

**COLORANTES ARTIFICIALES: UNA MIRADA DESDE LA INDUSTRIA
ALIMENTICIA, TEXTIL Y FARMACÉUTICA A TRAVÉS DEL APRENDIZAJE BASADO
POR INDAGACIÓN PARA EL DISEÑO DE UN RECURSO EDUCATIVO DIGITAL**

JENNIFFER KATHERINE ARGÜELLO LAGOS

LINA YURANY IPILA GUALY

SEBASTIÁN ALBERTO MARTÍNEZ MARTÍN

DIRECTORA

NOHORA MARLEN ARIAS VARGAS

MAGISTER EN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

DEPARTAMENTO DE QUÍMICA

LICENCIATURA EN QUÍMICA

BOGOTÁ D.C.

COLOMBIA.

2024

**COLORANTES ARTIFICIALES: UNA MIRADA DESDE LA INDUSTRIA
ALIMENTICIA, TEXTIL Y FARMACÉUTICA A TRAVÉS DEL APRENDIZAJE BASADO
POR INDAGACIÓN PARA EL DISEÑO DE UN RECURSO EDUCATIVO DIGITAL**

JENNIFFER KATHERINE ARGÜELLO LAGOS

LINA YURANY IPILA GUALY

SEBASTIÁN ALBERTO MARTÍNEZ MARTÍN

**TRABAJO DE GRADO PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OPTAR AL TÍTULO DE LICENCIADOS EN QUÍMICA**

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

DEPARTAMENTO DE QUÍMICA

LICENCIATURA EN QUÍMICA

BOGOTÁ D.C.

COLOMBIA

2024

Nota de aceptación

NOHORA MARLEN ARIAS VARGAS
DIRECTORA

LINA MIREYA BELTRÁN D'ALEMÁN
EVALUADORA

JAIME AUGUSTO CASAS MATEUS
EVALUADOR

Bogotá D.C, agosto de 2024

DEDICATORIA

A Dios por permitir que nuestros caminos se cruzaran y formar este gran equipo de trabajo, donde nos complementamos y alentamos mutuamente para no desfallecer.

A cada una de nuestras familias, amigos y conocidos que a su manera nos apoyaron para poder lograr este proceso de formación y que contribuyeron para que este Trabajo de Grado se materializara.

A la Universidad Pedagógica Nacional por brindarnos la oportunidad de vivir experiencias inolvidables desde nuestra formación académica; a los evaluadores Lina Beltrán y Jaime Casas por sus aportes para mejorar esta investigación y que sea de gran utilidad para las futuras generaciones; a los funcionarios del laboratorio del Departamento de Química por su apoyo en todo el apartado experimental en esta investigación y a lo largo de toda la carrera; y a la profesora Nohora Marlen Arias Vargas por su apoyo, perseverancia, sabiduría, paciencia y diligencia a lo largo de este Trabajo de Grado y en el acompañamiento en los diferentes espacios académicos y momentos de reflexión.

AGRADECIMIENTOS

Katherine

A Dios por darme la oportunidad de estudiar, a mis padres por apoyarme incondicionalmente, a mi hermana que sin su gran ayuda no estaría donde estoy, a mis amores Emilio y Jairo que son mi motor y mi fuerza para seguir, y a mis amigos por darme la mano cuando lo necesité.

Lina

A mi Dios que en todo momento está conmigo, por su generosidad, su amor infinito, porque ha sido mi sustento en mis momentos de dolor, angustia y felicidad en todos estos años, a mis padres y hermanos por ser mi respaldo y motivación cuando me era difícil continuar, a la familia Ángel Ipila por abrirme las puertas de su hogar, a mi hermana Leidy por su apoyo incondicional y sus sabios consejos, a cada una de las personas que me permitieron crecer a través de las experiencias, amigos, profesores...

Sebastián

Agradezco a todas las personas que hicieron parte de este proceso de formación y que contribuyeron para que este trabajo de grado se llevara a cabo.

“Para todos los efectos, declaramos que el presente trabajo es original y de nuestra total autoría; en aquellos casos en los cuales se ha requerido del trabajo de otros autores o investigadores, se han dado los respectivos créditos”. (Parágrafo 2. Artículo 42, Acuerdo 031 del 04 de diciembre de 2007 del Consejo Superior de la Universidad Pedagógica Nacional.)

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.....	3
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5
4. OBJETIVOS	7
4.1. OBJETIVO GENERAL	7
4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	7
5. ANTECEDENTES	8
5.1. ANTECEDENTES DISCIPLINARES.....	8
5.2. ANTECEDENTES DIDÁCTICOS	10
6. REFERENTES.....	13
6.1. REFERENTES DISCIPLINARES	13
6.2. REFERENTES DIDÁCTICOS	17
7. METODOLOGÍA.....	21
7.1. FASE DE FORMULACIÓN.....	23
7.2. FASE DE DISEÑO.....	25
7.3. FASE DE EJECUCIÓN.....	27
7.4. FASE DE CIERRE	29
8. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	31

