

Los colorantes: el lado oscuro de los alimentos. Una propuesta de enseñanza desde el modelo por investigación dirigida¹

Dyes: The Dark Side of Food. A Proposal of Teaching
Based on the Directed Research Model

Kelly Johanna Arias Garzón²

Milba Dayaliz Ballesteros Vásquez³

Katherine Martínez Rodríguez⁴

Edgar Andrés Poveda Pérez⁵

Resumen

En esta propuesta se busca relacionar la acción de los colorantes utilizados en la fabricación de alimentos con la salud humana. La propuesta, basada en el modelo de enseñanza por investigación dirigida, está orientada a estudiantes de grado 11º, para fomentar las habilidades investigativas y generar motivación para el estudio de las ciencias, en especial de la química. La metodología empleada aquí refleja el papel del docente en la investigación dirigida, en la que se plantea una pregunta de investigación relacionada con los posibles efectos negativos de los colorantes en los alimentos y una alternativa de colorante natural no perjudicial para la salud humana. Así mismo, esta propuesta incentiva el estudio de las propiedades físicas y químicas de las sustancias abordadas y el estudio de química orgánica. Además, el artículo incluye la metodología y las actividades a implementar durante su desarrollo.

Palabras clave

colorantes en alimentos, investigación dirigida, enseñanza de la química.

- 1 Producto final del proceso formativo desarrollado en el seminario de Pedagogía y Didáctica III, liderado por la profesora Sandra Ximena Ibáñez.
- 2 Estudiante de Licenciatura en Química, Universidad Pedagógica Nacional. Correo electrónico: dqu_kjariasg561@pedagogica.edu.co
- 3 Estudiante de Licenciatura en Química, Universidad Pedagógica Nacional. Correo electrónico: dqu_mdballesterosv190@pedagogica.edu.co
- 4 Estudiante de Licenciatura en Química, Universidad Pedagógica Nacional. Correo electrónico: dqu_kmartinezr504@pedagogica.edu.co
- 5 Estudiante de Licenciatura en Química, Universidad Pedagógica Nacional. Correo electrónico: dqu_eapovedap817@pedagogica.edu.co

Abstract

This proposal seeks to link the action of the dyes used in food manufacture to human health. The proposal, based on the directed research model of teaching, is aimed at senior students to stimulate their research skills and to generate motivation for the study of science, particularly chemistry. The methodology used here reflects the role of the teacher in guided research, in which a research question is posed with regard to the possible negative effects of dyes on food and a natural coloring alternative that is not harmful to human health. The proposal also encourages the study of the physical and chemical properties of the substances addressed in the paper and the study of organic chemistry. Finally, the article further includes the methodology and activities to be implemented during its development.

Keywords

food dyes, directed research, teaching chemistry.

Introducción

Actualmente, a casi todos los alimentos procesados se les adicionan colorantes para hacerlos más atractivos visualmente. Estos son sustancias químicas orgánicas y sintéticas, en su mayoría, que son añadidos en pocas cantidades en los alimentos. Sin embargo, la existencia de numerosos estudios sobre los efectos nocivos en la salud humana demuestra que se debe conocer el tipo de colorante utilizado en el alimento para tomar decisiones responsables con respecto a su consumo y limitar su uso. Por ello, se plantea esta propuesta de enseñanza en la que los estudiantes por sí mismos identifiquen los efectos negativos de este tipo de sustancias y propongan alternativas para hacer más llamativo lo que ingieren y, a su vez, que no sea peligroso para la salud.

Fundamentación teórica

Colorantes alimenticios

Los colorantes alimenticios son un tipo de aditivos para proporcionar color a los alimentos, y así darles un mejor aspecto en el momento de ser consumidos. Estos también se utilizan para la conservación, el aroma y el sabor del alimento. Según Sánchez

(2013), muchas veces se emplean para resaltar el color natural de los alimentos y otras para devolver el color perdido por las manipulaciones para su conservación. Pueden ser naturales si son de origen animal, vegetal o mineral, y sintético y semisintético si son productos elaborados o modificados en laboratorio.

Los colorantes se encuentran ubicados en la categoría de sustancias que modifican los caracteres sensoriales (categoría A) de la clasificación de los aditivos alimentarios. La mayoría de los colorantes permitidos actualmente son vitaminas, provitaminas y algunas sustancias naturales coloreadas, como los carotenos. Estas sustancias deben cumplir con los siguientes requisitos para ser catalogadas como colorantes:

- Ser inocuo.
- Constituir una especie química definida y pura.
- Tener gran poder tintorial, con objeto de utilizar la mínima cantidad posible y ser fácilmente incorporable al producto.
- Ser lo más estable posible a la luz y al calor.
- Poseer compatibilidad con los productos que deben teñir.

