia de energía y la transferencia de electrones, dichas funciones se desarrollarán en el proceso de la fotosíntesis por las especies vegetales. Porra & Beale (como se citó en Taiz & Zeiger 2006) afirman que así mismo como demás biomoléculas, las clorofilas se desarrollarán biosintéticamente mediante rutas en las que se emplean moléculas sencillas como base para construir una molécula más compleja.

Esta ruta de biosíntesis estará constituida por más de una docena de pasos, pero este proceso a su vez se puede dividir en varias etapas (Figura 13), en donde cada una de estas también puede ser detallada específicamente una por una pero que en la célula estarán bastante coordinadas y muy bien reguladas. La importancia de esta regulación en las células resulta fundamental, pues las moléculas de la clorofila libre y muchos de sus moléculas intermedias pueden perjudicar los mismos componentes celulares. Este daño radica principalmente en que las clorofilas al ejecutar el proceso de la absorción de luz de

manera eficaz mientras se presenta una ausencia de proteínas auxiliares las rutas para realizar la dispersión de la energía absorbida se ven bastante reducidos, dando la formación del oxígeno singlete (Taiz & Zeiger, 2006).

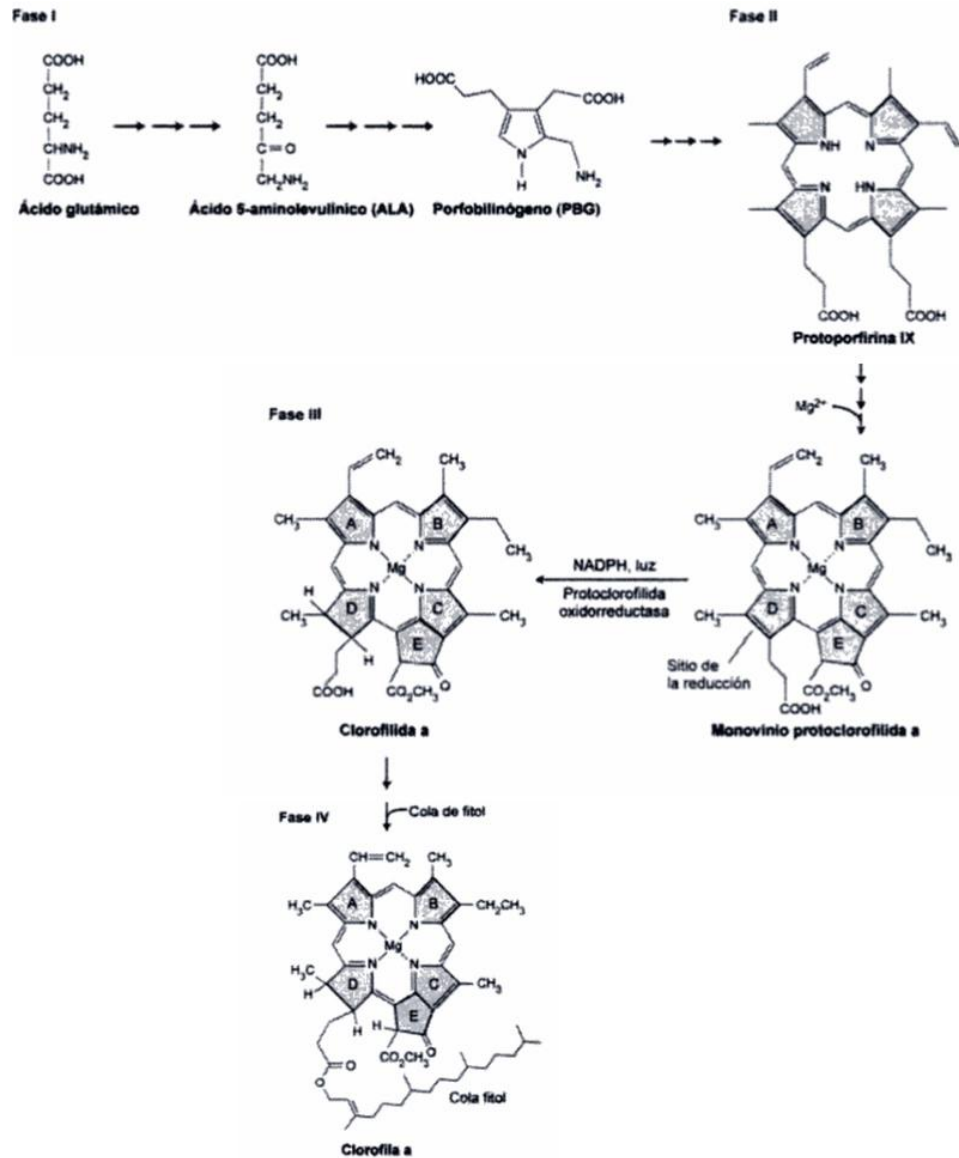


Figura 13. Ruta biosintética de las clorofilas Taiz & Zeiger (2006).

La ruta es iniciada con el ácido glutámico, que es transformado en ácido 5 – aminolevulinico (ALA). Dos moléculas de ALA se condensan para formar el porfobilinógeno (PBG). Cuatro moléculas de PBG se unen para formar la protoporfirina IX. Entonces, se inserta el magnesio (Mg) y se produce la ciclación del anillo E dependiente de la luz, la reducción del anillo D y se completa el proceso con la unión de la cola fitol. Cabe aclarar que muchas etapas del proceso están omitidas en esta figura

4.2.2.2 Colorantes animales

Este grupo de colorantes se divide en dos grupos:

- Mioglobina y hemoglobina: Estas dos estructuras resultan ser proteínas conjugadas o también denominadas hemoproteínas, las cuales son responsables del color rojo característico de la sangre en los músculos en los animales (Arroyave & Gómez, 2006).
- Cochinilla: Este pigmento se obtiene a partir del insecto *Datylolopius Coccus* que se encuentra en los frutos de los cactus de género *Opuntia*. El principio que genera el color es el ácido carmínico, siendo esta una antraquinona responsable de generar el color púrpura (Arroyave & Gómez, 2006).

4.2.3.3 Colorantes minerales

Este grupo de minerales también presenta una subdivisión, pues dependerá de la fuente mineral de donde se extraiga el pigmento y a su vez de su composición química. En este grupo encontraremos:

- Óxido de hierro: Estos óxidos se encuentran naturalmente, pero recurren a la obtención sintética del mismo mediante un tratamiento con sulfato ferroso o cloruro ferroso con una base (Arroyave & Gómez, 2006).
- Dióxido de titanio: Este es un pigmento inorgánico de estructura sólida, siendo éste un polvo denso de color blanco, incoloro e inodoro (Arroyave & Gómez, 2006).
- Azul ultramarino: Este pigmento se produce mediante la pulverización del mineral lápiz lazuli, pero ahora se produce fundiendo en ausencia de aire un sulfato de sodio azufre junto con carbón, aproximadamente por 10 horas (Lugo, 2003 en Arroyave & Gómez, 2006).

Particularmente, la derivación de múltiples investigaciones junto con la aplicación, para el caso de los pigmentos naturales, resulta de gran importancia y se destacan principalmente por los beneficios que traen consigo, pues estos presentarán propiedades antioxidantes anticancerígenas, detoxicantes, antimicrobianas y de protección cardiovascular solo por mencionar algunas, esto se traduce, en usos con fines médicos con el objetivo de mejorar la calidad de vida en las personas haciendo que las investigaciones en este tema, se profundicen y se desarrollen a través de procesos más exhaustivos.

4.3 Pensamiento crítico

El pensamiento crítico, es un proceso complejo y de múltiples investigaciones en el área de la Educación que busca mejorar y desarrollar en los estudiantes múltiples herramientas para que el rendimiento escolar y en su vida mejore junto con sus capacidades de análisis y razonamiento, Beltrán & Torres (2009) afirman que:

El pensamiento crítico, como proceso cognitivo, permite la construcción de un nuevo conocimiento y la utilización estratégica del mismo en la solución de problemas presentes en la vida cotidiana. En la enseñanza de las ciencias además de favorecer la construcción y comprensión de conceptos se debe apoyar el desarrollo de habilidades cognitivas que le permitan al estudiante transformar su contexto en busca de mejorar la calidad de vida. El pensamiento crítico proporciona a los estudiantes las herramientas necesarias para saber el tipo de conocimiento que deben utilizar en determinada situación, además analiza la estructura y consistencia de los razonamientos de las opiniones o afirmaciones que la gente acepta como verdaderas en el contexto de la vida cotidiana. El pensamiento crítico se basa en valores intelectuales que tratan de ir más allá de las impresiones y opiniones particulares, por lo que requiere claridad, exactitud, precisión, evidencia y equidad.

De las habilidades de pensamiento crítico caracterizadas hasta el momento se resaltan las siguientes basadas en Halpern (2006), Saiz y Nieto (2002), Saiz, Nieto & Orgaz (2009) (como se citó en Beltrán y Torres 2009):

- **Habilidad de razonamiento verbal y análisis de argumento:** estas permitirán identificar y pueden valorar la calidad que los estudiantes generan junto con las razones que le darán a uno o demás argumentos, además de la conclusión con sentido de este.
- **Habilidades de Comprobación de Hipótesis:** estas serán posibles soluciones que se generan a partir de ideas provisionales que brinda el estudiante con respecto a un hecho o situación observada. Entonces, esta permitirá explicar, poder predecir y controlar sucesos que pasan a diario y generar un proceso reflexivo a partir de los mismos. El planteamiento de las hipótesis y las estrategias que se desarrollan ante el hecho o situación observada, además de su comprobación, promoverán argumentos que favorecen el aprendizaje en el estudiante a través de la verificación o la comparación.
- **Habilidades de probabilidad y de incertidumbre:** estas permiten determinar de forma cuantitativa la posibilidad en la manera de que suceda un hecho, de esta forma se analizará y se podrá valorar diferentes disyuntivas significativas para la toma de decisiones en un cualquier escenario, esto sujeto a las ventajas e inconvenientes que éste presente.
- **Habilidades de toma de decisiones y solución de problemas:** estas habilidades permitirán trabajar las habilidades que están sujetas al razonamiento en el reconocimiento y definición de un problema mediante ciertos datos, en la elección de la información que sea importante y en la comprobación de las múltiples formas de resolver el problema y los resultados que trae consigo; entender el problema en muchos aspectos y brindar soluciones al mismo. En alguna forma, absolutamente todas las habilidades del pensamiento crítico se necesitan y se utilizan para tomar decisiones y resolver los problemas que se presentan diariamente, sin embargo, los que se emplean aquí implican el uso de varias declaraciones para definir el problema y tratar de identificar posibles objetivos, seleccionar y buscar vías de solución.

Por otra parte, Paul & Elder (2003) indican que se fundamenta en la afirmación de que todo el mundo piensa, esto hace mención de que es innato en los seres humanos. Pero la mayoría de nuestros pensamientos son injustos, desinformados y hasta distorsionados. No obstante, se considera que la calidad de vida y de lo que se produce, mediante nuestras acciones, dependerá, esencialmente, de la calidad de los pensamientos que generemos. Así es como se considera que los pensamientos de baja calidad cuestan en dinero y así mismo, cuesta en calidad de vida. Por lo tanto, la excelencia en el pensamiento deberá trabajarse de una forma sistemática.

Además, una definición de pensamiento crítico puede ser la de un modo de pensar específicamente, bien sea un problema, un tema en concreto o cualquier tipo de contenido, en donde la persona pensante optimiza la calidad de sus pensamientos mediante la apropiación de las estructuras congénitas de la acción de pensar sometiéndolas a modelos intelectuales (Paul & Elder, 2003).

Por otro lado, Saiz & Rivas (2008) consideran que el pensamiento crítico se entiende como:

Un proceso de búsqueda de conocimiento, a través de las habilidades de razonamiento, solución de problemas y toma de decisiones que nos permite lograr, con la mayor eficacia los resultados deseados. (p.28)

En esta definición dada por Saiz y Rivas, se considera que han especificado la actividad intelectual con una finalidad de carácter intrínseco a todo lo que se entiende por procesos mentales, básicamente, en buscar el conocimiento. Ahora bien, el conseguir los fines de cada uno no depende únicamente de la dimensión netamente intelectual pues se requiere también ejecutar actividades motoras o de índole perceptivas, siguiendo estos planteamientos, se puede afirmar que resultaría corto afirmar que mediante el pensamiento crítico se puede conseguir los objetivos, pues que también se pueden conseguir ejecutando una acción tan común como lo es caminando, solo por citar un ejemplo, es entonces que resulta relevante la identificación de procesos mentales que sean responsables del pensamiento y no de demás cosas (Saiz & Rivas, 2008).

Consecuentemente, el pensamiento es algo que tiene que ver con la derivación de algo, del inferir y del razonar. Este proceso es importante y resulta fundamental puesto que se trata de tomar información que no se había tenido antes, posterior a eso, en buscar y saber más. Se tratará, por tanto, de una vía esencial en donde se adquiere conocimiento. Luego, se entiende que lo relevante del aprendizaje resulta del inferir y el razonar. Este último, constituirá lo central del pensamiento. Pero cabe aclarar que no solo eso, retomando la definición anterior, se buscará algo entonces cuando no se posee o tiene, o cuando se tiene se busca tenerlo en mayor cantidad o de mejor calidad. Lo que plantea por tanto esta necesidad, desemboca en una situación de “solución de problemas” (Saiz & Rivas, 2008).

Habitualmente, todos pensamos para llegar a la solución de las dificultades que se nos presentan. Ésta entonces, resulta la segunda actividad importante del pensamiento. Puesto que un problema se puede solucionar razonando, pero también se podrá llegar a la solución mediante la planificación o la selección de la estrategia que resulte mejor para

dicha situación. Así, además de razonar, se tienen que tomar decisiones para llegar a soluciones. Esta resulta, una de las acciones más importantes y frecuentes en las vidas humanas para llegar a una solución. Por eso se recalca que su importancia debe ser resaltada en una definición que involucre el pensamiento. Subsecuentemente, el resolver problemas exige demasiada actividad intelectual, como lo es razonar, decidir, planificar... y esta última característica irá más allá de los procesos de inferencia. Lo que se tiene ahora, es que en lo que consiste pensar de una manera eficaz es que se acumulan conceptos que van más allá de lo central, de lo que está íntimamente relacionado con inferir o razonar.

Por esto, se presentan los componentes del pensamiento crítico (Figura 14):

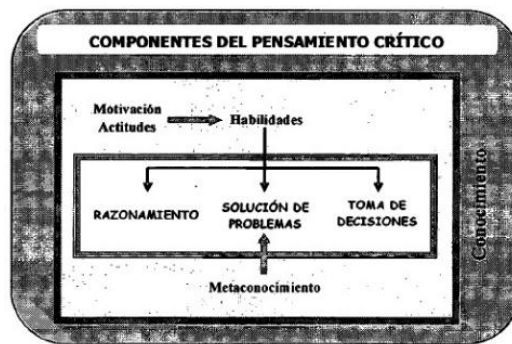


Figura 14. Componentes del pensamiento crítico (Saiz y Rivas, 2008).

En la imagen anterior se pueden encontrar todos los conceptos de la definición del pensamiento crítico exceptuando a dos: la motivación y el metaconocimiento (siendo las actitudes entendidas como disposiciones, inclinaciones o algo que esté próximo a los motivos, pero que también esté próximo al metaconocimiento). Lo central del pensamiento crítico sigue siendo por tanto lo que tiene que ver con las habilidades, en este caso, la de razonar, solucionar problemas y tomar decisiones. Pero es aquí en donde surgen preguntas del por qué incorporar conceptos que no pertenecen netamente a la naturaleza del pensar críticamente como lo es la motivación, para dar respuesta a estos planteamientos emergentes se tiene que hace algunos años, se ha comprobado que, al momento de entablar conversaciones del pensamiento crítico, el simple hecho de solo enfatizar en las habilidades del pensamiento crítico no permitirá recoger toda la complejidad que abarca este. Por tanto, el propósito de la figura, tiende a una aclaración de conceptual al adjetivo “crítico” en la expresión que se ha venido trabajando (pensamiento crítico). Será necesario entonces, que a las habilidades se les unan otros protagonistas y lo ejecuten en momentos diferentes. Pues las habilidades por su cuenta no consiguen la eficacia que se asume en lo que se refiere a crítico. Pues, primero, para que se llegue a pensar, se debe querer (puesto que el “el saber comenzará por el querer”). La motivación, resultará entonces fundamental porque esta entra en juego mucho antes que las habilidades, las pondrá en funcionamiento. Seguidamente, el metaconocimiento permitirá dirección, organización y planificación de las habilidades de manera óptima, y este se ejecutará una vez que las capacidades han entrado en funcionamiento. En resumidas cuentas, la motivación activará las destrezas de los seres

humanos, y el metaconocimiento conlleva a que estas sean más eficaces (Saiz & Rivas, 2008).

En resumidas cuentas, el pensar se encontrará una vez que, tenemos sobre el tablero de la partida constituyente de la vida, toda la información que se requiere, cuando se analiza, a partir de allí se puede deducir que se “sigue” pensando. Para clarificar, desarrollar procesos de inferencia después de analizar, del decidir, del planificar y del usar ciertas estrategias... todo esto involucraría el pensar. Como se mencionó anteriormente, el razonar, el decidir y el resolver problemas son procesos que se consideran como habilidades fundamentales del pensamiento crítico (Saiz & Rivas, 2008).

Por otra parte, Paul & Elder (2003) consideran que después de generar pensamientos de calidad al realizar la apropiación de las estructuras innatas de generar pensamientos, se puede suponer un resultado obtenido por un pensador crítico en donde éste formule problemas y preguntas precisas en donde la claridad y la objetividad de esta resulten relevantes, también almacena y evalúa información que resulte importante, haciendo uso además de ideas de origen abstracto para darle una correcta interpretación a la información seleccionada. Por otro lado, la persona genera conclusiones y soluciones basándose en juicios y estándares que resulten ser relevantes, además piensa con una mente que se encuentra abierta para reconocer y evaluar las suposiciones en implicaciones de un tema cualquiera y finalmente, al generar soluciones a problemas con elevado grado de complejidad crea puentes de comunicación efectivos.

Adicional a esto, y teniendo en cuenta que el factor central de investigación para la propuesta será la cuarta habilidad del pensamiento crítico la cual menciona la *solución de problemas* se presenta a continuación (figura 15) el esquema del método que se empleará durante la propuesta de investigación.

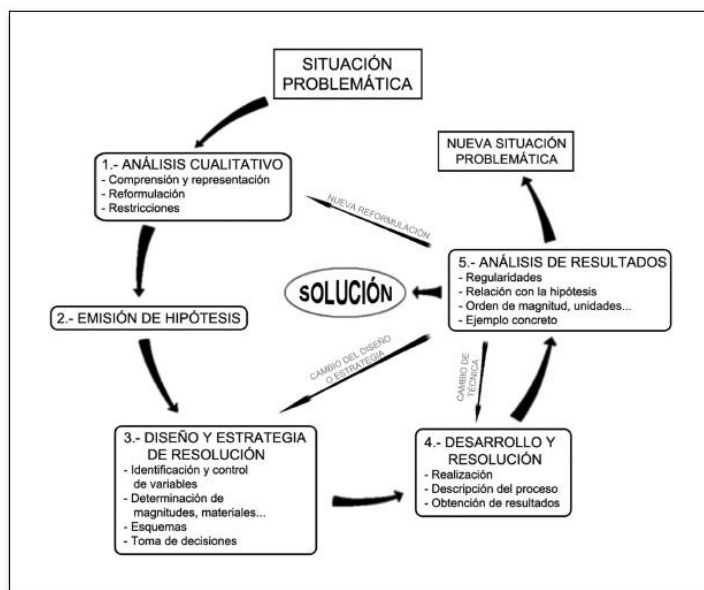


Figura 15. Esquema general de la metodología de resolución de problemas como investigación (adaptado de Martínez, Aznar & Bárcena, 2013) (como se citó en Pavón & Martínez, 2013).