- No poseer olor ni sabor desagradables.
- Ser indiferente a pH, agentes oxidantes y reductores.
- Ser lo más económicas posible.

A continuación, se presentan las estructuras químicas de algunos de los colorantes más utilizados por la industria alimentaria, en donde se evidencia la complejidad molecular de estos compuestos:

Food Additives: Dyes I

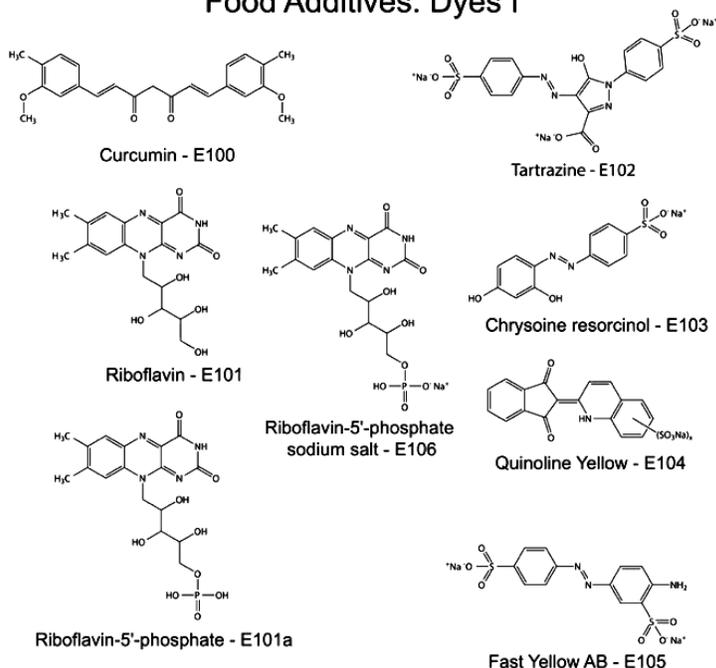


Imagen 1. Estructuras moleculares de algunos colorantes. Fuente: Colourbox, 2016

Como se mencionó, los colorantes alimenticios se clasifican en naturales y artificiales, pero, a su vez, estas sustancias poseen una clasificación, según Sánchez (2013), la cual se muestra en la tabla 1.

Sin embargo, diversos estudios han demostrado los efectos nocivos de los colorantes artificiales en el organismo humano, en especial los azoicos. Por esta razón, la utilización de este tipo de colorantes ha sido restringida por diferentes países, aunque, al no haber un acuerdo internacional sobre estas restricciones, algunos colorantes que están prohibidos en ciertos países se siguen utilizando en otros (Ibáñez, Torre y Irigoyen, 2003).

Los efectos en la salud demostrados por los estudios clínicos van desde urticarias y alergias, hasta

cáncer. Estos problemas se deben a que las estructuras químicas de los colorantes pueden sufrir en el organismo uno de los siguientes tres factores que modifiquen sus actividades toxicológicas (Bello, 2000):

- Las propiedades acumulativas: son susceptibles a ser retenidas por el organismo debido a su carácter liposoluble o por su afinidad química con algunos tejidos (Bello, 2000).
- La suma de efectos: suele tener extraordinaria importancia en los casos de sustancias de actividad cancerígena, porque con dosis de ingestas mínimas, aunque frecuentes, se pueden alcanzar niveles críticos y provocar efectos irreversibles (Bello, 2000).