Es entonces que, para fortalecer el pensamiento crítico se requiere que en el estudiante se formen habilidades de análisis, inferencia, evaluación, explicación, interpretación y autorregulación, teniendo en cuenta esta fundamentación, se deduce que el estudiante sea más creativo, más deductivo y reflexivo en cuanto a su realidad, y obtendría mejores resultados en su desempeño en el área de Ciencias, Facione (como se citó en Córdoba, 2011).

5. DESCRIPCIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

5.1 Planteamiento del problema

El uso de los pigmentos naturales ha aumentado considerablemente en los últimos años debido a que en los colorantes sintéticos se han encontrado altos niveles de toxicidad además de presentar aspectos cancerígenos. Para el año del 2005 hasta el año 2009, la industria de pigmentos naturales creció exponencialmente en un 35%, esto haciendo referencia a productos alimenticios sobre productos de múltiples usos con distintas finalidades tales como estéticos y/o artísticos (Cruz & Hinojosa, 2015).

Además de ser un tema relevante por el grado de toxicidad al que se está expuesto con los productos que presentan colorantes sintéticos y como se planteó con anterioridad, el Ministerio de Educación Nacional (MEN) (2006) en el documento de Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales para los grados décimo y undécimo plantea lo siguiente:

1. Identifico cambios químicos en la vida cotidiana y en el ambiente.
2. Relaciono la estructura del carbono con la formación de moléculas orgánicas.

3. Relaciono grupos funcionales con las propiedades físicas y químicas de las sustancias.

Teniendo en cuenta estos Estándares básicos de competencias propuestos por el MEN para la Educación media colombiana como se hizo con anterioridad y sin dejar de lado el objetivo que se espera que se cumpla para la culminación de este grado se encuentra un vínculo de manera acorde entre el tema de los colorantes naturales y algunos cambios químicos en el ambiente, como lo son: la pigmentación de algunas especies vegetales y los cambios que traen consigo las mismas.

Es entonces que se considera pertinente que los estudiantes aborden este tema desde algunos pigmentos (antocianinas, carotenoides, más específicamente el β -caroteno y la clorofila) y unos cambios de coloración en algunas especies vegetales (hojas de malva, caléndula y el mosto de las uvas) pues se puede relacionar íntimamente con la química orgánica que están cursando en el área de Ciencias actualmente. Cabe resaltar que esto podrá ser comprendido con el planteamiento de algunos problemas relacionados con la obtención e identificación de los pigmentos naturales mediante reacciones cualitativas pensados en la cuarta habilidad del pensamiento crítico la cual se centraliza en la toma decisiones y la solución de problemas, pues la solución de problemas según Guerci (como se citó en Mendoza, 2015) conlleva a una vía de interrelación entre el pensamiento y el sentimiento, además de entrar en contacto con la realidad, y, lo primero constituirá un gran vehículo para estimular el pensamiento crítico fundamental en el desarrollo de sujetos capaces de analizar y tomar una decisión acerca de un problema planteado. Ahora bien, el pasar de lo que se percibe a la solución a la que se llega formará en el intelecto una competencia fundamental, ya que se podrán atravesar campos de acción mental bastante enriquecedores en el sujeto como el análisis, la síntesis, la evaluación del problema, todo esto dentro del marco de racionalidad y razonabilidad.

Es por esto, que se piensa en el planteamiento de los problemas desde la perspectiva que plantea Aguilar (2000) (como se cita en Mendoza, 2015) que afirma la existencia de una problemática innegable en los estudiantes, la cual hace referencia a la disminución conjunta de la creatividad junto con la disminución de la criticidad. Así mismo, Montoya, (2007) (como se cita en Mendoza, 2015) realiza una dura crítica acerca del pasivismo que tienen los estudiantes pues afirma que estos no se dan cuenta de la vida que tienen por delante y no actúan para generar por sí mismos la adquisición de las destrezas que son necesarias para enfrentar la vida, sino que en la mayoría de las veces se limitan a esperar y recibir o que los docentes puedan ofrecerles. Por tanto, la falta de las habilidades del pensamiento crítico en algunos estudiantes colombianos hizo que Montoya (2007) (como se cita en Mendoza, 2015) observara que no se trataba de un caso en específico sino de una realidad que aquejaba a los estudiantes y personas alrededor del mundo. Es entonces que el favorecimiento de la educación vista y llevada a cabo como la adquisición de conocimientos ha dejado de lado la necesidad de desarrollar mayor trabajo en la educación que se centraliza en el pensamiento, la organización que esta tiene, la información, la generación de nuevas ideas junto con conclusiones y propuestas para múltiples cosas (Mendoza, 2015).

5.2 Pregunta problema

Después de las afirmaciones expuestas anteriormente surge la siguiente pregunta de investigación: a partir de unas actividades pensadas desde la resolución de problemas abarcando un tema particular de la fitoquímica desde la contextualización y algunos métodos de extracción e identificación de pigmentos naturales **¿se podrá favorecer el fortalecimiento de las habilidades del pensamiento crítico en los estudiantes del grado 1103 con énfasis en Artes del Instituto Pedagógico Nacional?**

6. OBJETIVOS

6.1 General

- Fortalecer las habilidades del pensamiento crítico a partir de la enseñanza de un tema particular de la fitoquímica mediado por una secuencia de actividades desde la habilidad de solución de problemas empleando diferentes técnicas de extracción y reacciones cualitativas junto con un método de análisis químico para la identificación de pigmentos naturales.

6.2 Específicos

- Diagnosticar las habilidades del pensamiento crítico en los estudiantes del grado 1103 del IPN a partir de la implementación de un test, antes y después de la intervención de la secuencia de actividades aplicada desde la solución de problemas.
- Implementar la secuencia de actividades como estrategia pedagógica y didáctica para favorecer el fortalecimiento de las habilidades del pensamiento crítico a partir de la solución de problemas abordando la fitoquímica desde los pigmentos naturales, su importancia e implicaciones a partir de la extracción e identificación de los mismos.

- Realizar un análisis comparativo en los resultados arrojados por los test, antes y después de la intervención de las actividades basadas en la solución de problemas con la finalidad de contrastar los resultados y evidenciar si la secuencia de actividades generó un impacto significativo en la muestra objeto de estudio.

7. METODOLOGÍA

7.1 Tipo de investigación

El proyecto de investigación se enmarca dentro del tipo de investigación mixta junto con un enfoque de igual consideración, pues la propuesta de investigación incluyó la información recolectada por el test propuesto por Zaldívar (2010) que fue modificado del test de Halpern, el cual permitió identificar bajo una escala valorativa el nivel de pensamiento crítico que poseen los estudiantes, posteriormente se desarrollaron las actividades de solución de problemas las cuales estuvieron medidas bajo otra escala valorativa adaptada por Saiz & Rivas (2008) en donde se analizaron las opciones de respuesta que seleccionaron los estudiantes junto con los argumentos con los que sustentan y respaldan su elección. Y para finalizar, se implementó nuevamente el test inicial que permitió cuantificar y posicionar el nivel de pensamiento crítico que se posee cada estudiante con la finalidad de realizar un análisis comparativo antes y después de la intervención con la finalidad de evidenciar su impacto en la muestra objeto de estudio.

7.2 Método de investigación

Como se mencionó con anterioridad, la especificidad de las actividades se centró en el factor de solución de problemas como método, pues en este, además del factor de *toma de decisiones* se promueve el desempeño de procedimientos generales de decisión y solución, esto con el propósito de estimular el uso necesario de estrategias para llevar a cabo la planificación de un problema (Rivas & Saiz, 2008). A su vez, la técnica utilizada dentro de la metodología en los instrumentos para llevar a cabo esta propuesta de investigación se plantea desde la perspectiva de *“simulaciones”* puesto que los ítems de las actividades fueron pensados desde las situaciones vividas en el aula de clase, en el

área de química, teniendo algunos cuestionamientos que se respondían (en algunos casos) de manera abierta, pues proponían problemas que se debían resolver empleando las cinco habilidades fundamentales del pensamiento crítico. Si, se plantean problemas que se deben realizar mediante un mecanismo de pensamiento concreto, se asegurará robustez en cuanto a validez de las pruebas, y para este caso, las actividades, (Rivas & Saiz, 2008). Complementario a esto, los mismos autores destacan que si además de lo mencionado se le pide a la muestra objeto de estudio que explique la respuesta, la justifique o argumente, se obligará a producir pensamiento y, por consiguiente, si se plantean situaciones problemas que resultan cotidianos a o familiares, puntualmente para este caso, se conseguirá una proximidad y *complejidad* primordial con las tareas y problemas que se abordan diariamente en la vida.

7.3 Técnica de investigación

La técnica desde la que se abordan las actividades en esta propuesta de investigación, como se mencionó con anterioridad, se enmarcan dentro de las “*simulaciones*” y resulta importante destacar que las situaciones problema resultan ser una especie de “*simulación*” puesto que se relacionaron con lo que se vivenció experimentalmente por parte de la muestra objeto de estudio durante la intervención de la propuesta (Anexos No. 2 y 4). Consecuentemente se describió un acontecimiento en el que se les pidió que se situaran en situaciones específicas y que propusieran soluciones, pues al no poderse crear problemas reales, se *simularon* y se pidieron soluciones. Teniendo por esta razón, *situaciones problema simuladas* (Rivas & Saiz, 2008).

7.4 Características de la población (muestra de estudio)

El trabajo de investigación se implementó a un grupo de estudiantes de undécimo grado del Instituto Pedagógico Nacional de la ciudad de Bogotá, D.C., para ser más específicos se desarrolló la secuencia de actividades en el grupo 1103 con énfasis en Artes, de los cuales se analizaron 13 estudiantes debido a que no todos entregaron a tiempo las actividades propuestas y se tiene en cuenta que este número de estudiantes aun así representa el 50% de la población objeto de estudio resultando significativa para llevar a cabo la propuesta planteada. Consecuentemente, se analizaron los casos que resultaron ser significativos de acuerdo a los resultados arrojados por la métrica que asigna la escala valorativa adaptada por Cardozo y Solórzano (2014) (tabla 3) pues se encuentran en el límite de alcanzar el siguiente nivel de pensamiento crítico denominado como “*muy bueno*”, además, otro de los casos que resultó presentar significancia fue el caso de los que se mantuvieron con el mismo puntaje, antes y después de la intervención, y para finalizar, se encuentra el caso de los estudiantes que después de la intervención disminuyeron el puntaje alcanzado por la escala valorativa al final de la implementación, sin embargo, se mantuvieron en el nivel de pensamiento crítico conseguido al principio de la intervención denominado como “*bueno*”.

Se decide escoger esta muestra objeto de estudio por el énfasis del que hacen parte, en el cual, se emplean constantemente colorantes y pinturas, se considera por tanto, que el trabajo de los pigmentos naturales podría despertar interés por parte de la población, y

además de esto, se encuentra un vínculo próximo entre las estructuras químicas de los pigmentos naturales y la química orgánica que estaban cursando, pues permite evidenciar estructuras químicas de origen orgánico y los grupos funcionales que las conforman. Es entonces, que se decide trabajar con la solución de problemas como método para fortalecer las habilidades del pensamiento crítico haciendo énfasis en lecturas de contextualización y del laboratorio que se llevó a cabo en el Instituto. Así mismo, se seleccionó la población porque esta se encuentra en la etapa final de la formación media, lo que puede permitir que se favorezca, y a su vez, que se fortalezca el pensamiento crítico porque en esta etapa los estudiantes han formado modelos de pensamiento que se encuentran definidos, lo cual posibilita el desarrollo de habilidades del tipo argumentativo como soporte a sus respuestas, afirmaciones o explicaciones a algún fenómeno o problema (Cardozo y Solórzano, 2014).

Es así, que la secuencia de actividades implementada se llevó a cabo mediante de las siguientes fases:

- Fase 1: Construcción de la secuencia de actividades.

En la primera fase se llevó a cabo una revisión bibliográfica para construir las bases que sustentan la propuesta. Se realizó una búsqueda de trabajos e investigaciones en el desarrollo y el fortalecimiento de las habilidades del pensamiento crítico, la solución de problemas y los pigmentos naturales.

- Fase 2: Revisión e implementación de la secuencia de actividades.

Después de la construcción de los instrumentos propuestos para desarrollar la investigación se revisan por profesores adscritos al departamento de Química de la Universidad Pedagógica Nacional, y se crea el calendario para su implementación. Se crean los problemas pensados en simulaciones, pues Salas y Ardanza (como se citó en Mendoza, 2015) mencionan que estas se tratan de realizar una reproducción dinámica sobre una situación a modo de tratar de replicar un sistema o proceso sobre el que tienen que tomarse decisiones. Pero pese a que este método tiene buena efectividad a comparación de otros métodos o metodologías para agilizar los procesos de aprendizaje resulta difícil incluirlas en un plan de formación. Además, Waterkemper y do Pardo (como se citó en Mendoza, 2015) afirman que la simulación resulta ser una de las estrategias de enseñanza que más favorece el pensamiento crítico, pues se encuentra con un porcentaje del 19% de efectividad sobre los programas on-line y ABP con un 16% y finalmente, el estudio de casos con un 5% respectivamente. Complementario a esto, Cerullo & Cruz (como se citó en Mendoza, 2015) proponen que el desarrollo del pensamiento crítico se puede fomentar a través de algunos factores tales como:

1. Favorecer la creatividad, los descubrimientos y los cuestionamientos.
2. Realizar actividades en pequeños grupos.
3. Lectura de artículos y elaboración de críticas.
4. Simulaciones.
5. Estudio de casos y escenarios críticos.

Es entonces que se tienen en cuenta algunos de estos factores en el momento de la implementación de la secuencia de actividades, pues el trabajo desarrollado en el laboratorio se llevó a cabo por grupos, las actividades tenían lecturas y se les sugería la argumentación como un recurso para respaldar las respuestas seleccionadas a los problemas planteados.

- Fase 3: Recolección y análisis de los resultados arrojados por la intervención.

En esta fase, después de la implementación de los test y las actividades pensadas en la solución de problemas, se recolectan y se analizan los datos.

Es entonces que a partir de la adaptación que realizó Zaldívar (2010) del test de Halpern y después de implementar la secuencia de actividades que serán medidas en una escala valorativa adaptada del trabajo de Saiz & Rivas (2008) se realiza la discriminación de la información y se llevan a cabo los análisis posteriores.

Siguiendo este orden de ideas, en la tabla 1 se observa el calendario de implementación de las actividades desarrollada en la población objeto de estudio.

Tabla 1. Secuencia de actividades desarrolladas en la implementación.

Actividad y anexo	Nombre actividad	Descripción actividad
Actividad No. 1 Anexo No. 3	Test inicial de pensamiento crítico.	Se implementó el test de Zaldívar (2010), el cual fue adaptado de la autora Halpern, este con el fin de definir niveles de pensamiento crítico en la población.
Actividad No. 2 Anexo No. 4	Actividad de contextualización: pigmentos naturales.	Se llevó a cabo una actividad en donde se informó a los estudiantes del tema que se va a abarcar, se dejó una lectura en donde se explican brevemente qué se entiende por pigmentos naturales, fuentes y métodos de extracción, además de eso la actividad viene con algunos problemas que tienen relación con las lecturas. Los problemas tienen preguntas que presentan opción de respuesta múltiple.
Actividad No. 3 Anexo No. 5	Guía de laboratorio para la extracción y la identificación de pigmentos naturales.	En esta práctica de laboratorio se trabajó con las tres especies vegetales mencionadas con anterioridad en donde se obtuvieron sus extractos mediante tres técnicas extractivas diferentes (maceración, percolación y Soxhlet), partiendo de esto y a través de la obtención de sus pigmentos (antocianinas, carotenoides y clorofila) se llevaron a cabo reacciones cualitativas y un método de

		análisis para la identificación de cada uno de los pigmentos.
Actividad No. 4 Anexo No. 6	Ponte a prueba al pensar acerca de pigmentos naturales: resolución de problemas	En esta actividad se plantearon cuatro problemas tomando como referencia lo vivenciado en la práctica de laboratorio. A partir de esto seleccionaron una respuesta y la argumentaron dando peso a su elección.
Actividad No. 5 Anexo No. 3	Test final de pensamiento crítico.	Se retomó el test implementado inicialmente con la finalidad de realizar un análisis comparativo mediante los resultados arrojados después de la intervención de la secuencia de actividades para buscar si se fortalecieron o no las habilidades del pensamiento crítico.

- Fase 4: Evaluación de la secuencia de actividades planteada.

Después de su implementación y de la recolección de los datos se prosigue a evaluar la propuesta desarrollada para el fortalecimiento de las habilidades del pensamiento crítico mediante la solución de problemas como derrotero de investigación.

8. ANÁLISIS DE RESULTADOS

8.1 Test inicial de pensamiento crítico.

Para la valoración del primer instrumento, y consecuentemente el último, se tomó la escala valorativa (tabla 2) de los trabajos llevados a cabo por Beltrán y Torres (2009) y Fedorov (2008) que definieron anteriormente la relación numérica de la escala con las habilidades del pensamiento crítico, siendo estas las de comprobación de hipótesis, razonamiento verbal, análisis de argumentos, probabilidad y de incertidumbre y finalmente, la toma de decisiones y solución de problemas, Cardozo y Solórzano (como se citó en Castiblanco & Muñoz, 2018).

Tabla 2. Escala valorativa.

Puntuación	Opción	Descripción
1	Nunca (N)	Poca disposición a una capacidad intelectual de una persona para generar una opinión propia crítica y oportuna.
2	Casi nunca (CN)	No suele tener predisposición, capacidad o ambición intelectual una persona para generar una opinión propia crítica y oportuna.
3	Pocas veces (PV)	No siempre dispone una capacidad intelectual de una persona para generar una opinión propia crítica y oportuna.

4	Bastantes veces (BV)	La persona suele disponer de una capacidad intelectual para generar una opinión propia crítica y oportuna.
5	Casi siempre (CS)	Frecuentemente dispone de una capacidad intelectual para generar una opinión crítica y oportuna.
6	Siempre (S)	Posee una habilidad de disponer una capacidad intelectual para generar una opinión crítica y oportuna.

Fuente. Adaptación de Beltrán y Torres (2009) y Fedorov (2008) (como se citó en Castiblanco y Muñoz, 2018).

El pensamiento crítico, por tanto, se determinará a través de la sumatoria del puntaje obtenido o asignado por la tabla 2, que se comparará con los valores y el nivel asignado por la tabla que se muestra a continuación (tabla 3). Esta escala de valoración tomada del trabajo de investigación desarrollado por Cardozo y Solórzano (2014) (como se citó en Castiblanco y Muñoz, 2018) describe las habilidades que se le han adjudicado al pensamiento crítico y el nivel donde se ubicarán respectivamente.

Tabla 3. Niveles de pensamiento crítico.

Puntuación	Nivel	Pensamiento crítico
1 a 20	No se da	<p>La disposición, tendencia o ambición intelectual de una persona para generar:</p> <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.
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) (como se citó en Castiblanco & Muñoz, 2018).

Se presentan los resultados arrojados por la implementación inicial del test de pensamiento crítico (Anexo No. 1) adaptado por Zaldívar (2010).



Figura 16. Nivel de pensamiento crítico.

Al basarse en los resultados obtenidos (figura 16) se puede observar que la muestra objeto de estudio se posiciona dentro de dos rangos de los niveles del pensamiento crítico adaptados por Cardozo y Solórzano (2014) (como se citó en Castiblanco y Muñoz, 2018) siendo los de *bueno* y *muy bueno*, con un 85% y un 15% respectivamente. Se resalta que la población objeto de estudio es capaz de interpretar y razonar las situaciones que son presentadas en el test lo que les permite hacer una relación con sus vivencias, en consecuencia, les permite adquirir y demostrar una posición crítica. Por otro lado, en la población objeto de estudio los demás niveles del pensamiento crítico no se presentan.

Complementario a esta propuesta, resulta pertinente que los investigadores en educación desarrollen estrategias para evaluar las habilidades fundamentales del pensamiento crítico, entendiéndose como la capacidad que tiene un sujeto para argumentar, plantear hipótesis, emitir juicios de probabilidad, de tomar decisiones y además de eso, resolver de forma correcta problemas complejos, pues se quiere asegurar que la enseñanza, además de ofrecer una buena formación, bien sea para los estudiantes de la educación superior o para los estudiantes que aún se encuentran cursando grados en la educación media, proporcione un adecuado desarrollo del pensamiento crítico. Siguiendo esta perspectiva, los test responsables de valorar los niveles del pensamiento crítico resultan ser una herramienta que ayude a caracterizar poblaciones, para conocer si el sistema educativo que se encarga de formar logra lo que se esperaría de éste, formar buenos pensadores (Rivas & Saiz, 2010).

Cabe destacar que los resultados del test presentan buenos resultados, pues la población objeto de estudio demuestra que se encuentra posicionada en un nivel donde la argumentación, el planteamiento de hipótesis, el emitir juicios de probabilidad, la toma de decisiones y la capacidad para generar solución a los problemas les favorece, no obstante, es una población que resulta susceptible de mejoramiento pues el porcentaje encontrado en un nivel de pensamiento crítico como “muy bueno” es baja, sin embargo, se presentan todas las habilidades ya mencionadas como factor determinante para su fortalecimiento.

Los resultados anteriores, subsecuentemente, ayudaron sustancialmente al desarrollo de las actividades de la propuesta pensadas desde la habilidad de solución de problemas

como eje central para el fortalecimiento de las habilidades del pensamiento crítico en donde la población manifestó interés, pues estas presentaban íntima relación con el énfasis que cursan (Artes) y los contenidos vistos en el área de química.

8.2 Actividad de contextualización acerca de pigmentos naturales.

Para la valoración de las siguientes actividades (Anexos No. 4 y No. 6) después de la caracterización del pensamiento crítico de la población objeto de estudio se tuvo en cuenta la escala valorativa adaptada por Saiz y Rivas (2008) en donde parten de una corrección realizada al test HCTAES en el sistema de respuesta, pues este, dadas sus ambigüedades, generaba confusión al momento de su resolución. La dificultad en esta escala valorativa se resolvió asignando a cada ítem de una única solución. Dada esta corrección, se establecieron tres valores de forma estándar, facilitando el procedimiento que valoraba las anteriores respuestas (Saiz & Rivas, 2008).

En la siguiente tabla (tabla 4) se muestra la escala de valoración adaptada por Saiz y Rivas (2008) para asignar valores cuantitativos en el momento de valorar una habilidad del pensamiento crítico, para el caso de esta propuesta, la de solución de problemas.

Tabla 4. Escala valorativa para determinar las habilidades del pensamiento crítico.

Puntos	Descripción de la respuesta
0	Cuando la respuesta dada como solución al problema es incorrecta .
1	Cuando solamente la solución es correcta, pero no se argumenta adecuadamente, lo que supone de manifiesto que solo identifica y demuestra la comprensión de los conceptos fundamentales.
2	Cuando, además de dar la respuesta correcta, se justifica o explica adecuadamente el porqué, haciendo, por tanto, uso de procesos más complejos que implican verdaderos mecanismos de producción.

Fuente. Saiz y Rivas (2008).

Teniendo en cuenta la actividad de contextualización (Anexo No. 4) que desarrolló la población, se obtienen los siguientes resultados basándose en un problema del que derivaban algunas preguntas con respuestas de opción múltiple (preguntas 3, 4 y 5). La primera pregunta hacía referencia a la procedencia de los colorantes naturales y el porqué de su coloración, la segunda pregunta se hizo con la finalidad de conocer cuántos estudiantes de la población objeto de estudio había empleado colorantes naturales con anterioridad, de las preguntas tres, cuatro y cinco respectivamente, se preguntaba acerca del reconocimiento de las moléculas encargadas de la pigmentación en las especies trabajadas (antocianinas, β -caroteno y clorofila), para la pregunta seis se pidió que destacaran algo que fuera más allá de la generación del color en las especies vegetales, y finalmente, para el caso del cuestionamiento siete, este preguntaba acerca de la

importancia del color en las plantas. Las preguntas y planteamientos en la actividad de contextualización buscaban en la población el uso de las habilidades de razonamiento verbal y análisis argumentativo, la comprobación de hipótesis, la habilidad de probabilidad e incertidumbre y, por último, el tomar decisiones y resolver problemas, pues a partir del texto debían rescatar ideas principales que les resultaran eficaces para la construcción de sus respuestas o posibles soluciones con argumentos coherentes y concisos, además debían relacionar lo visto en el área de química para interpretar lo que les pedían los apartados entendiendo las modificaciones en las características moleculares y los grupos funcionales constituyentes de los pigmentos naturales.

Como se mencionó con anterioridad, el problema No. 2 no fue tenido en cuenta, pues esta era una pregunta, la cual recopiló información acerca de cuántos estudiantes habían hecho uso de pigmentos naturales. De lo cual, se obtuvo que en la población el 77% (10 estudiantes) no había empleado pigmentos naturales en su vida y, por el contrario, el 23% (3 estudiantes) afirmó haber utilizado pigmentos naturales argumentando la materia prima de dónde los había extraído y para qué los había utilizado. Esto se preguntó con el fin de saber si la población identificaba lo que era un pigmento natural y de dar cuenta si lo habían usado o no, además resultó ser beneficioso para analizar las razones de un argumento, en los estudiantes que los habían generado. Evidenciando, por tanto, que gran parte de la población objeto de estudio no había tenido un acercamiento a los pigmentos naturales.

A continuación (tabla 5), se muestran los resultados obtenidos por la población medidos con la escala valorativa adaptada por Rivas y Saiz (2008) en donde se asignaron las diferentes puntuaciones de acuerdo a las respuestas dadas por los estudiantes. Al no contar el cuestionamiento No. 2 por tener otro objetivo dentro de la actividad y teniendo en cuenta la escala valorativa y su puntuación, se observa que la actividad presenta seis problemas, los cuales, tuvieron una puntuación máxima de 12 si todos se resolvían de manera correcta.

Tabla 5. Resultados de la actividad de contextualización.

Estudiante No. Problema	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1
3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	2	2
4	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
5	2	2	2	0	2	0	0	2	0	2	2	0	0
6	1	2	2	2	1	2	2	1	2	2	2	2	2
7	1	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
TOTAL	9	12	10	9	10	9	9	11	9	11	9	9	9

Como se puede observar, la puntuación obtenida por la población objeto de estudio es óptima, siendo la puntuación de 12 la máxima alcanzada por la actividad, lo que conlleva

a deducir que la población objeto de estudio, según Rivas y Saiz (2008) razona, planifica cursos de acción o selecciona las estrategias más adecuadas para dar solución a las situaciones que se les presentan. Así, además de razonar, la población tomó decisiones para resolver los problemas. Complementario a esta habilidad, se encuentra la toma de decisiones porque esta resulta ser una de las actividades más frecuentes e importantes para solucionar un problema, pues el resolverlo exige bastante actividad intelectual, además de presentar unos resultados óptimos por parte de las respuestas dadas por la población, la motivación en las personas tiene un factor relevante en el momento de presentar toda la disponibilidad para dar solución a un problema, se puede adjudicar la posibilidad de que el tema (pigmentos naturales), por ser relativamente nuevo, genera interés por parte de la población, lo que conlleva a Rivas y Saiz (2008) afirmar que la motivación entra en juego antes que las habilidades, haciendo que esta sea un factor determinante en el funcionamiento de las mismas, además de la motivación, cabe destacar el rol que desempeña el metaconocimiento, pues este, permitirá en la población objeto de estudio una dirección, organización y planificación de sus habilidades de manera adecuada, actuando después de que las capacidades de cada individuo han empezado a funcionar, la motivación por tanto, activará las destrezas en la población y el metaconocimiento conseguirá que estas sean más eficaces.

Como complementación, se exponen algunas respuestas que construyeron los estudiantes a partir de una situación problema dada y las preguntas que esta desembocaba, se resaltan algunas de las respuestas por su nivel argumentativo, interpretación del contenido y la síntesis con la que son capaces de agrupar lo que quieren decir (tabla 6) pero, a su vez, también se generan respuestas que no presentan los argumentos suficientes y no evidencian un análisis riguroso en la construcción de las mismas.

Tabla 6. Respuestas de la actividad de contextualización.

Actividad de contextualización de los pigmentos naturales	
Preguntas No. 1	
¿Qué puedes argumentar respecto a los colorantes naturales, de dónde vienen y por qué presentan coloración?	
Estudiante	Respuesta
1	<i>“Son colorantes de color extraídos principalmente de plantas y animales, estas son utilizadas especialmente en la industria textil, el color de estos se obtienen a través de diferentes procesos. Existen 2 grandes grupos de colorantes naturales y estos se dividen en sub grupos: 1. Colorantes vegetales (carotenoides, clorofílicos, antocianinicos, flavonoideos, betalaínicos) y 2. Colorantes animales (Insectos, organismos marinos).”</i>

2	<i>“Los colorantes naturales vienen de diferentes plantas, hongos, raíces e incluso de la tierra o piedras. Su coloración viene de los “compuestos” químicos que el material vegetal tenga y estos varían según el color.”</i>
Pregunta No. 3 ¿Qué es el β -caroteno? Estructura, identificación de enlaces y grupos funcionales.	
Estudiante	Respuesta
3	<i>“El β-caroteno es una molécula orgánica de elevado peso molecular que presenta grupos aromáticos junto con varios grupos metilos que cuenta con enlaces sencillos. Grupos aromáticos = 2 Metilos = 7 Enlaces sencillos = 30.”</i>
4	<i>“A partir de la ilustración que hace evidencia de la estructura del β-caroteno, podemos observar que es primeramente una molécula orgánica de elevado peso molecular, esta cuenta con enlaces sencillos y además presenta grupos funcionales metílicos junto con varios grupos aromáticos.”</i>
Pregunta No. 4 ¿Qué es la clorofila? Estructura, identificación de enlaces y grupos funcionales.	
Estudiante	Respuesta
5	<i>“Porque cumple con las reglas ya mencionadas”.</i>
6	<i>“Ya que como se expresa en la lectura es una molécula orgánica que brinda el color en todas las especies vegetales, este presenta varios átomos como el oxígeno, hidrógeno, carbono, nitrógeno y como átomo central para el proceso de fotosíntesis el magnesio”</i>
Pregunta No. 5 ¿Qué son las antocianinas? Estructura, identificación de enlaces y grupos funcionales.	
Estudiante	Respuesta
7	No responde nada.
8	<i>“Estructura aromática aquella de la cianidina, todas derivadas de ella por adición o sustracción de hidroxilos. Ya que se evidencia que estas tienen una variación dependiendo de su pH.”</i>
Pregunta No. 6 Después de lo visto anteriormente, ¿qué puedes destacar de la importancia de algunos pigmentos naturales más allá de la generación de olor?	

Estudiante	Respuesta
9	<i>“El colorante ayuda en proceso de fotosíntesis como la clorofila o como las antocianinas, estos funcionan como atractores de insectos y mejora los procesos de polinización.”</i>
10	<i>“Además de generación de color los colorantes pueden contribuir a los procesos en las plantas como la fotosíntesis en el caso de la clorofila o como en el caso de las Antocianinas que funcionan como atractores de insectos y pájaros para los procesos de polinización y diseminación de semillas.”</i>
Pregunta No. 7 Revisando el texto y la definición anterior, ¿por qué resulta importante el color en las plantas?	
Estudiante	Respuesta
11	<i>“Porque además de hacer que se vea “bonito” atraen animales como insectos y espantar a otros.”</i>
12	<i>“La importancia del color en las plantas ya que lo usan para la regulación de sus procesos, tales como su reproducción, su supervivencia, etc...”</i>

Se observa en las respuestas dadas en la actividad de contextualización que algunos de los estudiantes sintetizaron ideas clave de las lecturas, donde se enfatizaba en el origen, las características químicas y algunas de las funciones más importantes que cumplen específicamente los pigmentos al generar coloración en las especies vegetales. A su vez, López (2012) (como se citó en Castiblanco & Muñoz, 2018) considera que la postura crítica, además de los niveles de argumentación, el emplear términos científicos e interpretar contenidos resulta propicio y demuestra que la población presenta un dominio de ideas. Lo anterior, conlleva a deducir que el gran porcentaje de la población objeto de estudio presenta niveles de razonamiento verbal junto con análisis de argumentación óptimos, además posee un dominio de ideas que exponen con coherencia y calidad. Así mismo, se evidencia que la población es capaz de interpretar contenidos nuevos y relacionarlos con lo que conoce. No obstante, se resalta que el otro porcentaje de la población pese a que interpreta los contenidos, en la sustentación de sus ideas se observa que carecen de argumentos con términos científicos para dar una correcta solución al cuestionamiento.

Teniendo en cuenta esto, se puede inferir que las habilidades de la población objeto de estudio pueden ser susceptibles de fortalecimiento pues los individuos de la población revisan los conocimientos previos que poseen, generan una evaluación de lo que saben y posterior a eso lo comunican de una manera razonable a través de la argumentación (Castiblanco & Muñoz, 2018).

8.3 Práctica de laboratorio, extracción e identificación de pigmentos naturales.


En esta parte del desarrollo de la propuesta se llevó a cabo la práctica de laboratorio

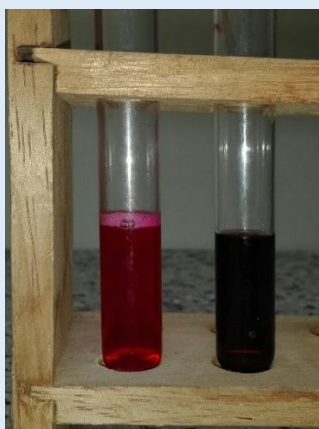
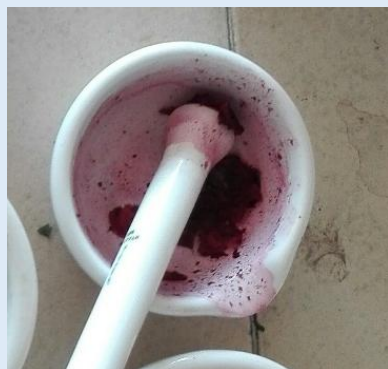
(Anexo No. 5) en donde los procesos de extracción, la cromatografía y las reacciones cualitativas de identificación fueron el objetivo notable de la parte experimental. A continuación (tabla 7) se muestran las especies vegetales trabajadas, el método extractivo que se empleó y las reacciones cualitativas que se llevaron a cabo para su identificación.

Tabla 7. Práctica de laboratorio, extracción e identificación de pigmentos naturales.

Espece vegetal	Mosto de uva proveniente de la uva Isabella (<i>Vitis labrusca</i>) (antocianinas)	Hojas de caléndula (<i>Calendula officinalis</i>) (carotenoides, β -caroteno)	Hojas de malva (<i>Malva sylvestris</i>) (clorofila)
Método extractivo	Maceración.	Soxhlet.	Percolación.
Reacciones y métodos de identificación	Reacción de Shinoda.	Cromatografía en capa fina.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Fraccionamiento de los pigmentos. 2. Precipitación de las clorofilas por saponificación. 3. Obtención de feofitina por la adición de ácido clorhídrico concentrado.

Tabla 8. Registro fotográfico de la práctica de laboratorio.

Laboratorio	Evidencia fotográfica	Descripción
Extracción e identificación de antocianinas.		En esta parte de la práctica de laboratorio se lleva a cabo la extracción por maceración del material vegetal para obtener los pigmentos, después de obtenido el extracto se procede a filtrar y a realizar la identificación de antocianinas con la reacción de Shinoda (de izquierda a derecha en los registros fotográficos, se observa la



reacción positiva para antocianinas de coloración rojo escarlata y a la derecha se observa el extracto con coloración púrpura)). En los últimos registros fotográficos se evidencia el uso del patrón *Quercetina* (última fotografía de coloración amarilla) para la identificación de las antocianinas.



Extracción e identificación de carotenoides (β -caroteno)



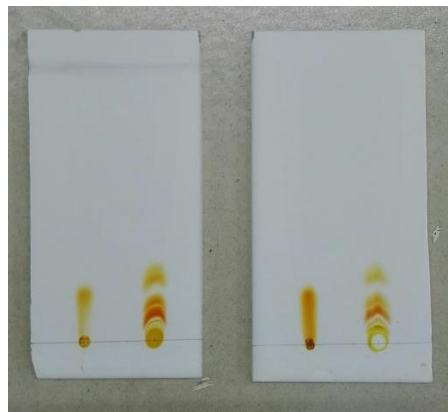
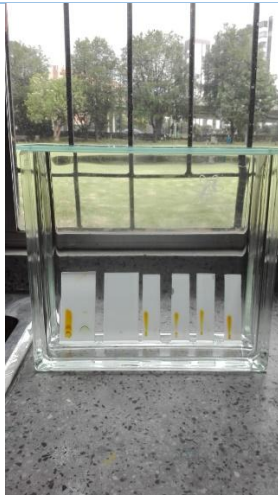
Para la identificación del β -caroteno presente en las hojas de caléndula se empleó el método extractivo Soxhlet. En el registro fotográfico se observa la preparación de la muestra, la cual se deshidrató por una hora y media en la mufla del IPN, después se realizó el montaje y se obtuvo el extracto después



de 4 horas de funcionamiento, posteriormente se llevó a cabo el desarrollo de la técnica denominada *cromatografía en capa fina* con el uso de un patrón de β -caroteno (95%) para realizar las siembras. Se esperó el ascenso del solvente utilizado (hexano) y se observaron los resultados.