Tabla 1. Clasificación de los colorantes

Colorantes naturales hidrosolubles				Colorantes sintéticos azoicos			
Curcumina	E-100	Riboflavina, lactoflavina o B2	E-101	Tartrazina	E-102	Rojo allura AC	E-129
Cochinilla o ácido carmínico	E-120	Caramelo	E-150	Amarillo anaranjado S o amarillo sol FCF	E-110	Negro brillante BN	E-151
Betanina o rojo remolacha	E-162	Antocianos	E-163	Azorrubina	E-122	Marrón FK	E-154
Colorantes naturales liposolubles				Amaranto	E-123	Marrón HT	E-155
Clorofilas	E-140 y E-141	Carotenoides	E-160	Rojo cochinilla A o rojo Ponceau 4R	E-124	Litol rubina BK	E-180
Xantofilas	E-161			Rojo 2G	E-128		
Minerales				Colorantes sintéticos no azoicos			
Carbón vegetal	E-153	Carbonato cálcico	E-170	Amarillo de quinoleína	E-104	Indigotina o carmín de índigo	E-132
Dióxido de titanio	E-171	Óxidos e hidróxidos de hierro	E-172	Eritrosina	E-127	Azul brillante FCF	E-133
Aluminio	E-173	Plata	E-174	Azul patentado V	E-131	Verde ácido brillante BS	E-142
Oro	E-175						

Fuente: tomada y adaptada de Sánchez (2013)

Tabla 2. Listado de posibles efectos nocivos en la salud de algunos colorantes

Nombre común	N.º E	Efectos secundarios	Nombre común	N.º E	Efectos secundarios
Tartrazina	E-102	Cancerígeno	Azul de antraquinona	E-130	Cancerígeno
Crisoína	E-103	Peligroso	Azul patente	E-131	Cancerígeno
Amarillo sol	E-110	Cancerígeno	Clorofila	E-141	Sospechoso
Naranja GGN	E-111	Peligroso	Verde ácido artificial	E-142	Potencial cancerígeno
Cochinilla	E-120	Cancerígeno	Caramelo	E-150	Sospechoso
Amaranto	E-123	Cancerígeno	Negro brillante BN	E-151	Tóxico
Rojo cochinilla	E-124	Cancerígeno	Marrón FK	E-154	Tóxico
Escarlata	E-125	Cancerígeno	Aluminio	E-157	Tóxico
Eritrosina	E-127	Cancerígeno			

Fuente: tomada y adaptada de Ibáñez, Torre y Irigoyen, 2003

- Los mecanismos indirectos: pueden dar lugar a efectos tóxicos como consecuencia de la reactividad de estructuras químicas de algunos aditivos, es decir, el colorante puede reaccionar con sustancias producidas por el organismo y sintetizar nuevas sustancias peligrosas para el organismo (Bello, 2000).

Modelo de aprendizaje por investigación dirigida

Es un modelo didáctico que concibe el aprendizaje como un proceso de construcción de conocimientos, el cual se lleva a cabo fomentando la investigación científica escolar. Su implementación conduce a que los estudiantes se aproximen y vivencien el contexto científico, y, en consecuencia, desarrollen habilidades y actitudes científicas. El modelo se desarrolla a través de la resolución de secuencias de problemas de investigación en el aula de clase (Salcedo y García, 1995).

Según García y Ladino (2008), el modelo de enseñanza y aprendizaje por investigación exige tres momentos: iniciación, desarrollo y finalización. Las actividades de iniciación están dirigidas a conseguir de los estudiantes su máxima participación, motivándolos y generándoles una perspectiva global por el trabajo. Las actividades de desarrollo tienen que ver con todo el proceso descrito de explicitación y resolución de la situación problemática planteada. Las actividades de finalización están encaminadas a que los estudiantes tengan la oportunidad de elaborar informes, socializar sus resultados y aplicar a situaciones nuevas los conocimientos construidos en el proceso investigativo. Se orientará en todo caso al planteamiento de situaciones problemáticas nuevas que permiten la vivencia reiterada de este tipo de trabajo (Salcedo y García, 1995).

Metodología

A continuación, se presenta una propuesta de enseñanza para el currículo en ciencias en el área de la química, dirigida a profesores y estudiantes de grado 11°, sobre colorantes empleados en la

industria alimenticia, guiada desde la siguiente pregunta de investigación: ¿cuáles son las posibles repercusiones del consumo de alimentos procesados con colorantes artificiales en la salud humana y qué alternativas se pueden proponer para reemplazarlos? El objeto es desarrollar habilidades investigativas y generar curiosidad por las ciencias en los estudiantes. En este proceso, se trabajan los siguientes temas de química orgánica: grupos funcionales, propiedades físicas y químicas de las sustancias, y nomenclatura. Esta propuesta de enseñanza está planteada para ser abordada en un tiempo de tres meses como una actividad transversal en el área de la química, durante 12 sesiones de actividad investigativa.

Para el desarrollo de esta unidad de enseñanza-aprendizaje es necesario contar con los materiales, los espacios y los recursos que se muestran en la tabla 3.