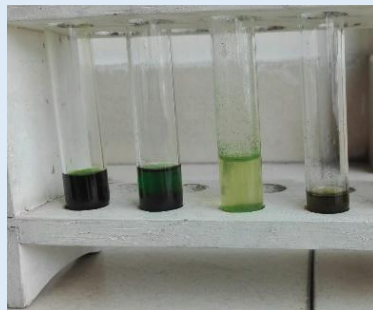




Extracción e identificación de las clorofilas.



En la identificación de las clorofilas presentes en las hojas de malva, se empleó el método de extracción por percolación, posterior a la obtención del extracto y de realizar el respectivo filtrado se llevaron a cabo las



pruebas de identificación que se han descrito con detalle (de izquierda a derecha en los últimos registros fotográficos se observa el extracto, la fragmentación del pigmento, la precipitación de las clorofilas por saponificación y la obtención de la feofitina).



Retomando los componentes del pensamiento crítico, según Mendoza (2015) lo constituyen tres: el conocimiento, las habilidades y las actitudes, los cuales resultan fundamentales, pues se necesitan para el funcionamiento de este proceso mental.

Profundizando en el último componente, este se destaca principalmente por las tendencias, propensiones, susceptibilidades y motivaciones que presenta la población, pues estas resultan ser factores que condicionarán el actuar y, por consiguiente, el desarrollar, favorecer o fortalecer el pensamiento crítico. Es así, como el involucrarse con un tema nuevo y de interés de manera teórica y principalmente de forma experimental, posiblemente generó en los estudiantes actitudes positivas para el desarrollo de la actividad. Por otro lado, Ennis (1969) (como se citó en Mendoza, 2015) menciona que las disposiciones pueden lograrse cuando el estudiante ejecuta habilidades cognitivas específicas, para este caso, actividades entorno a un tema: los pigmentos naturales su obtención e identificación.

Además de lo que se mencionó anteriormente, existe generalmente una gran aceptación al momento de considerar que la motivación resulta ser un factor clave asociado para el fortalecimiento de las habilidades del pensamiento crítico (Mendoza, 2015), de esto se pudo concluir que, cuando se les presenta a los estudiantes un tema de interés, estos actuarán consecuentemente de manera positiva, con disposición y motivación.

Para complementar la información de la tabla 8, a continuación, se profundiza en los fundamentos teóricos de todo lo que se desarrolló el día de la práctica de laboratorio.

Métodos extractivos:

- **Maceración**

La maceración es un proceso de extracción sólido – líquido, donde la materia prima posee una serie de compuestos solubles en el líquido de extracción que son los que se pretende extraer. El proceso de maceración genera dos productos que pueden ser empleados dependiendo de las necesidades de uso, el sólido ausente de esencias o el propio extracto. La naturaleza de los compuestos extraídos depende de la materia prima empleada, así como el líquido de extracción (Fernaroli's, 1975). Existen además dos métodos de maceración de acuerdo a la temperatura, la extracción en caliente y frío.

- **Percolación**

Este proceso consiste en almacenar la materia prima junto con un extractor (solvente), cuya finalidad será la de separar compuestos de la materia orgánica de interés a través del solvente orgánico (etanol) por afinidad.

- **Soxhlet**

Este es otro proceso de extracción, pero este método es más completo, pues se puede realizar desde los tres estados de la materia y se denominan de la siguiente manera: 1) Extracción sólido – líquido, 2) extracción líquido – líquido 3) extracción gas – líquido.

La primera de estas es la que más se emplea, pues en esta se realizan todas las obtenciones de los principios activos de las especies vegetativas. Esta técnica (Soxhlet) se fundamenta en cinco etapas que se describen a continuación: 1) Ubicación del solvente en un balón. 2) Ebullición del solvente hasta que éste se evapore y llegue a un condensador de reflujo. 3) El condensado deberá caer sobre un recipiente que contiene un cartucho poroso con la muestra en su interior. 4) Después de esto, ascenderá del nivel del solvente haciendo que el cartucho se cubra hasta llegar a un punto en el que se produce el reflujo que vuelve el solvente con el material extraído al balón. 5) Se reproducirá este proceso la cantidad de veces que resulten necesarias para que la muestra quede 'agotada'. Lo extraído se va concentrando en el balón del solvente haciendo que esta extracción presente bastante rendimiento y eficacia (Núñez, 2008).

Reacciones y métodos de identificación:

1. Reacción de Shinoda:

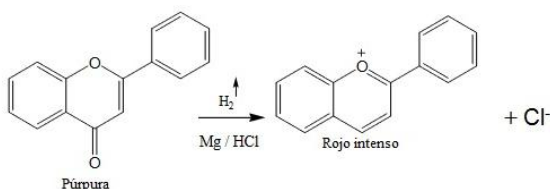


Figura 17. Reacción para el cambio de coloración en las antocianinas. Debenedetti, S. & Wilson, E. (s.f.).

Reacción de la Cianidina, Willstater o Shinoda: Aunque se desconoce el mecanismo de reacción de la prueba Carvajal, Hata, Sierra & Rueda, (2009) afirman que para su identificación se trata el extracto con 0.5 g aprox. de magnesio (Mg) en polvo, posteriormente se adiciona el HCl concentrado gota a gota hasta que se dé el desprendimiento de hidrógeno. Si dadas esas condiciones si se observa en su coloración un cambio a una tonalidad rojiza, violeta o naranja, se considerará una reacción positiva para compuestos que presentan el núcleo de la γ -benzopirona, en las cuales estarán: las flavonas, flavonoles, flavanonas, flavononoles, isoflavonoides y xantonas.

Nota: La reacción se puede llevar a cabo con magnesio (Mg) o con zinc (Zn).

2. Cromatografía en capa fina:

Esta cromatografía (en inglés Thin Layer Chromatography o TLC) es una técnica analítica rápida y sencilla, utilizada ampliamente en el laboratorio de química orgánica.

Además de ser rápida y sencilla, esta cromatografía permite:

- Determinar el grado de pureza de un compuesto: se puede determinar así, por ejemplo, la efectividad de una etapa de purificación.
- Comparar muestras: si dos muestras corren igual en placa, estas podrían ser idénticas. Si, por el contrario, corren diferente serán diferentes sustancias.

La muestra a analizar se deposita cerca de un extremo de una lámina de plástico, vidrio o aluminio que previamente ha sido recubierto de una fina capa de adsorbente (fase estacionaria). Entonces, la lámina se coloca en una cubeta (cámara cromatográfica) cerrada que contiene uno o varios disolventes mezclados (eluyente o fase móvil). A medida que la mezcla de disolventes (si es el caso) asciende por capilaridad a través del adsorbente, se produce un reparto diferencial de los productos presentes en la muestra entre el disolvente y el adsorbente. (Cromatografía en capa fina, s.f.)

3. Fraccionamiento del pigmento:

Como mencionan Mancilla, Castrejón, Rosas y Pérez (2009) este método se basa en la diferente capacidad de los pigmentos de disolverse en algunos solventes orgánicos y no en disolverse en el solvente universal (insolubles en agua). A los solventes que extraen simultáneamente todos los pigmentos que constituyen la especie vegetal se los llama comúnmente extractantes. Existirán, por cierto, unos solventes que presentarán mayor afinidad por algunos pigmentos y se los denomina separadores, como ejemplo, la bencidina en donde la clorofila a y b son solubles excepto las xantofilas.

4. Precipitación de la clorofila por saponificación:

Este método de identificación está basado en la capacidad que tienen los grupos ésteres de la clorofila, que, por saponificación con hidróxido de bario, formarán sales de bario de las clorofilas a y b, que resultan insolubles en agua. El líquido que se observa sobre el precipitado tiene una coloración amarilla como resultado de la presencia de caroteno y xantofila en el extracto (Lázaro, 2014).

Saponificación: hidrólisis con catálisis básica de grasas y aceites vegetales, estos últimos y las grasas animales son triglicéridos que al ser tratados con una base se saponifican, es decir que se produce la sal del ácido graso y la glicerina, denominada glicerol.

5. Obtención de feofitina por la adición de ácido clorhídrico concentrado:

La molécula de la clorofila, según Calvo (s.f.) puede verse afectada por variaciones en su estructura (alteraciones químicas). Una de las alteraciones más frecuentes y la más perjudicial para este pigmento en todas las especies vegetales que la contienen, resulta ser la pérdida del átomo de magnesio, formando la conocida feofitina, sustancia de un color verde oliva con tonalidades marrón característicos. Esta pérdida del ion magnesio se produce por la sustitución de dos iones hidronio (H⁺), y consecuentemente esta reacción se ve favorecida por un medio ácido. Esta pérdida resulta ser irreversible en medio

acuoso, a lo que se le atribuye que sea un fenómeno habitual en la cocción de vegetales con pigmentación verde, vegetales enlatados, etc.

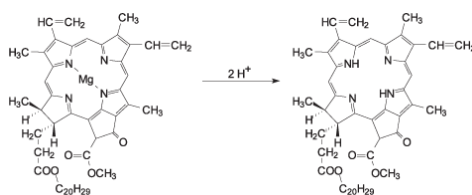


Figura 18. Esquema de reacciones de obtención de feofitina a partir de la clorofila a por hidrólisis ácida (Moreira, L. et al, 2010).

Los objetivos del desarrollo de la práctica de laboratorio para obtener e identificar los pigmentos naturales de las especies vegetales se orientaron para la visualización y el entendimiento por parte de la población hacia a algunas de las diferentes técnicas extractivas que existen en la actualidad en el área de la química junto con sus reacciones y métodos de identificación, además de eso se llevó a cabo la parte experimental para fortalecer los procesos de aprendizaje y a su vez, el desarrollo de las habilidades que constituyen el pensamiento crítico, esto teniendo en cuenta que el IPN cuenta con los espacios y los equipos necesarios para llevar a cabo estas prácticas. Pues, Mendoza (2015) afirma que, dentro de los componentes de las habilidades del pensamiento crítico, vinculado dentro de todo proceso mental, este requerirá de tres componentes para su funcionamiento: conocimiento, habilidades y actitudes. Involucrando el desarrollo de la práctica de laboratorio con el componente de habilidades, Ennis (1987) (como se citó en Mendoza, 2015) considera que el pensamiento crítico efectivo necesita habilidades mentales como el enfocarse, analizar argumentos, clarificar, desafiar, observar y juzgar, de tal modo, que la parte de concentración y observación resultará significativa para fortalecer las habilidades del pensamiento crítico en la población pues al involucrarse directamente con las técnicas, los métodos y las reacciones favorecerán y fortalecerán dichas habilidades. Por otro parte, Paul et al. (1995) (como se citó en Mendoza, 2015) dentro de la perspectiva que presenta de los elementos del pensamiento crítico, menciona que estos se pueden dividir en tres tipos, y dentro de uno de esos tipos relaciona las habilidades cognitivas “macro”, denominándolas como aquellas que necesitan generalmente un extenso uso de habilidades de carácter cognitivo, profundizando en una gran exploración de ideas, perspectivas y problemas que resultan ser básicos. Dentro de este tipo se encuentra el “analizar o evaluar argumentos, interpretaciones creencias o teorías” como factor clave para el desarrollo óptimo de las habilidades del pensamiento crítico, lo que permitió en la población analizar e interpretar las teorías que sustentaban los procedimientos que se llevaron a cabo en la práctica laboratorio. Pues los cuestionamientos que surgieron a partir de la guía de laboratorio pudieron ser abordados, discutidos y solucionados el día de la práctica experimental desde la comprobación de hipótesis y lo argumentativo. Consecuentemente, la práctica de laboratorio cumplió además con la intencionalidad de generar un hilo conductor para trabajar posteriormente las habilidades de probabilidad e incertidumbre, toma de decisiones y solución de problemas en la actividad que se desarrolló inmediatamente, permitiendo favorecer la propuesta y sus objetivos.

8.4 Actividad de solución de problemas.

Retomando la escala valorativa de la tabla 5 adaptada por Rivas y Saiz (2008) para asignar valores cuantitativos en el momento de valorar una habilidad del pensamiento crítico se utilizará nuevamente para valorar la actividad que se desarrolló después de la práctica de laboratorio, denominada “*Ponte a prueba al pensar acerca de colorantes naturales: resolución de problemas*” (Anexo No. 6). Cabe resaltar que, el método empleado para la actividad de contextualización será el mismo para esta actividad, pues se sigue centralizando en la solución de problemas para el fortalecimiento de las habilidades del pensamiento crítico.

A continuación (tabla 9), se presentan los resultados de las puntuaciones que obtuvo la población después de la actividad, la cual constaba de cuatro problemas, todos con opción de respuesta múltiple (a, b y c), las cuales se construyeron a partir de la escala valorativa adaptada por Rivas y Saiz (2008) para determinar el grado de eficacia con el que se da solución a un problema, en donde cada opción de respuesta otorgaba una puntuación específica de cero, uno y dos puntos respectivamente y la puntuación máxima alcanzada para esta actividad fue de 8 puntos (cabe resaltar que las opciones de respuesta para ambas actividades se encontraban dispuestas de manera aleatoria en los cuestionamientos). Del mismo modo que en la actividad de contextualización se pide a los estudiantes que argumenten en no más de cinco renglones el porqué de su elección como solución en los problemas propuestos por esta actividad, esto con el fin de valorar la interpretación de los planteamientos, la capacidad de reconocer y definir el problema a partir de los datos que se les suministraba junto con la selección de información que resultara fundamental para generar diferentes alternativas de solución con su contrastación, tomar una decisión, argumentar y definir cuál era mejor a partir de los cuestionamientos planteados, los cuales relacionaban lo trabajado en la práctica de laboratorio, pues el problema uno involucraba los desechos generados después de una práctica experimental, el problema dos, tenía que ver con el uso de los colorantes sintéticos partiendo de una suposición, el problema tres implicaba la implementación de solventes orgánicos como extractores y la afinidad que estos presentaban por unos pigmentos específicamente, y por último, el cuarto problema abarcó el fenómeno de la luz en la coloración y la composición de los cosas que son capaces de generarlo. Se planteó de tal forma con aras de crear un vínculo de proximidad y correspondencia en la secuencia propuesta.

Tabla 9. Resultados de la actividad de solución de problemas.

Estudiante No. Problema	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
3	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
4	1	2	1	2	1	1	1	2	1	1	2	1	1

TOTAL	6	7	6	8	7	7	7	8	7	7	8	7	7
-------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Respecto a los resultados obtenidos de la actividad de solución de problemas propuesta por la secuencia de actividades, se observa que las puntuaciones obtenidas son óptimas e indican que la población mantiene un nivel eficaz y correcto para resolver problemas, esto pudo mantenerse debido a que antes, durante y después de la actividad de contextualización y de la práctica de laboratorio se tenían lecturas que relacionaban los fundamentos teóricos que sustentan los comportamientos de los pigmentos naturales con ciertos solventes y reactivos, además de esto, se generó un vínculo entre la práctica de laboratorio y los planteamientos de los problemas, pues esto permitió generar proximidad entre lo experimentado y las soluciones que crean cuando se les presentó un problema. Castiblanco y Muñoz (2018) consideran que, mediante la indagación, la interpretación y el análisis de la información suministrada es posible generar una postura crítica frente a lo que se trabajó con anterioridad, tal sería el caso, para esta población, que se mantuviera esta postura crítica.

Complementario a esto, Garritz (2012) (como se citó en Castiblanco y Muñoz, 2018), considera que los estudiantes generan un pensamiento crítico cuando estos evalúan las explicaciones que construyen y son capaces de relacionarlas con diferentes postulados, especialmente las que vislumbren una comprensión científica clara. Por estas razones, se evidencia que los estudiantes fueron capaces de relacionar lo vivenciado en la práctica experimental con las explicaciones que crearon para dar solución a los planteamientos que surgen como problemas, asimismo, se observa que se mantuvo en gran proporción la postura crítica frente al nivel de analizar e interpretar la información que se les suministraba.

Posterior a los resultados, se presentan algunas respuestas escritas por la población objeto de estudio en el desarrollo de la actividad (tabla 10).

Tabla 10. Respuestas de la actividad de solución de problemas.

Actividad de solución de problemas	
Problema No. 1	
Estudiante	Respuesta seleccionada y argumento
1	a) "Nos parece oportuna porque cada desecho tiene ciertas características en común, que permite que su tratamiento de desecho sea efectivo."
6	a) "Por normatividad, seguridad y preocupación, se debe separar según características de la composición."

13	a) <i>“Ya que debido a normatividad y seguridad los desechos se deben separar de acuerdo a las características de su composición.”</i>
Problema No. 2	
Estudiante	Respuesta seleccionada y argumento
2	c) <i>“Porque como artista no puedo ser tan irresponsable de actuar contra el medio ambiente. Por otro lado, dejar el arte no es opción ya que es mi trabajo y estilo de vida.”</i>
7	c) <i>“Ya que como dice la respuesta y lo más lógico es reemplazar los colorantes más tóxicos para evitar riesgos en la salud de los humanos y no afectar el medio ambiente.”</i>
12	c) <i>“Se intenta reemplazar los colorantes naturales los cuales por métodos como la maceración o la percolación se pueden obtener colorantes naturales los cuales no producen ningún daño, un factor nocivo de los colorantes son los colorantes pesados ya que el cuerpo no lo disuelve.”</i>
Problema No. 3	
Estudiante	Respuesta seleccionada y argumento
3	c) <i>“Si porque a pesar de que todos sean disolventes con agua algunos métodos son degradantes con el gasto de agua ya que se gastan más de 10 Litros de agua que sale solo para refrigerar un vapor que trae dicha sustancia y que considero que se puede reemplazar por algún tipo de refrigerante.”</i>
8	b) <i>“Las estructuras de los colorantes no siempre serán las mismas, las plantas pueden tener características diferentes y estas se pueden hacer evidentes a la hora de la extracción de sus colorantes, estas características generan que es este proceso algunas sean más solubles en agua que en otras.”</i>
11	b) <i>“Puesto que los solventes extraen el color diferente en cada planta ya que sus componentes y estructuras son diferentes.”</i>

Problema No. 4	
Estudiante	Respuesta seleccionada y argumento
5	<i>c) "Todo da color debido a los pigmentos y al pH que cada especie vegetal tiene, del pH3 al pH11 se presentan coloraciones púrpuras y azules, del pH0 al pH 6 se presentan coloraciones rojizas y naranjas, siendo pH7 el neutro."</i>
10	<i>c) "La coloración en las especies vegetales se da por la absorción y reflexión de luz generando colores que les ayudan con diferentes procesos tanto de reproducción como de supervivencia dependiendo de su hábitat."</i>
4	<i>a) "Las especies vegetales poseen constituyentes químicos que se les dan colores específicos a las plantas y otras como la clorofila necesitan de la absorción y reflexión de la luz para presentar el color y su intensidad, absorbiendo colores que forman el que vemos."</i>

Para finalizar, la última actividad construida de la propuesta, se basó teniendo en consideración principalmente lo que Rivas y Saiz (2008) mencionan como la "tercera dolencia" de los test de pensamiento crítico, pues para verificar en qué medida se llevan los procesos de reflexión frente a un problema, resulta primordial proponer problemas que se asemejen a los cotidianos, partiendo de esto, resultará beneficioso y conveniente "simular" las dificultades que se presentan en el test además de que los problemas se asemejen a los que se abordan habitualmente, pues estos generarán producción de pensamiento. Tomando como consideraciones relevantes las afirmaciones expuestas anteriormente, se crearon problemas que estuvieran relacionados íntimamente entre la actividad de contextualización, la práctica de laboratorio y además de esto, el énfasis al que pertenece la población (Artes), esto con la finalidad de "simular" problemas que resulten cotidianos para la población en el área de química.

Consecuentemente, se resalta de la actividad que las respuestas brindadas son generadas gracias a la producción de pensamiento de cada individuo, pues Rivas y Saiz (2008) afirman que los estudiantes consiguen una *proximidad* y *complejidad* primordial con las tareas y problemas que se abordan diariamente en la vida, pues un planteamiento de un problema cotidiano conseguirá que al estudiante le resulte familiar lo que se le plantea, y en consecuencia de esto, lo tratará de resolver mediante procesos de reflexión como lo hace normalmente con los problemas que a diario se le presentan, es por esto que probablemente la población tomó los problemas propuestos como cotidianos y ejecutó respuestas coherentes y soluciones pertinentes a los problemas planteados. No obstante, un porcentaje mínimo de la población genera argumentos que carecen de términos científicos o realizan generalidades incorrectas (como en el estudiante No. 5) por lo que, su planteamiento se consideró como menos válido para la solución de dicho

planteamiento en específico, a lo que se adjudica que, para las habilidades del pensamiento crítico, los niveles de interpretación y análisis resultan ser susceptibles de fortalecimiento.

8.5 Test final de pensamiento crítico.

Para la etapa final de la implementación de la secuencia de actividades propuesta pensada en la solución de problemas como eje central para fortalecer las habilidades del pensamiento crítico, se implementa nuevamente el test adaptado por Zaldívar (2010) (Anexo No. 3) para realizar un análisis comparativo en los niveles del pensamiento crítico en el que se encuentra la muestra objeto de estudio antes y después de la intervención (figura 19).

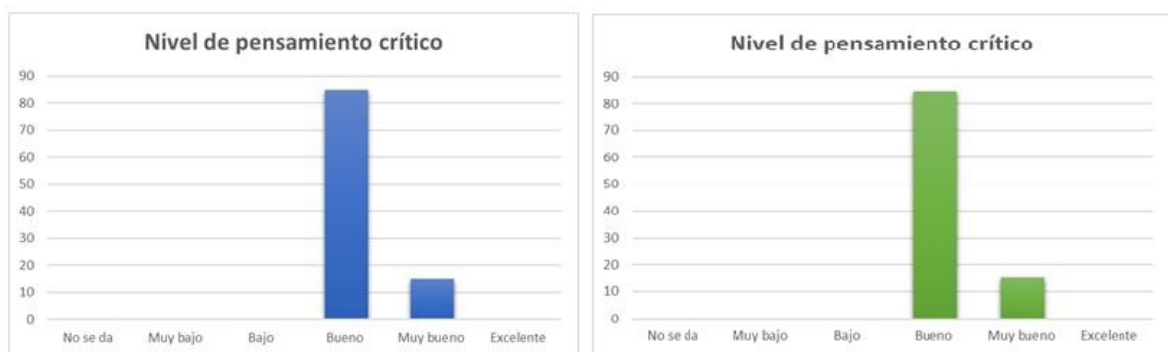


Figura 19. Comparación de los resultados obtenidos antes y después de la implementación de los test de pensamiento crítico.

Como se evidencia, después de la implementación de la secuencia de actividades propuesta, con la habilidad de solución de problemas del pensamiento crítico como factor central de investigación, se resalta que la muestra objeto de estudio, en cierta medida, transformó sus perspectivas mejorándolas o manteniéndolas, pues el porcentaje de la población en los niveles de habilidades del pensamiento crítico se mantuvo (figura 20).

A continuación, se presentan los resultados arrojados por el test implementado después de la intervención de la propuesta de investigación.



Figura 20. Nivel de pensamiento crítico.

En el análisis comparativo de los resultados (Anexos No. 1 y 2) resulta significativo, por tanto, el caso específico de los estudiantes 5 y 9, pues se encuentran en el umbral límite de conseguir posicionarse en el siguiente nivel de pensamiento crítico según la escala de ubicación de los niveles de pensamiento crítico adaptada por Cardozo y Solórzano (2014) (tabla 3). Esto puede ser adjudicado a la deducción de pensar que las actividades desarrolladas durante la propuesta fortalecieron las habilidades de comprobación de hipótesis, razonamiento verbal, argumentación, probabilidad e incertidumbre, toma de decisiones y solución de problemas, favoreciendo posturas críticas, a través de los argumentos que construían partiendo de los problemas que se les planteaban, pues, Beltrán y Torres (2009) consideran que el pensamiento crítico, como proceso cognitivo, permite en los estudiantes la construcción de nuevos conocimientos y la utilización de este de forma estratégica para solucionar situaciones problema en su vida cotidiana. Se considera por consiguiente que, el tema abordado desde las perspectivas que se adquirieron a medida que se desarrollaba la propuesta, permitió que la enseñanza de las ciencias y más específicamente la química desde la fitoquímica encaminada a los pigmentos naturales, promovió la construcción y comprensión de conceptos junto con las habilidades cognitivas que le permitió a la población transformar sus pensamientos en busca de soluciones. Pues el pensamiento crítico provee a los estudiantes de las herramientas que estos necesitan para saber el tipo de conocimiento que deberán emplear en determinada situación.

Para el caso de los estudiantes 3 y 8 que se mantuvieron con el mismo nivel de pensamiento crítico, se puede deducir que la secuencia propuesta puede ser potenciada para fortalecer, en estos casos, los niveles de pensamiento crítico. Ahora bien, para los casos de los estudiantes 12 y 13 se resalta que desde el inicio de la secuencia de actividades presentaron tener un nivel de pensamiento crítico *muy bueno*, lo cual puede ser considerado como susceptible de fortalecimiento en donde quepa la posibilidad de dar continuidad a propuestas que le apuesten a la solución de problemas como eje central para el fortalecimiento de las habilidades del pensamiento crítico.

Para concluir, en el caso de los estudiantes 4 y 7 los niveles de pensamiento crítico disminuyeron, lo que posiblemente indica que la falta de motivación y/o disposición por parte de los estudiantes como un factor asociado del pensamiento crítico fuera determinante en el fortalecimiento que buscaban las actividades propuestas, haciendo que los puntajes obtenidos disminuyeran considerablemente. A pesar de lo expuesto con anterioridad, estos estudiantes se mantuvieron en el nivel de pensamiento crítico en el que se posicionaron desde el inicio de la intervención, demostrando que las respuestas que generaban desde el análisis para argumentar, el razonamiento verbal y las alternativas que construían como soluciones a los problemas planteados, para algunos casos, eran correctas.

9. CONCLUSIONES

- El test implementado en la secuencia adaptado por Zaldívar (2010) permitió caracterizar los niveles de pensamiento crítico que posee la población antes y después de la intervención, lo cual, permitió que ésta resultara trascendental para dar cumplimiento con el primer objetivo de la investigación.
- El abordar la fitoquímica desde los pigmentos naturales con el planteamiento de varios problemas como método en las actividades de contextualización, práctica experimental y la actividad desarrollada después del laboratorio permitió que los estudiantes observaran y argumentaran en sus respuestas la relación existente entre los contenidos vistos en el área de química, los pigmentos naturales y el porqué de su coloración (relacionar la estructura del carbono con la formación de moléculas y relacionar sus grupos funcionales con propiedades específicas) además del vínculo que estos presentan con su énfasis (Artes), pues esta también se enfocó en estimular la disposición y en generar motivación por parte de los estudiantes, puesto que estos son considerados como factores asociados fundamentales para fortalecer las habilidades del pensamiento crítico.
- Los resultados de esta propuesta, donde el factor central de investigación fue la solución de problemas con el fin de fortalecer las habilidades del pensamiento crítico permitieron evidenciar que la intervención tuvo alcances positivos, pues en algunos casos en específico se observó que la interpretación al momento de leer un problema y los niveles argumentativos con los que sustentaron sus propuestas de solución eran óptimas y correctas, por otra parte, en otros casos en específico en donde se evidenció que el puntaje alcanzado al final respecto al puntaje que se obtuvo al inicio con la implementación de los test, disminuyó. Esto se puede adjudicar a que los argumentos con los que sustentaban su solución carecían de coherencia y calidad, además, el grado de disposición y motivación como un factor fundamental asociado al pensamiento crítico fue influyente al momento de desarrollar las actividades planteadas.

10. RECOMENDACIONES

- Es importante considerar el hecho de que el Instituto Pedagógico Nacional como institución de educación básica y media no cuenta con todo el material y los reactivos específicos necesarios para llevar a cabo prácticas de laboratorio de extracción e identificación de pigmentos naturales, es entonces que, para posibles propuestas que se quieran llevar a cabo a futuro en este tipo de Instituciones, se recomienda dar cuenta de la disponibilidad de material y reactivos y analizar la viabilidad de préstamo y facilidad por parte de la Universidad para ejecutar dichas prácticas de laboratorio.
- Para favorecer los resultados obtenidos en una secuencia como propuesta para fortalecer las habilidades del pensamiento crítico en estudiantes de educación media, resulta conveniente ampliar los tiempos de implementación, pues permitirá obtener mayores resultados para el análisis riguroso y el seguimiento que se le hace a la población objeto de estudio.
- En cuanto a la parte disciplinar, resulta favorable el encontrar temas que se puedan vincular a lo que la muestra objeto de estudio está cursando durante año lectivo en el área de Química, pues permitirá abordar los temas con mayor disposición por parte del investigador y por parte de la muestra. Complementario a esto, se puede cuantificar el pigmento vegetal en la muestra vegetal para adquirir mayor fiabilidad de los resultados obtenidos para la identificación.
- La parte metodológica resulta fundamental para lo que se pretende trabajar en el área de la investigación en educación, por tanto, resulta beneficioso para las propuestas de investigación contar con una que favorezca y posibilite ampliar el rango investigativo para desarrollar trabajos que contemplen factores asociados del pensamiento crítico que para la propuesta no se ejecutaron debido a los objetivos de investigación.

11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anónimo. (s.f.). *Cromatografía en capa fina*. Obtenido de <https://www.uam.es/docencia/jppid/documentos/practicas/actuales/guion-p6.pdf>
- Arroyave Alzate, M. E., & Gómez Díaz, P. A. (2006). *Elaboración de un producto con base en colorantes naturales para teñir el cabello*. Obtenido de Repositorio Institucional Universidad EAFIT: https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/357/MariaElena_ArroyaveAlzate_2006.pdf?sequence=1
- Beltrán Castillo, M. J., & Torres Merchán, N. Y. (2009). Caracterización de habilidades de pensamiento crítico en estudiantes de educación media a través del test HCTAES. *Revista del Instituto de Estudios en Educación*, 68-69-70.
- Calvo, M. (s.f.). *Bioquímica de los alimentos*. Obtenido de Clorofila : <http://milksci.unizar.es/bioquimica/temas/pigmentos/clorofila.html>
- Cardozo Sosa, E. D., & Solórzano Buendía, R. A. (2014). *Agrotóxicos: una cuestión sociocientífica para favorecer el pensamiento crítico*. Bogotá, D.C. : Universidad Pedagógica Nacional.
- Carvajal Rojas, L., Hata Uribe, Y., Sierra Martínez, N., & Rueda Niño, D. (2009). *Análisis fitoquímico preliminar de hojas, tallos y semillas de cupatá (Strychnos Schultesiana Krukoff)*. Bogotá D.C.: Universidad Nacional de Colombia.
- Castiblanco Valbuena, J. N., & Muñoz Moreno, P. A. (2018). *Fortalecimiento de habilidades de pensamiento crítico, mediadas por una secuencia de actividades sobre extracción y uso de β -carotenos para alimentos* . Bogotá D.C.: Universidad Pedagógica Nacional.
- Castillo Membreño, S. A., & Ramírez González, I. E. (Marzo de 2006). *Ensayo preliminar para la obtención de colorantes naturales a partir de especies*

vegetales comestibles. Obtenido de Eprints repository software:
<http://ri.ues.edu.sv/4989/1/16100351.pdf>

- Córdoba Arango, E. (24 de Abril de 2004). *Representaciones mentales de habilidades científicas en el aula en profesores universitarios de ciencias naturales*. Obtenido de Universidad Autónoma de Manizales Repositorio Institucional:
<http://repositorio.autonoma.edu.co/jspui/bitstream/11182/255/1/REPRESNTACIONES%20MENTALES%20DE%20HABILIDADES%20CIENT%3%8DFICAS%20%20EN%20EL%20AULA%20EN%20PROFESORES%20%20UNIVERSITARIOS%20DE.pdf>
- Cruz Cerón, L. G., & Hinojosa Rojas, K. L. (2015). *Diseño y construcción de un secador por atomización para la obtención de colorante natural a partir de la remolacha*. Obtenido de Repositorio Institucional de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo:
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/4665/1/96T00297%20UDCTFC.pdf>
- De Los Santos, A. (s.f.). *Fundamentos Visuales 2*. Obtenido de Adesign:
<https://adelossantos.files.wordpress.com/2010/10/teroria-del-color.pdf>
- Debenedetti, S., & Wilson, E. (s.f.). *Farmacognosia. Clases teóricas y presentaciones. Polifenoles II*. Buenos Aires: Universidad de Belgrano. Obtenido de
<http://repositorio.ub.edu.ar/bitstream/handle/123456789/6130/4315%20-%20completo%20-%20Farmacognosia%20-%20debenedetti.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Garzón, G. A. (2 de Mayo de 2008). *Universidad Nacional de Colombia*. Recuperado el 5 de Octubre de 2018, de bdigital repositorio institucional UN: <http://www.bdigital.unal.edu.co/16447/1/11337-27563-1-PB.pdf>
- González Cárdenas, I. A. (2010). *CARACTERIZACIÓN QUÍMICA DEL COLOR DE DIFERENTES VARIETADES DE GUAYABA (Psidium guajava L.) COLOMBIANA*. Obtenido de
<http://www.bdigital.unal.edu.co/2815/1/197449.2010.pdf>
- Grasas y aceites vegetales* . (2014). Obtenido de Saponificación : <https://grasas-y-aceites-vegetales.webnode.com.co/aplicaciones/saponificacion/>
- Guzmán Galarza, M. (2011). *Teoría y práctica del color*. Obtenido de Universidad de Cuenca:
https://www.ucuenca.edu.ec/images/facu_artes/documentos_pdf_artes/exámenes/disenio/teoria_color.pdf

- Lázaro Herrera , J. (2014). *Scribd*. Obtenido de Procedimiento experimental clorofila: <https://es.scribd.com/document/241292836/Procedimiento-Experimental-Clorofila>
- Lock Sing de Ugaz, O. (1997). *Colorantes Naturales* . Lima, Perú: Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú .
- Mancilla, C., Castrejón, C., Rosas , T., Blanco , E., & Pérez, S. (2009). *Scribd*. Obtenido de Extracción y separación de pigmentos vegetales: <https://es.scribd.com/doc/16675209/6-EXTRACCION-Y-SEPARACION-DE-PIGMENTOS-VEGETALES>
- Marcano, D., & Hasegawa, M. (2002). *Fitoquímica Orgánica* (Segunda ed.). Caracas: Torino. Obtenido de <https://books.google.com.co/books?id=hPkjgPwXD-QC&printsec=frontcover&dq=fitoquimica+pdf&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwj9sOHC2IzaAhXE7VMKHRXCBlcQ6AEIJzAA#v=onepage&q=carotenoides&f=false>
- Ministerio de Educación Nacional . (2006). *Estándares Básicos de Competencias en Lenguaje, Matemáticas, Ciencias y Ciudadanas* . Bogotá D.C.: Ministerio de Educación Nacional. Obtenido de https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-340021_recurso_1.pdf
- Moreira , L., Rodrigues , M., Oliveira , H., Lima , A., Soares , R., Batistela , V., . . . Hora Machado , A. (2010). *Influência de diferentes sistemas de solvente água-etanol sobre as propriedades físico-químicas e espectroscópicas dos compostos macrocíclicos feofitina e clorofila α*. São Paulo: Química Nova.
- Núñez, C. E. (2008). *Extracciones con equipo Soxhlet*.
- Paredes Martínez, B. I. (2002). *Análisis y obtención de colorante natural a partir de la Baccharis Latifolia (Chilca)*. Ibarra. Obtenido de <repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/639/1/TESIS%20%233.doc>
- Parra Ortega, V. P. (2004). *Estudio comparativo en el uso de colorantes naturales y sintéticos en alimentos, desde el punto de vista funcional y toxicológico*. Obtenido de Tesis electrónicas Universidad Austral de Chile: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2004/fap259e/pdf/fap259e.pdf>
- Paul, R., & Elder, L. (2003). *La mini-guía para el Pensamiento Crítico Conceptos y herramientas*. Obtenido de Amazon S3: https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/46835315/La_mini_guia_para_el_P._C..pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1522196516&Signature=W5ORDVyumD%2FSc2fyDSBlck7fu40%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DLa_mini-guia_para

- Paul, R., & Elder, L. (2005). Una guía para los Educadores en los Estándares de Competencia para el Pensamiento Crítico. Cambridge, Reino Unido. Obtenido de https://www.criticalthinking.org/resources/PDF/SP-Comp_Standards.pdf
- Pavón Martínez, F., & Martínez Aznar, M. M. (2013). La metodología de resolución de problemas como investigación (MRPI): una propuesta indagativa para desarrollar la competencia científica en alumnos que cursan un programa de diversificación. *Enseñanza de las ciencias*, 472.
- Rivas, S., & Saiz, C. (2008). *Evaluación en pensamiento crítico: una propuesta para diferenciar formas de pensar*. Xalapa-Enríquez.
- Taiz, L., & Zeiger, E. (2006). Fisiología vegetal. Castellón de la Plana, España, España. Obtenido de https://books.google.com.co/books?id=7QlbYg-OC5AC&pg=PA258&dq=fisiologia+vegetal+clorofila+biosintesis&hl=es&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
- Zaldívar, P. (2010). *El constructo "pensamiento crítico"*. Zaragoza: Universidad de Zaragoza. Obtenido de http://www.unizar.es/abarrasa/tea/200910_25906/lopez2010.pdf

12. ANEXOS

12.1 Anexo 1. Resultados del test inicial para determinar el nivel de pensamiento crítico.

No. Pregunta/ No. Estudiante	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	4	3	4	4	5	3	5	4	5	3	5	3	4
2	4	5	4	3	4	4	5	6	5	4	4	4	4
3	3	3	2	3	2	4	5	4	6	5	4	4	5
4	4	5	3	5	5	4	4	5	5	5	6	4	4
5	2	2	4	3	3	3	2	3	1	1	2	5	3
6	5	5	4	6	5	5	5	5	5	5	5	5	5
7	3	1	4	6	2	3	5	5	2	4	4	4	4
8	3	4	3	4	5	3	3	2	1	2	3	3	3
9	4	6	4	2	3	3	3	3	1	4	4	3	5
10	5	5	3	4	3	6	3	3	2	3	1	5	6
11	2	6	3	3	2	4	3	3	2	3	4	4	6
12	3	1	4	2	1	1	2	2	3	3	3	4	3
13	5	5	4	4	6	6	3	6	6	5	6	5	4
14	1	2	3	4	1	3	1	1	2	1	4	4	4
15	5	6	4	5	6	1	4	5	6	5	5	5	5
16	5	2	3	3	6	2	2	2	3	5	1	4	3
17	3	3	3	6	2	4	4	6	5	5	5	5	6
18	3	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	3	1
19	4	6	3	2	1	3	3	1	1	2	4	5	3
20	5	4	4	5	5	5	3	3	6	5	5	5	6
Total	73	75	67	77	72	71	66	70	68	71	76	84	84
Nivel de pensamiento	BUENO											MUY BUENO	

12.2 Anexo 2. Resultados del test final para determinar el nivel de pensamiento crítico.

No. Pregunta/ No. Estudiante	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	4	3	4	4	3	3	4	5	6	6	6	4	4
2	4	5	4	3	5	5	4	5	5	4	5	4	4
3	3	4	2	3	4	4	5	5	6	4	5	4	4
4	5	5	3	4	5	4	5	4	6	5	6	5	5
5	2	2	2	2	3	6	1	2	1	1	1	5	4
6	4	3	3	5	3	3	4	6	5	4	6	6	4
7	3	3	4	5	4	3	3	5	2	3	2	4	4
8	3	5	4	3	4	2	4	3	1	2	1	3	3
9	4	5	5	2	6	3	4	2	5	3	3	4	4
10	4	5	3	4	2	3	5	1	3	3	2	5	4
11	2	3	2	2	3	4	2	1	6	3	2	4	3
12	3	2	4	3	5	3	3	3	5	4	3	4	4
13	4	5	3	5	6	3	4	5	5	4	5	5	5
14	2	2	5	2	3	2	4	4	2	4	5	4	4
15	3	6	3	3	5	5	4	5	6	5	6	5	5
16	4	2	3	2	6	4	5	3	3	4	4	5	4
17	5	3	5	6	3	4	5	5	5	4	6	4	6
18	3	1	1	3	1	2	2	1	1	1	1	3	2
19	5	5	4	3	4	3	4	2	1	3	4	4	3
20	5	3	3	5	5	4	3	3	6	5	5	4	5
Total	72	72	67	69	80	70	75	70	80	72	78	86	81
Nivel de pensamiento	BUENO											MUY BUENO	

12.3 Anexo 3. Test de pensamiento crítico.



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



TEST DE PENSAMIENTO CRÍTICO

Nombre: _____

Señalar con una equis (X) la frecuencia con la que vivencias cada una de las situaciones que a continuación se presentan (según tu grado de acuerdo). Recuerda que esto es un test el cual no interferirá en ninguna medida tu valoración en el área de Química. Se pide por favor que se responda con la mayor sinceridad posible.