Tabla 3. Fuentes y espacios necesarios para el desarrollo de la propuesta de enseñanza.

Materiales	Espacios	Recursos
Colorantes alimenticios	Salón de clases	Recursos tecnológicos (computadores, tablet, entre otros)
Materiales de laboratorio	Laboratorio de química	
Reactivos químicos	Biblioteca escolar	Internet
	Planta Sopó Alpina	Libros
		Transporte escolar

Al finalizar, los estudiantes deben adquirir las competencias a nivel conceptual, procedimental y actitudinal que se enuncian a continuación:

1. Conceptual
 - Relaciono la estructura molecular y los grupos funcionales de los colorantes con sus propiedades físicas y químicas.
2. Procedimental
 - Formulo hipótesis con base en el conocimiento cotidiano, teorías y modelos científicos.

- Propongo modelos para predecir los resultados de experimentos y simulaciones.
 - Presento oralmente y por escrito el proceso de investigación y los resultados que obtengo.
 - Busco información en diferentes fuentes, escojo la pertinente y doy el crédito correspondiente.
3. Actitudinal
- Me informo para participar en debates sobre temas de interés general en ciencias.
 - Obtengo conclusiones de los experimentos que realizo, aunque no tenga los resultados esperados.
 - Persisto en la búsqueda de respuestas a mis preguntas.
 - Tomo decisiones sobre alimentación que favorezcan mi salud.

Tabla 4. Fases de desarrollo de la propuesta de enseñanza.

Pregunta de investigación	
¿Cuáles son las repercusiones del consumo excesivo de alimentos procesados con colorantes artificiales en la salud humana y qué alternativas se pueden proponer para reemplazarlos?	
Preguntas subsidiarias	
<ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuáles son los colorantes artificiales que se utilizan en la industria de alimentos? • ¿Por qué crees que se adicionan colorantes artificiales a los alimentos? • ¿Qué efectos tienen los colorantes artificiales en el cuerpo humano? 	
Fase	Actividades
Transición	<ul style="list-style-type: none"> • Aproximación a la investigación (preguntas orientadoras) • ¿Qué es un problema de investigación? • ¿Qué es una problemática? • ¿Qué etapas utilizas para resolver un problema o problemática? • ¿Crees que los problemas planteados en el aula tienen aplicación en la vida cotidiana? <p>Estas preguntas se trabajarán en el aula utilizando una mesa redonda moderada por el profesor.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Indagar las percepciones que tienen los estudiantes respecto a la importancia de los colores en los alimentos. <p>El debate guiado por el docente iniciara con la siguiente pregunta: ¿cuál crees que es la importancia de los colorantes en los alimentos?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Prueba de percepciones: color-cotidianidad. ¿Cómo eliges tus alimentos dependiendo de su color? ¿Cuál es la importancia del color en tus alimentos? <p>La actividad consiste en dos etapas: la primera de observación de diferentes alimentos de consumo frecuente (maíz pira, hamburguesas, papas fritas, dulces, entre otros) que se encuentran en diferentes tonalidades de color, producto de la manipulación del alimento con colorantes artificiales; la segunda etapa comprende en preguntar a los estudiantes si estarían dispuestos a probar el alimento. Para finalizar la actividad los estudiantes degustarán cada uno de los alimentos.</p>