N°		N	CN	PV	BV	CS	S
1.	Cuestiono la veracidad de las opiniones que gran parte de la gente acepta como ciertas.						
2.	En mis juicios, intento ir más allá de impresiones y opiniones particulares.						
3.	Trato de encontrar "la verdad" antes que tener la razón.						
4.	Soy capaz de llegar a una posición razonable sobre un tema, pese a mis prejuicios.						
5.	Ser objetivo es algo "frío", es preferible guiarse por sentimientos.						
6.	Me sitúo en una posición neutra 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 telediaros 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 en clase 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, sé cuándo dudar de una opinión o punto de vista.						

Referencias

- Zaldívar, P. J. L. (2010). *El constructo “pensamiento crítico”*. Universidad de Zaragoza. Tomado de:
http://www.unizar.es/abarrasa/tea/200910_25906/lopez2010.pdf

12.4. Anexo 4. Actividad de contextualización: pigmentos naturales.



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



ACTIVIDAD DE CONTEXTUALIZACIÓN: PIGMENTOS NATURALES

Guía elaborada por: Juan Danilo Romo C.

Nombre: _____

Para solucionar la actividad que se presenta a continuación, se pide que se responda con la mayor sinceridad posible.

En los siguientes siete (7) puntos se plantearán preguntas con y sin opciones de respuesta, para cualquiera que sea el caso **se debe de sustentar y/o justificar en cinco (5) renglones la respuesta.**

A continuación se presenta una nota de interés publicado por *moda argentina*, proveniente de *Red Textil* (<http://www.ciaindumentaria.com.ar/plataforma/colorantes-naturales/>) en donde se hacen unas pequeñas aproximaciones a lo relacionado con los colorantes naturales, su constitución (algunas características), procedencia, formas de extracción y pruebas de control de calidad e identificación. Esta lectura te orientará para que puedas desarrollar lo que a continuación se plantea. Se pide por favor que se responda con la mayor sinceridad posible.

1. La vida está llena de bastantes cosas que pueden ser percibidas por los seres humanos y por demás seres vivos gracias a todos los órganos de los sentidos (independientemente si funcionan o no correctamente), algunos de esos factores que resultan susceptibles a la percepción humana son: los olores, los sabores, los sonidos, etc. pero además de estos, otro de los factores que puede ser percibido y que resulta de gran importancia para múltiples cosas es el **color**, encontrándose en todo lo que podamos observar, en múltiples gamas y diversas tonalidades. Ahora, si miramos a nuestro alrededor podemos observar que absolutamente todo tiene color, resulta "lógico" pensar que muchos de los colores que podemos ver son sintetizados de forma artificial en un laboratorio, pero ¿qué puedes argumentar respecto a los colorantes naturales, de dónde vienen y por qué presentan coloración?
2. ¿Has utilizado colorantes naturales?

Ahora bien, después de responder a los dos cuestionamientos anteriores lee con atención: ha ocurrido un inconveniente, sucede que la encargada de suministrar información respecto a la identificación, constitución y características de sustancias

orgánicas e inorgánicas que se trabajan en el laboratorio de un colegio no fue a trabajar. El coordinador de la institución al enterarse de la situación, tuvo que dar solución a este imprevisto por lo que decidió observar en los horarios de los demás profesores en busca de alguien que tuviera hora libre. Al hacerlo, notó que la profesora de inglés era la única que se encontraba con el tiempo disponible, a lo que acudió a ella en busca de ayuda, le contó de la situación y ella accedió a ayudar (cubriendo el espacio de la encargada del laboratorio). Después de que la profesora pasara unos minutos en el laboratorio tú llegaste a preguntar por la disponibilidad de un material para llevar a cabo una práctica de laboratorio (por el énfasis de profundización en el que estabas), después de un momento llegó un estudiante pidiendo ayuda por algunas preguntas que no entendía para un taller de química orgánica, y tú, al darte cuenta de que la profesora no era la encargada decidiste ayudar a tu compañero diciéndole que te dejara ver el taller para que lo pudieras orientar, pues era un tema que habías visto hace poco. *Nota: al observar el taller, te das cuenta que las siguientes tres (3) preguntas son las que corresponden a dicho taller.*

3. **Carotenos:** Los llamados carotenos son una familia de compuestos químicos que se caracteriza por su coloración que oscila entre rojo, naranja y amarillo. Dichas moléculas están constituidas de una cadena corta hidrocarbonada (moléculas que contienen átomos de carbono e hidrógeno). El compuesto más conocido dentro de esta familia es el betacaroteno (β -caroteno), el cual puede ser encontrado en numerosas frutas y vegetales como la zanahoria, pimiento rojo y camote. Estos últimos contienen mayor cantidad de β -caroteno respecto a otros como el brócoli, pimiento verde y mango (Burns, 2003).

Báez, J. (2007). *Generadores de Colores Naturales: Carotenos y Xantofilas*. [Archivo PDF]. Guanajuato, México. Recuperado de: <http://www.dcne.ugto.mx/Contenido/revista/numeros/7/A6.pdf>

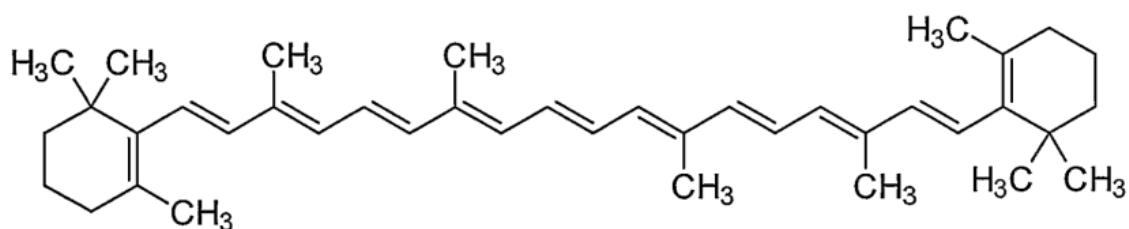


Figura 1. Marina, G. (2011). *Vitamina A y a la vista...* [Dibujo]. Recuperado de: <https://www.hablandodeciencia.com/articulos/2011/08/02/vitamina-a-y-la-vista/>

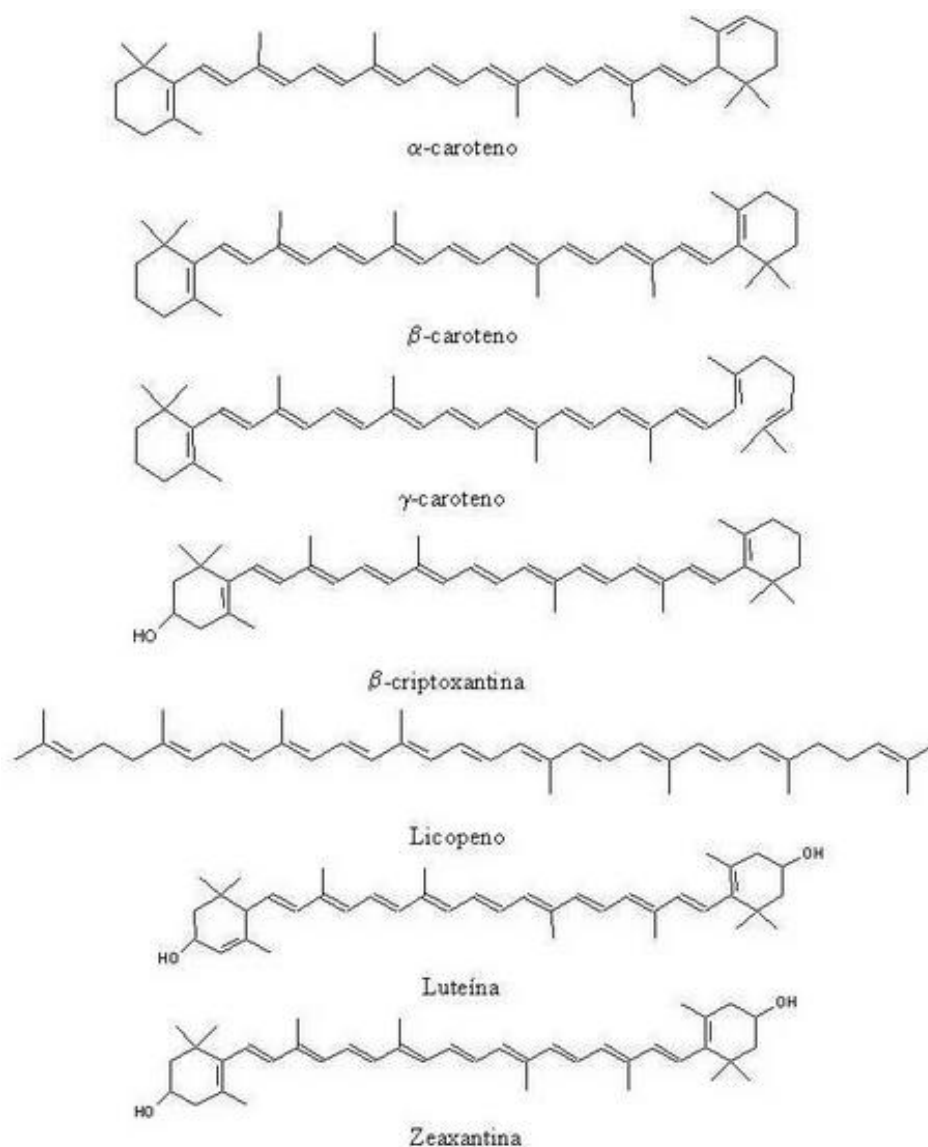


Figura 2. Mínguez Mosquera, M. Pérez Gálvez, A. & Hornero Méndez, D. (s.f.). *Pigmentos carotenoides en frutas vegetales; mucho más que simples "colorantes" naturales* [Dibujo]. Recuperado de: http://digital.csic.es/bitstream/10261/5754/1/IG_AGROCSIC_4.pdf

¿Qué es el β -caroteno? Estructura, identificación de enlaces y grupos funcionales.

- Una molécula orgánica que consta únicamente de 18 átomos de carbono en una cadena alifática.
- Una molécula orgánica de gran complejidad y con un elevado peso molecular que cuenta con enlaces sencillos.

- c. Una molécula orgánica de elevado peso molecular que presenta grupos aromáticos junto con varios grupos metilos que cuenta con enlaces sencillos.
4. **Clorofila:** Esta molécula es la responsable del color verde en todas las especies vegetales, y desempeña un papel esencial en el proceso de la fotosíntesis; se trata en realidad de una mezcla de compuestos muy relacionados. La estructura de la clorofila a, el pigmento más abundante, es la siguiente:

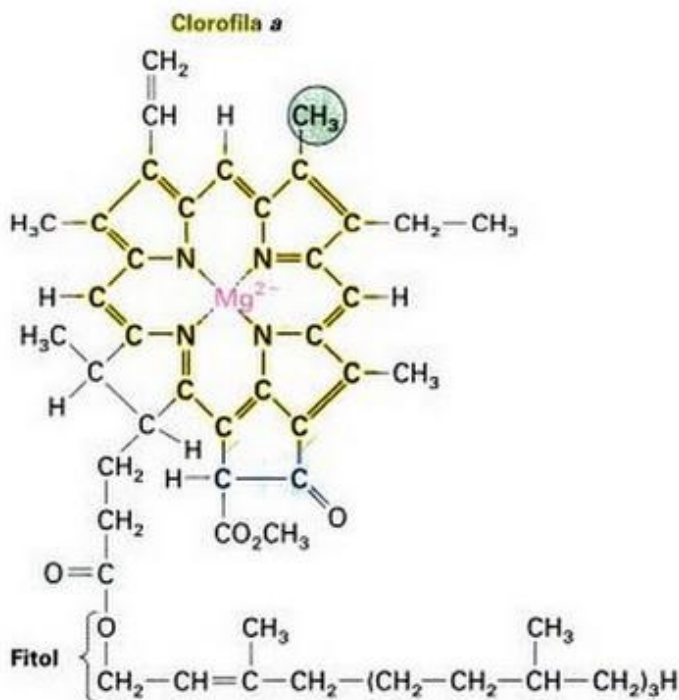


Figura 3. Lodish, H. et al. (2005). *Biología celular y Molecular*. [Dibujo]. Recuperado de: <https://books.google.com.co/books?id=YdyMSxY2LjMC&pg=PA334&dq=clorofila&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwibtcfoq8DdAhUNq1kKHYA7AcQQ6AEILjAB#v=onepage&q=clorofila&f=false>

Esta estructura presenta varias características interesantes. Es un complejo de magnesio de una dihidroporfirina. Contiene una cadena de ácido propiónico modificada en forma de β - cetoéster cíclico. Contiene también una cadena de ácido propiónico esterificada con un alcohol diterpénico, el fitol, característica que confiere liposolubilidad a la molécula. El hecho más sorprendente, sin embargo, es la íntima similitud estructural de la molécula de clorofila con la de hemo, lo que sugiere que la importancia de las porfirinas con estructura vegetal se remonta a antes de la separación evolutiva de los reinos animal y vegetal.

Allinger, N. et al. (1984). *Química Orgánica (2ª ed)*. [Libro online]. Barcelona, España.

Reverté, S.A. Recuperado de:
https://books.google.com.co/books?id=0hLx1I8UQ5sC&pg=PA1080&dq=clorofila&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjcsa3p0cDdAhXiqIkKHb_ZBqMQ6AEIOjAD#v=onepage&q=clorofila&f=false

¿Qué es la clorofila? Estructura, identificación de enlaces y grupos funcionales.

- a. Una molécula inorgánica con varios átomos de carbono, nitrógeno, hidrógeno y un átomo central de magnesio que presenta varios enlaces sencillos y dobles.
 - b. Resulta ser una molécula de gran complejidad, característica por brindar el color verde en todas las especies vegetales que conocemos, además de presentar varios átomos como: el carbono, el nitrógeno, el oxígeno, el hidrógeno, y un magnesio (como átomo central) resulta ser de gran relevancia por ser fundamental en la fotosíntesis.
 - c. Es una molécula presente en varias especies vegetales que observamos y consumimos. Presenta varios enlaces en su estructura química y además resulta ser fundamental en la fotosíntesis.
5. **Antocianinas:** Están basadas químicamente en una única estructura aromática, aquella de la cianidina, y todas se consideran derivadas de ella por adición o sustracción de grupos hidroxilo, por metilación o por glicosidación (adición de un glúcido a una molécula). Ellas son intensamente coloreadas y solubles en agua. Se consideran que tienen como función en la planta el ser atractores de insectos y pájaros para los procesos de polinización y diseminación de las semillas. Las antocianinas como pigmentos naturales inocuos tienen considerable potencial en la industria alimentaria; pero a diferencia de los pigmentos rojos sintéticos que se utilizan actualmente, las antocianinas no son estables especialmente en soluciones neutras y alcalinas, ocurriendo fácilmente cambios durante el procesamiento del material crudo y el almacenaje, los que se manifiestan en pérdida de color, oscurecimiento del producto y formación de precipitados en los extractos. Son también sensibles a las variaciones de pH, a pH 3 el pigmento está presente como sales de flavilo rojo, a pH 8 es de color violeta y a pH 11 de color azul. Debido a estos cambios de color fueron llamados “camaleones vegetales” por Tswett.