Fase	Actividades
Iniciación	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Qué es el color? ¿Qué entiendes por pigmento? ¿Cuál es la fórmula química del compuesto que le da color al pigmento? <p>Actividad de indagación en grupos por medio de herramientas tecnológicas y recursos bibliográficos dados por el docente.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Documental del tratamiento • https://www.youtube.com/watch?v=-HmX9gspzuk • https://www.youtube.com/watch?v=sSHiqt_eGZ8 <p>Organización de grupos de trabajo para el desarrollo de las actividades propuestas y planteamiento por parte del profesor del proyecto final. Este se ejecuta a lo largo de la unidad de enseñanza-aprendizaje, a partir de los conocimientos adquiridos en las actividades desarrolladas en clase.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lectura y socialización por medio del “círculo de la palabra” de la lectura “Colorantes en alimentos” (Correa y Gabot, 2015, pp. 1-2), la cual se encuentra en el siguiente enlace http://www.montevideo.gub.uy/sites/default/files/Colorantes%20en%20alimentos.pdf
Desarrollo y ejecución	<p>Laboratorio 1</p> <p>Propiedades físicas y químicas de los colorantes.</p> <p>En esta actividad experimental los estudiantes describirán las propiedades organolépticas e identificarán el punto de fusión y la solubilidad de los compuestos químicos orgánicos empleados como colorantes artificiales (betanina, tartrazina, ácido carmínico y curcumina).</p> <p>Laboratorio 2</p> <p>Pruebas de identificación de grupos funcionales.</p> <p>Los experimentos a realizar por los estudiantes son:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificación de alcoholes con permanganato de potasio y caracterización con la prueba de Lucas. • Identificación de aldehídos y cetonas con el reactivo de Tollens y 2,4-dinitrofenilhidrazona. • Identificación de ácidos carboxílicos con la prueba yodato-yoduro. <p>Las actividades experimentales de los dos laboratorios se encuentran en el siguiente link: https://documents.mx/documents/analisis-organico-cualitativo-juan-martinez-valderrama.html</p> <p>Salida de campo</p> <p>Se realiza una salida de campo a la Planta Alpina Sopó, que se encuentra ubicada en Facatativá.</p> <p>Se evalúan aspectos relacionados al interés, la motivación y la disposición que presente durante la salida, además de la guía de campo.</p>
Evaluación	<p>Proyecto final</p> <p>¿Cómo puede extraerse el colorante de un producto natural?</p> <p>Cada grupo de trabajo selecciona un producto natural, a partir del cual se diseña y ejecuta una actividad experimental para la extracción de un colorante. Para ello es necesario que los estudiantes realicen una revisión bibliográfica en la que indaguen e identifiquen las fuentes y formas de la extracción del colorante. El proceso de investigación se evalúa por medio de la presentación y la sustentación de evidencias, y la aplicación de un colorante en un alimento.</p> <p>Se tendrá presente el proceso de aprendizaje en los estudiantes, su compromiso con el trabajo y el interés presentado en las clases.</p>

Consideraciones finales

El modelo de aprendizaje por investigación dirigida permite a los estudiantes desarrollar capacidades investigativas y aprender conceptos científicos de manera indirecta y autónoma, ya que se basa en sus propios intereses y no en imposiciones ajenas a ellos. Además, el docente no es un transmisor de conocimientos, sino un guía que facilita el proceso investigativo, a partir del planteamiento de problemas de investigación que permitan el desarrollo adecuado del proceso. Además, el tema propuesto permite a los estudiantes aproximarse a la química orgánica desde unos componentes desconocidos y poco observados como son los colorantes.

Referencias

- 9Natura (25 de julio del 2011). Los números “E” – Colorantes 1/4. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=-HmX9gspzuk>
- 9Natura (25 de julio del 2011). Los números “E” – Colorantes 2/4. Recuperado de https://www.youtube.com/watch?v=sSHiqt_eGZ8
- Bello, J. (2000). *Ciencia bromatológica. Principios generales de alimentos*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos S. A.
- Colourbox (2016). Food additives: Dyes I. Recuperado de <https://www.colourbox.com/vector/food-dyes-structural-chemical-formulas-of-food-additives-vector-11457766>
- Correa, R. y Gabot, M. (2015). Colorantes en alimentos. Recuperado de <http://www.montevideo.gub.uy/sites/default/files/Colorantes%20en%20alimentos.pdf>
- García, G. A. y Ladino, Y. (2008). Desarrollo de competencias científicas a través de una estrategia de enseñanza y aprendizaje por investigación. *Studiositas*, 3(3), 7-16.
- Ibáñez, F. C. Torre, P. y Irigoyen, A. (2003). Aditivos alimenticios. Universidad Pública de Navarra. Área de Nutrición y Bromatología. Recuperado de http://www.nutricion.org/publicaciones/revista_agosto_03/funcionales/aditivos.pdf
- Salcedo, L. y García, J. (1995). Un modelo pedagógico de aprendizaje por investigación dirigida. Estrategia didáctica para desarrollar conceptos, aptitudes y capacidades de análisis y síntesis en los estudiantes. *Actualidad Educativa*, 2(6), 57-64.
- Sánchez, R. (2013). La química del color en los alimentos. *Química viva*, 3(12), 234-246. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/863/86329278005.pdf>
- Valderrama Martínez, J. (12 de febrero del 2016). Análisis orgánico cualitativo. Recuperado de <https://documents.mx/documents/analisis-organico-cualitativo-juan-martinez-valderrama.html>