Lock, O. (1997). *Colorantes Naturales*. [Libro online]. Lima, Perú. Pontificia Universidad Católica del Perú. Recuperado de:
https://books.google.com.co/books?id=LjmH_3qjaEIC&pg=PA103&dq=antocianina&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjCycPpq8DdAhWJylkKHxgKDAEQ6AEIMzAC#v=onepage&q=antocianinas&f=false

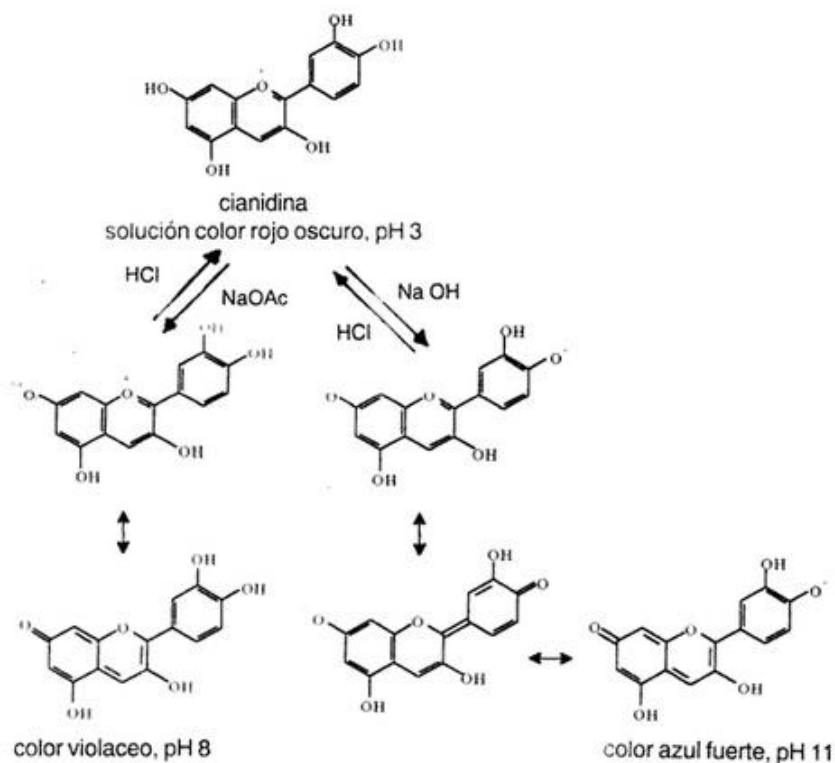


Figura 4. Lock, O. (1997). *Colorantes Naturales*. [Dibujo]. Recuperado de: https://books.google.com.co/books?id=LjmH_3qjaEIC&pg=PA103&dq=antocianinas&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjCycPpq8DdAhWJyIkKHXgKDAEQ6AEIMzAC#v=onepage&q=antocianinas&f=false

¿Qué son las antocianinas? Estructura, identificación de enlaces y grupos funcionales.

- a. Son moléculas orgánicas similares, pues derivan de la cianidina mediante la adición o la sustracción de varios grupos funcionales, son características por presentar variación en su coloración por el medio en el que se encuentren (ácido – próximo al neutro y básico).
 - b. Un grupo de moléculas de interés por sus cambios de coloración a través de la variación del pH.
 - c. Son un grupo de sales orgánicas constituidas por múltiples átomos de carbono e hidrógeno.
6. Después de lo visto anteriormente, ¿qué puedes destacar de la importancia de algunos colorantes naturales más allá de la generación de color?
 7. Revisando el texto y la definición anterior, ¿por qué resulta importante el color en las plantas?

12.5 Anexo 5. Guía de laboratorio para la extracción y la identificación de pigmentos naturales.



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



GUÍA DE LABORATORIO PARA LA EXTRACCIÓN Y LA IDENTIFICACIÓN DE PIGMENTOS NATURALES

Guía elaborada por: Juan Danilo Romo C.

Nota

Cada estudiante debe traer bata (manga larga), guantes de **NITRILO**, tapabocas y gafas de protección (si las tienen).

Estudiante que no tenga los implementos de seguridad básicos para ingresar al laboratorio **NO** podrá realizar la práctica.

Objetivos

- Extracción de colorantes naturales por tres métodos, maceración, percolación y Soxhlet.
- Identificación de colorantes naturales por métodos cualitativos. Reacción de Shinoda (antocianinas), cromatografía en capa fina (β -caroteno) y fraccionamiento de pigmentos (clorofila), precipitación por saponificación (clorofila), reducción de la clorofila con ácido ascórbico, obtención de feofitina (clorofila).

Materiales	Reactivos
<ul style="list-style-type: none">• 1 mortero con pistilo.• 2 pipetas (10,0 mL) con pipeteador.• 2 embudos.• 7 tubos de ensayo.• 2 aros metálicos.• 2 soportes (universal).• 2 matraces Erlenmeyer (50,0 mL)• Papel filtro cualitativo.• 1 gradilla.• 2 espátulas (hojas de papel).• 1 gotero. • Montaje Soxhlet.• Montaje de destilación.• Cápsulas de porcelana.	<ul style="list-style-type: none">• Ácido ascórbico, $C_6H_8O_6$.• Ácido clorhídrico [37,5%], HCl.• Etanol (96%), C_2H_6O.• Éter de petróleo.• Hidróxido de bario (solución saturada), $Ba(OH)_2$.• Patrón de β-caroteno.• Zinc, Zn.

<ul style="list-style-type: none"> • Perlas de ebullición. • 2 capilares. • Cámara cromatográfica. • 1 beaker (10,0 mL). 	
--	--

Marco teórico

El color se encuentra en todo lo que podemos visualizar, es entonces que los colorantes y/o pigmentos se encuentran presentes en todo lo que nos rodea, basta con caminar por senderos que conducen a montañas o lugares naturales para observar una variedad infinita de tonalidades de múltiples colores de origen natural, por tanto, presentarán una gran variedad característica que los hace únicos.

Entonces, los pigmentos de todas las especies vegetales son sustancias naturales que imparten color y se encuentran en las células y los tejidos de plantas y animales. Un tinte es un colorante certificado por la FDA (Food and Drug Administration, administración de fármacos y alimentos) de los Estados Unidos, con cierto grado de solubilidad en agua y utilizado en alimentos. También pueden utilizarse los colorantes exentos de certificación, conocidos como colorantes naturales (Saldaña, 2004 como se cita en Enríquez, 2014). Como ejemplos de pigmentos en tejidos animales se encuentran los compuestos hemo como la hemoglobina, responsable del color de la carne. Esta contiene en su estructura hierro y un anillo de porfirina. Entre los pigmentos vegetales están las clorofilas, que son pigmentos encontrados también en algas y bacterias fotosintéticas, los carotenoides, que varían su coloración del amarillo al anaranjado y son sintetizados por algunas plantas, presentando funciones importantes en la fotosíntesis y la fotoprotección de los tejidos, las betalainas, que tienen coloraciones del rojo al amarillo, los flavonoides tipo antocianina, que proporcionan los colores azul, rojo y violeta a los frutos, flores y hojas en la mayoría de las plantas. (Enríquez, 2014, p.21)

Flavonoides

Los flavonoides son un gran grupo de sustancias vegetales que fueron descubiertas por el premio Nobel en Bioquímica Dr. Albert Szent-Gyorgi, quien les denominó como "vitamina P". El Dr. Albert Szent-Gyorgi descubrió que los flavonoides favorecen la función de la vitamina C, mejorando su absorción y protegiéndola de la oxidación. Los flavonoides comprenden varias clases de sustancias naturales, entre las cuales están muchas de las que les confieren colores: amarillo, naranja, rojo, violeta y azul, a muchas flores, hojas y frutos, especialmente. Tienen una estructura química muy definida como se muestra en la figura 1. Puede observarse que de manera general son moléculas que tienen dos anillos bencénicos unidos a través de una cadena de tres átomos de carbono, los autores los denominan simplemente como compuestos C6-C3-C6 (Martínez, 2005 como se cita en Enríquez, 2014). El anillo A es un derivado de la cadena policetídica, el anillo B es derivado del ácido shikimico y los tres átomos de carbono que unen los anillos A y B, corresponden a la parte alquílica del fenilpropano. (Enríquez, 2014, p.21)

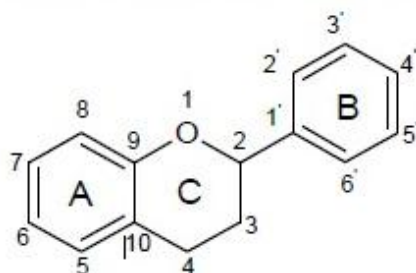


Figura 1. Estructura básica de los flavonoides. Pérez, T. (2003) como se cita en Enríquez, 2014. *Extracción, identificación y estudio de la capacidad antioxidante de pigmentos tipo antocianina presentes en el fruto de la mora (Rubus urticaefolius por R.)*. [Dibujo]. Recuperado de: <http://biblioteca.udenar.edu.co:8085/atenea/biblioteca/90066.pdf>

A continuación, en la siguiente imagen (figura 2) se muestra uno de los grupos (antocianidinas) que hacen parte de los flavonoides en función de las características estructurales en su molécula.

Nombre	Descripción	Estructura Base	Ejemplos
Antocianidinas	Tiene un grupo –OH unido en posición 3, pero además poseen un doble enlace entre los carbonos 3 y 4 del anillo C.		Cianidina, Peonidina, Delfindina

Figura 2. Clasificación de flavonoides. Martínez, S. (2002) como se cita en Enríquez, 2014. *Extracción, identificación y estudio de la capacidad antioxidante de pigmentos tipo antocianina presentes en el fruto de la mora (Rubus urticaefolius por R.)*. [Dibujo]. Recuperado de: <http://biblioteca.udenar.edu.co:8085/atenea/biblioteca/90066.pdf>

Antocianinas

Las antocianinas representan el grupo más importante de pigmentos hidrosolubles detectables en la región visible por el ojo humano (Harborne, J. & Williams, C. 2000 como se cita en Enríquez, 2014). Estos pigmentos son responsables de una gama de colores que abarcan desde el rojo hasta el azul en varias frutas, vegetales y cereales, acumulados en las vacuolas de la célula. Las antocianinas poseen diferentes funciones en la planta como son la atracción de polinizadores para la posterior dispersión de semillas y la protección de la planta contra los efectos de la radiación ultravioleta y contra la contaminación viral y microbiana. El interés por los pigmentos antocianínicos e investigación científica se han incrementado en los últimos años, debido no solamente al color que confieren a los productos que las contienen sino a su probable papel en la reducción de las enfermedades coronarias, cáncer, diabetes; a sus efectos antiinflamatorios y

mejoramiento de la agudeza visual y comportamiento cognitivo. Por lo tanto, además de su papel funcional como colorantes, las antocianinas son agentes potenciales en la obtención de productos con valor agregado para el consumo humano.

Estructura de las antocianinas

Las antocianinas son glucósidos de antocianidinas, pertenecientes a la familia de los flavonoides, compuestos por dos anillos aromáticos A y B unidos por una cadena de de 3 carbonos. Están formadas por una estructura base llamada aglicona o antocianidina cuya estructura es un esqueleto de quince carbonos (C6-C3-C6). La gran mayoría de las antocianidinas se derivan de las seis más comunes; delfinidina, cianidina, petunidina, pelargonidina, peonidina, peonidina, y malvidina. Éstas solo difieren en el lugar de la hidroxilación y metoxilación en el anillo B (Hyoung, S. & Lee, V. 1994 como se cita en Enríquez, 2014). Variaciones estructurales del anillo B resultan en seis antocianidinas conocidas.

En la siguiente imagen, se puede observar la estructura que forman las antocianidinas.

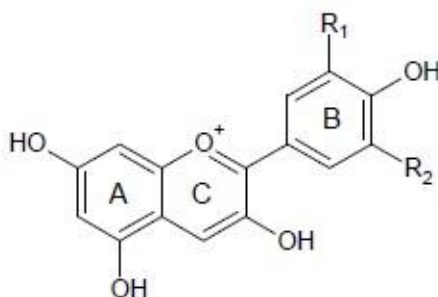


Figura 3. Estructura de las antocianidinas. Durst, & Wrolstad. (2001) como se cita en Enríquez, 2014. *Extracción, identificación y estudio de la capacidad antioxidante de pigmentos tipo antocianina presentes en el fruto de la mora (Rubus urticaefolius por R.)*. [Dibujo]. Recuperado de: <http://biblioteca.udenar.edu.co:8085/atenea/biblioteca/90066.pdf>

Aglicona	Sustitución		λ_{max} / (nm) espectro visible
	R ₁	R ₂	
Pelargonidina	H	H	494 (anaranjado)
Cianidina	OH	H	506 (anaranjado-rojo)
Delfinidina	OH	OH	508 (azul-rojo)
Peonidina	OCH ₃	H	506 (anaranjado-rojo)
Petunindina	OCH ₃	OH	508 (azul-rojo)
Malvidina	OCH ₃	OCH ₃	510 (azul-rojo)

Figura 4. Variaciones en la sustitución del anillo B de las antocianidinas. Durst, & Wrolstad. (2001) como se cita en Enríquez, 2014. *Extracción, identificación y estudio de la capacidad antioxidante*

de pigmentos tipo antocianina presentes en el fruto de la mora (*Rubus urticaefolius* por *R.*). [Dibujo]. Recuperado de: <http://biblioteca.udenar.edu.co:8085/atenea/biblioteca/90066.pdf>

De forma natural, las antocianinas siempre presentarán sustituciones glicosídicas en las posiciones 3 y/o 5 con mono, di o trisacáridos que incrementan su solubilidad. También pueden presentar variación en la estructura mediante la acilación de los residuos de azúcares de la molécula con ácidos orgánicos (Enríquez, 2014). Stintzing demostró que el tipo de sustitución glicosídica y de acilación producen efectos en el tono de las antocianinas; es así como sustituciones glicosídicas en la posición 5 al igual que acilaciones aromáticas, producen un desplazamiento hacia las tonalidades púrpura. (Stintzing, F. et al. 2002 como se cita en Enríquez, 2014)

Antocianina	Sustitución	
	R ₁	R ₂
Pelargonidina-3-glucósido	H	H
Cianidina-3-glucósido	OH	H
Delfinidina-3-glucósido	OH	OH
Peonidina-3-glucósido	OCH ₃	H
Petunindina-3-glucósido	OCH ₃	OH
Malvidina-3-glucósido	OCH ₃	OCH ₃

Figura 5. Sustituyentes de la estructura química de la antocianina. Stintzing, F. et al. (2002) como se cita en Enríquez, 2014. *Extracción, identificación y estudio de la capacidad antioxidante de pigmentos tipo antocianina presentes en el fruto de la mora (Rubus urticaefolius por R.)*. [Dibujo]. Recuperado de: <http://biblioteca.udenar.edu.co:8085/atenea/biblioteca/90066.pdf>

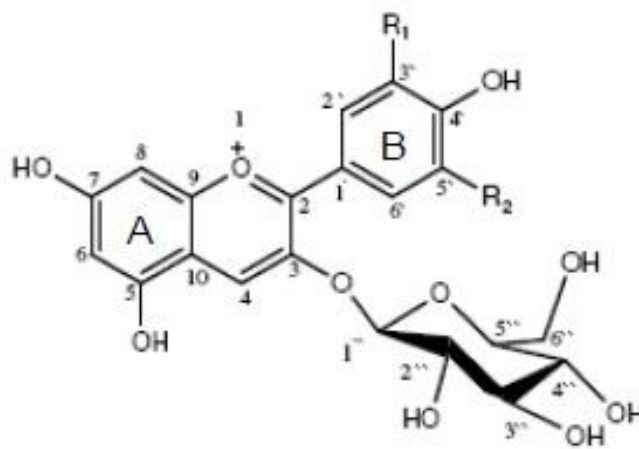


Figura 6. Estructura química de la antocianina. Wrolstad, R. (2005) como se cita en Enríquez, 2014. *Extracción, identificación y estudio de la capacidad antioxidante de pigmentos tipo antocianina presentes en el fruto de la mora (Rubus urticaefolius por R.)*. [Dibujo]. Recuperado de: <http://biblioteca.udenar.edu.co:8085/atenea/biblioteca/90066.pdf>

1. Identificación de flavonoides

Técnica para la obtención del colorante

Maceración

Este es un proceso de extracción entre un sólido y un líquido, donde la materia prima presenta varios compuestos solubles en el líquido de extracción. Este proceso por tanto, generará dos productos, el sólido sin las esencias y el extracto. La naturaleza de los compuestos que se obtienen de la extracción dependerá de la materia a la cual se le esté haciendo la extracción, así como del líquido que se emplea en la extracción (Fernaroli's, 1975).

Factores químicos que determinan el color y la estabilidad de las antocianinas

Contrariamente a todas las ventajas que las antocianinas pueden brindar como reemplazo de colorantes artificiales, la incorporación a alimentos o productos farmacéuticos como cosméticos y todo lo que abarca la industria de la belleza resulta ser limitada porque estos colorantes presentan una baja estabilidad en su tratamiento y almacenamiento. De entre los factores que afectan dicha estabilidad encontramos: pH, temperatura, presencia de oxígeno, concentración y actividad del agua.

Como la práctica de laboratorio se centraliza en el reconocimiento de las antocianinas por la adición de un ácido concentrado, se tendrá únicamente el efecto del pH sobre la muestra.

Efecto del pH: Este factor tiene efecto en la estructura y la estabilidad de las antocianinas. La acidez tiene un efecto protector sobre la molécula. En soluciones acuosas a valores de pH inferiores a dos, básicamente 100% del pigmento se encuentra en su forma más estable o de ión oxonio o catión flavilo de color rojo intenso.

Reacción de Shinoda:

Nota: La reacción se puede llevar a cabo con magnesio (Mg) o con zinc (Zn).

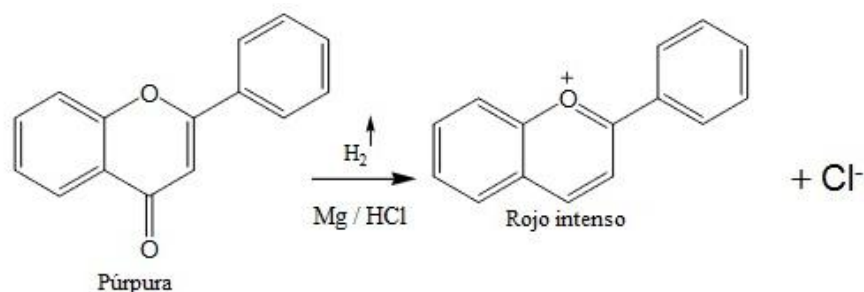


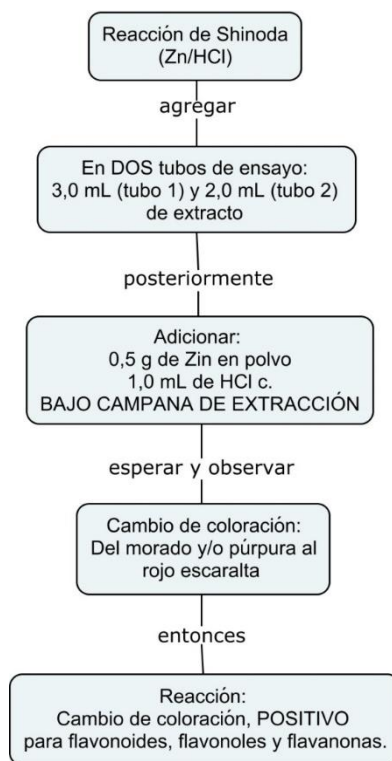
Figura 7. Reacción para el cambio de coloración en las antocianinas. Debenedetti, S. & Wilson, E. (s.f.). *Farmacognosia. Clases teóricas y presentaciones (Polifenoles, II)*. [Dibujo]. Recuperado de: <http://repositorio.ub.edu.ar/bitstream/handle/123456789/6130/4315%20-%20completo%20-%20Farmacognosia%20-%20debenedetti.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Reacción de la Cianidina, Willstater o Shinoda: Aunque se desconoce el mecanismo de reacción de la prueba se sabe que las sustancias que posean el anillo de γ - benzopirona producen coloraciones rojizas cuando a sus disoluciones acuosas o alcohólicas se les adiciona magnesio seguido de HCl concentrado. (Alcaloides, s.f.)

Procedimiento

Para la obtención del extracto:

Retirar los excedentes del fruto (uva) del mosto, posterior a esto, lavar su cáscara (mosto) y llevarla al mortero, adicionar 10,0 mL de etanol y macerar por unos minutos y filtrar.



2. Identificación de β -caroteno

Técnica para la obtención del colorante

Soxhlet

Esta extracción también es de tipo sólido – líquido. Núñez (2008) afirma:

Ante la pregunta de la necesidad de usar un aparato bastante complejo y costoso para extraer un sólido con un solvente, algo que pareciera tan sencillo de hacer agregando el solvente a la muestra y luego filtrar y listo, hay que contestar lo siguiente. El proceso de extracción de la mayoría de las sustancias tiene muy baja eficiencia, es decir una vez que se agrega el solvente, lo que está en contacto íntimo con lo extraíble se satura enseguida, por lo que hay que filtrar y volver a tratar con solvente fresco.

Eso implica gran cantidad y mucha manipulación del solvente aparte de la atención personalizada que la operación requiere. Como muchas veces lo que se quiere recuperar es el extracto y no la muestra extraída, habrá que evaporar todo el solvente para recuperarlo. Por otro lado estas tareas debieran realizarse en una campana espaciosa dado que los solventes se suelen utilizar calientes, es decir con una alta tensión de vapor. Lo que hace el extractor Soxhlet es realizar un sinfín de extracciones de manera automática, con el mismo solvente que se evapora y condensa llegando siempre de manera pura al material.

La extracción Soxhlet se fundamenta en las siguientes etapas: 1) colocación del solvente en un balón. 2) ebullición del solvente que se evapora hasta un condensador a reflujo. 3) el condensado cae sobre un recipiente que contiene un cartucho poroso con la muestra en su interior. 4) ascenso del nivel del solvente cubriendo el cartucho hasta un punto en que se produce el reflujo que vuelve el solvente con el material extraído al balón. 5) Se vuelve a producir este proceso la cantidad de veces necesaria para que la muestra quede agotada. Lo extraído se va concentrando en el balón del solvente. (p.1)

Cromatografía en capa fina

Esta cromatografía (en inglés Thin Layer Chromatography o TLC) es una técnica analítica rápida y sencilla, utilizada ampliamente en el laboratorio de química orgánica.

Además de ser rápida y sencilla, esta cromatografía permite:

- Determinar el grado de pureza de un compuesto: se puede determinar así, por ejemplo, la efectividad de una etapa de purificación.
- Comparar muestras: si dos muestras corren igual en placa, estas podrían ser idénticas. Si, por el contrario, corren diferente serán diferentes sustancias.

La muestra a analizar se deposita cerca de un extremo de una lámina de plástico, vidrio o aluminio que previamente ha sido recubierto de una fina capa de adsorbente (fase estacionaria). Entonces, la lámina se coloca en una cubeta (cámara cromatográfica)

cerrada que contiene uno o varios disolventes mezclados (eluyente o fase móvil). A medida que la mezcla de disolventes (si es el caso) asciende por capilaridad a través del adsorbente, se produce un reparto diferencial de los productos presentes en la muestra entre el disolvente y el adsorbente. (Cromatografía en capa fina, s.f.)

Adsorbentes y eluyentes

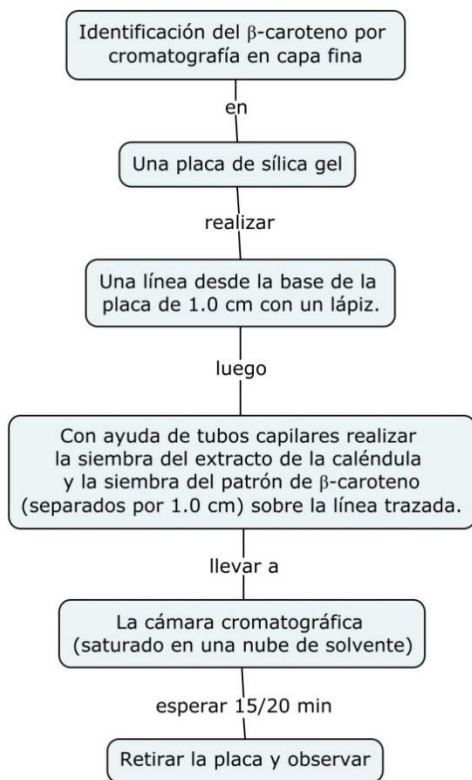
Los dos adsorbentes (fase estacionaria) más ampliamente utilizados son la gel de sílice (SiO_2) y la alúmina (Al_2O_3) ambas de carácter polar. La alúmina anhidra es el más activo de los dos, es decir, es el que retiene con más fuerza a los compuestos; por ello se utiliza para separar compuestos relativamente apolares (hidrocarburos, éteres, cetonas, etc.). El gel de sílice, por el contrario, se utiliza para separar sustancias más polares (alcoholes, aminas, ácidos carboxílicos). El proceso de adsorción se debe a interacciones intermoleculares de tipo dipolo – dipolo o enlaces de hidrógeno entre el soluto y el adsorbente. El adsorbente debe ser inerte con las sustancias a analizar y no actuar como catalizador en reacciones de descomposición. El adsorbente interacciona con las sustancias mediante interacción dipolo – dipolo o mediante enlace de hidrógeno si lo presentan.

Por tanto, el orden de elución de un compuesto se incrementa al aumentar la polaridad de la fase móvil o eluyente. En general, los disolventes se caracterizan por tener bajos puntos de ebullición y viscosidad, lo que les permite desplazarse con rapidez. (Cromatografía en capa fina, s.f.)

Procedimiento

Para la obtención de la muestra:

Después de llevar a cabo la extracción Soxhlet, trasvasar el extracto a un matraz Erlenmeyer.



La forma en la que se identificará el β -caroteno en las hojas de caléndula será por cromatografía de en capa fina, en donde se hará la siembra del extracto obtenido por la técnica Soxhlet junto con la siembra del patrón de β -caroteno, se observarán y compararán las dos eluciones.

3. Identificación de clorofila

Técnica para la obtención del colorante

Percolación

Es una técnica analítica de extracción de esencias la cual consta en dejar la materia prima en contacto por varios días con el solvente orgánico a utilizar en un recipiente cerrado. Por acción del tiempo, y la constante agitación facilitará que el extracto se retenga en el solvente (solubilidad).

Reacciones

Fraccionamiento del pigmento

Este método se basa en la diferente capacidad de los pigmentos de disolverse en algunos solventes orgánicos y no en disolverse en el solvente universal (insolubles en agua). A los solventes que extraen simultáneamente todos los pigmentos que constituyen la especie vegetal se los llama comúnmente extractantes. Existirán, por cierto, unos solventes que presentarán mayor afinidad por algunos pigmentos y se los denomina separadores, como ejemplo, la bencidina en donde la clorofila a y b son solubles excepto las xantofilas.

Mancilla, C. G. E. et al. (2009). Scrib. Chapultepec, México: *Extracción y separación de pigmentos vegetales*. Obtenido de: <https://es.scribd.com/doc/16675209/6-EXTRACCION-Y-SEPARACION-DE-PIGMENTOS-VEGETALES>

Precipitación de la clorofila por saponificación

Este método de identificación está basado en la capacidad que tienen los grupos ésteres de la clorofila, que por saponificación con hidróxido de bario, formarán sales de bario de las clorofilas a y b, que resultan insolubles en agua. El líquido que se observa sobre el precipitado tiene una coloración amarilla como resultado de la presencia de caroteno y xantofila en el extracto.

L. H., J. (2014). Scrib. *Procedimiento experimental clorofila*. Obtenido de: <https://es.scribd.com/document/241292836/Procedimiento-Experimental-Clorofila>

Saponificación: hidrólisis con catálisis básica de grasas y aceites vegetales, estos últimos y las grasas animales son triglicéridos que al ser tratados con una base se saponifican, es decir que se produce la sal del ácido graso y la glicerina, denominada glicerol.

Grasas y aceites vegetales, (2014). *Saponificación*. Obtenido de: <https://grasas-y-aceites-vegetales.webnode.com.co/aplicaciones/saponificacion/>

Obtención de feofitina por la adición de ácido clorhídrico concentrado

La molécula de la clorofila, puede verse afectada por variaciones en su estructura (alteraciones químicas). Una de las alteraciones más frecuentes y la más perjudicial para este pigmento en todas las especies vegetales que la contienen, resulta ser la pérdida del átomo de magnesio, formando la conocida **feofitina**, sustancia de un color verde oliva con tonalidades marrón característicos. Esta pérdida del ion magnesio se produce por la sustitución de dos iones hidronio (H⁺), y consecuentemente esta reacción se ve favorecida por un medio ácido. Esta pérdida resulta ser irreversible en medio acuoso, a lo que se le atribuye que sea un fenómeno habitual en la cocción de vegetales con pigmentación verde, vegetales enlatados, etc.

Calvo, M. (s.f.). Bioquímica de los alimentos. *Clorofila*. Obtenido: <http://milksci.unizar.es/bioquimica/temas/pigmentos/clorofila.html>

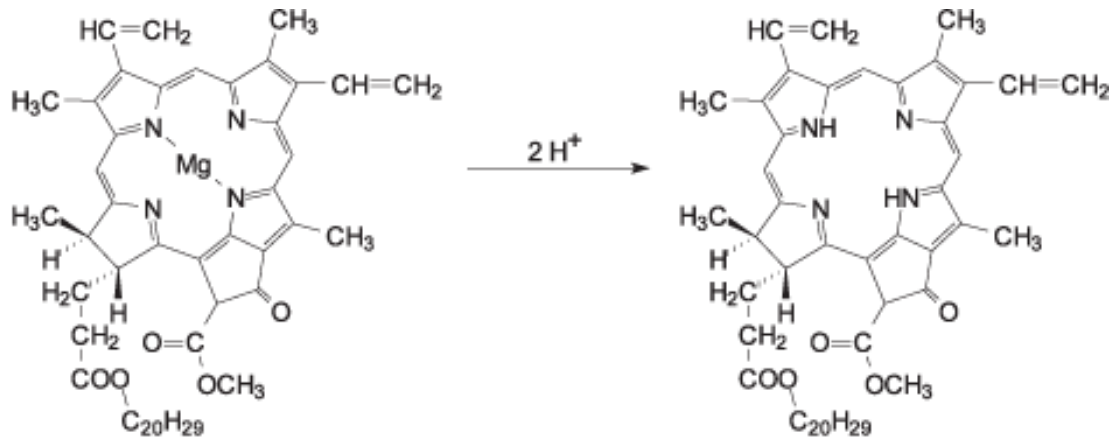
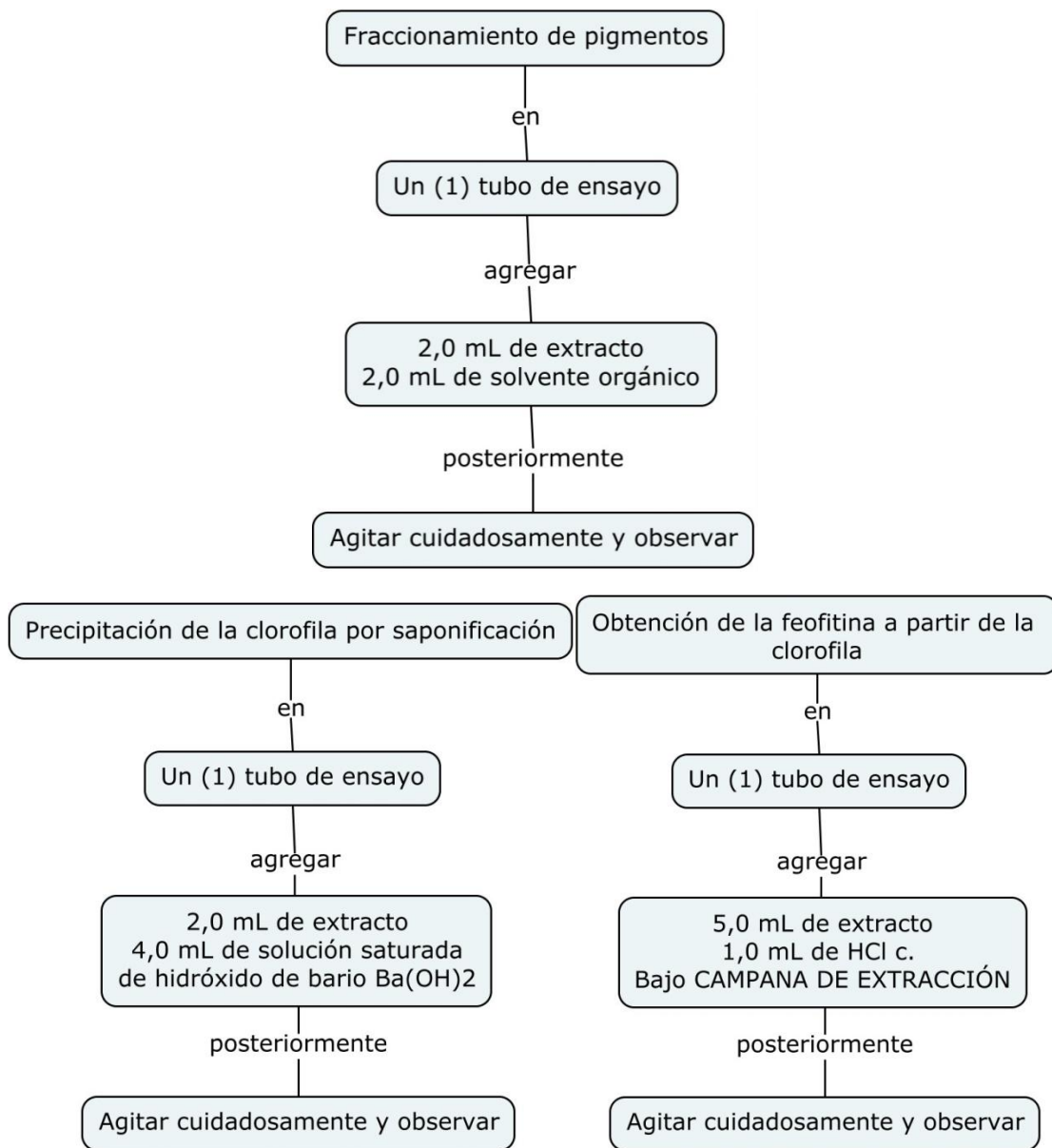


Figura 8. Esquema de reacciones de obtención de feofitina a partir de la clorofila a por hidrólisis ácida. Moreira, L. (2010). *Influência de diferentes sistemas de solvente água-etanol sobre as propriedades físico-químicas e espectroscópicas dos compostos macrocíclicos feofitina e clorofila a*. [Dibujo]. Recuperado de: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422010000200005

Procedimientos

Para la obtención de la muestra:

Después de llevar a cabo la extracción por percolación, filtrar y recoger el extracto en un matraz Erlenmeyer.



12.6 Anexo 6. Ponte a prueba al pensar acerca de pigmentos naturales: resolución de problemas.



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



PONTE A PRUEBA AL PENSAR ACERCA DE PIGMENTOS NATURALES: RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS

Nombre: _____

Después de lo observado y experimentado en la práctica de laboratorio, responde los siguientes planteamientos problema y en no más de cinco (5) renglones justifica el porqué de tu elección. Ten en cuenta la solución que más se acerque al término de lo adecuado (la más correcta) en los problemas.

1. Piensa que eres el encargado de los desechos de un laboratorio que emplea a diario experimentos y/o pruebas con colorantes naturales y artificiales junto con todos los reactivos que se emplean para los diferentes tratamientos y pruebas. Si un día, las personas encargadas de recoger los recolectores se los llevan **y no los regresan oportunamente** argumentando que en los puntos de recolección surgió un imprevisto, ¿cuál consideras que sería una solución oportuna con todos los desechos que se generen hasta la fecha de devolución (de los recolectores)?
 - a. Adecuar unos recipientes (temporalmente) aptos para la contención y separarlos debidamente por sus características de composición.
 - b. Arrojar todos los colorantes y residuos de reactivos químicos por el desagüe, igual nadie se dará cuenta.
 - c. Adecuar un recipiente para todos los desechos, pues todos son colorantes y no necesitan separación.

2. Si tú como artista empleas bastantes colorantes sintéticos y/o pinturas artificiales en tus obras pero con el tiempo indagas y te das cuenta que el uso excesivo de estos productos tiene grandes riesgos a corto y a largo plazo, tanto para la salud humana como para el ambiente por múltiples factores, ¿qué opción y/o solución sería la más apropiada para llevar a cabo todos tus trabajos artísticos?

Nota: Después de tu argumentación describe un factor que resulte nocivo de los colorantes sintéticos y/o artificiales, bien sea en su producción o uso.

- a. Seguir empleando colorantes y/o pinturas artificiales, pues estos presentan mayor estabilidad y fijación que cualquier otro.
- b. Abandonar las obras artísticas por completo, pues representa un gran riesgo para mí como para todo lo que me rodea.
- c. Intentar reemplazar los colorantes más tóxicos y/o nocivos por colorantes naturales, y los que no puedan ser reemplazados usarlos en menor medida (tanto como sea posible) pues conozco algunas técnicas extractivas (menciona una) para obtener colorantes naturales de origen natural.

3. Tú como analista de laboratorio, hiciste una extracción de algunos colorantes naturales provenientes de material vegetal y además de eso, empleaste algunos métodos (reacciones químicas cualitativas) para su identificación. Ahora bien, como observaste en la guía de laboratorio, únicamente se empleaban disolventes orgánicos para llevar a cabo la práctica de laboratorio, supongamos que tú quieres llevar a cabo una extracción de colorantes naturales en tu casa, pero no cuentas con estos disolventes, entonces: ¿resultaría adecuado y eficaz emplear agua como disolvente para llevar a cabo la extracción de los mismos colorantes?
 - a. Sí, pues al ser colorantes naturales todos tienen características iguales, pues todos provienen de plantas.
 - b. No, aunque sé que todos los colorantes naturales que extraje son de origen vegetal, no todos poseen la misma estructura química, por lo tanto, no tendrán características iguales y tendrán mayor afinidad con unos disolventes específicamente.
 - c. Sí y no, pues a pesar de que todos provienen de material vegetal algunos sí resultan ser solubles en agua.

4. La formación de los colorantes naturales, y siendo más específicos, las estructuras químicas que los constituyen, se llevan a cabo por procesos de desarrollo bastante complejos en donde intervienen fenómenos físicos y químicos que les dan origen. No obstante, una de las funciones que cumplen resulta “sencilla” de comprender, pues siempre se nota que los colores de las especies vegetales son característicos y bastante llamativos para las zonas y los climas donde estas se encuentren, esto es debido a la atracción y protección que tienen las plantas (o especies vegetales) para llevar a cabo su reproducción (polinización) y defensa de especies que pueden resultar potencialmente peligrosas para las mismas. Cabe resaltar que no en todas las plantas se llevan a cabo estas funciones. Teniendo en cuenta esto, ¿cuál considerarías que es la razón por la cual todo da color? Y más específicamente, las especies vegetales.
 - a. Las especies vegetales tienen particularidad en sus colores por sus constituyentes químicos y por la absorción de luz que generalmente proviene de los rayos solares.
 - b. Las especies vegetales presentan coloración porque este es el color de los átomos que constituyen sus estructuras químicas.
 - c. La generación de la coloración en las especies vegetales se da por el fenómeno de absorción y reflexión de la luz, proveniente de una fuente de energía incidente.

Guía elaborada por: Juan D. Romo C