8.1.	ETAPA DE FOCALIZACIÓN	31
8.1.1.	PRUEBA DE ENTRADA – DIAGNÓSTICA	31
8.1.2.	AULA EXPERIMENTAL – INDIVIDUAL.....	45
8.1.3.	AULA EXPERIMENTAL – GRUPAL / CARTELERA DE LA ETAPA DE FOCALIZACIÓN	47
8.2.	ETAPA DE EXPLORACIÓN	50
8.2.1.	CARTELERA DE LA ETAPA DE EXPLORACIÓN.....	51
8.2.2.	INQUIETUDES DE LA INTERVENCIÓN 01.....	52
8.3.	ETAPA DE REFLEXIÓN.....	54
8.3.1.	CARTELERA DE LA ETAPA DE REFLEXIÓN	54
8.3.2.	INQUIETUDES DE LA INTERVENCIÓN 02.....	56
8.4.	ETAPA DE APLICACIÓN	58
8.4.1.	ESTRUCTURA DEL RED	59
8.4.2.	NAVEGACIÓN DEL RED	59
8.4.3.	ACTIVIDAD 01: PRUEBA POST-INTERVENCIÓN	60
8.4.4.	ACTIVIDAD 02: AULA EXPERIMENTAL.....	68
8.4.5.	ACTIVIDAD 03, 04 Y 05: INDUSTRIA ALIMENTICIA, TEXTIL Y FARMACÉUTICA	77
8.4.6.	ACTIVIDAD 06: RECONOCIMIENTO DEL ENTORNO	83
8.4.7.	ACTIVIDAD 07: PERCEPCIÓN	87
9.	CONCLUSIONES.....	98
10.	RECOMENDACIONES	100
11.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	101

12. ANEXOS	108
-------------------------	------------

LISTA DE TABLAS

TABLA 1. CLASIFICACIÓN DE LOS COLORANTES TEXTILES.	15
TABLA 2. ANÁLISIS DE LAS RESPUESTAS POR SECCIONES DEL INSTRUMENTO DE CARACTERIZACIÓN.	34
TABLA 3. PREGUNTA 03: ¿EN QUÉ SEMESTRE TIENE MAYOR NÚMERO DE MATERIAS REGISTRADAS PARA EL PERIODO 2024-1?.....	39
TABLA 4. PREGUNTA 08: ¿QUÉ INFIERE POR COLORANTE ARTIFICIAL?	40
TABLA 5. PREGUNTA 17: ¿QUÉ ENTIENDE POR TOXICIDAD DE UN COLORANTE?	41
TABLA 6. PREGUNTA 24: ¿QUÉ ETAPAS CONSIDERA USTED QUE SE GENERAN EN LOS PROCESOS DE APRENDIZAJE BASADOS POR INDAGACIÓN?.....	43
TABLA 7. PREGUNTA 30: ¿CUÁL CREE QUE ES EL APORTE QUE HA EVIDENCIADO AL USAR RECURSOS EDUCATIVOS DIGITALES EN SU PROCESO DE FORMACIÓN?.....	44
TABLA 8. PREGUNTA: ¿QUÉ CREE O PREDICE DE LO QUE VA A OCURRIR AL AGREGAR EL COLORANTE EN EL DISOLVENTE ORGÁNICO?.....	46
TABLA 9. PREGUNTA: ¿QUÉ CREE O PREDICE DE LO QUE VA A OCURRIR AL AGREGAR EL COLORANTE EN EL DISOLVENTE ORGÁNICO?.....	48
TABLA 10. ACTIVIDAD: PLANTEAR UNA CONCLUSIÓN DEL EXPERIMENTO VISUALIZADO.....	48

TABLA 11. PREGUNTA: ¿QUÉ ALCANCES TIENE EL USO DE LOS COLORANTES EN OTRAS INDUSTRIAS?.....	51
TABLA 12. PREGUNTA: ¿CÓMO ASOCIAN LOS COLORANTES CON LOS CUERPOS DE AGUA?.....	54
TABLA 13. ANÁLISIS DE LA PRUEBA POST-INTERVENCIÓN.....	60
TABLA 14. ANÁLISIS DE LOS 6 MOMENTOS RESTANTES DEL AULA EXPERIMENTAL.	69
TABLA 15. ANÁLISIS DE LA ACTIVIDAD 03, 04 Y 05 CORRESPONDIENTES A LA INDUSTRIA ALIMENTICIA, TEXTIL Y FARMACÉUTICA.....	77
TABLA 16. ANÁLISIS DE LA ACTIVIDAD DEL RECONOCIMIENTO DEL ENTORNO	83
TABLA 17. RESUMEN DE LA ACTIVIDAD 07: PERCEPCIÓN.....	88

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. ETAPAS DE LA INDAGACIÓN CIENTÍFICA.....	18
FIGURA 2. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	22
FIGURA 3. PORTADA DEL INSTRUMENTO DE CARACTERIZACIÓN.	24
FIGURA 4. ESQUEMA DE LA PRUEBA DE ENTRADA – DIAGNÓSTICA.....	24
FIGURA 5. EVIDENCIA DE LA APLICACIÓN DE LA PRUEBA DE ENTRADA - DIAGNÓSTICA.....	32
FIGURA 6. AULA EXPERIMENTAL – INDIVIDUAL.....	45
FIGURA 7. CARTELERA DE LA ETAPA DE FOCALIZACIÓN – INTERVENCIÓN 01.50	
FIGURA 8. CARTELERA DE LA ETAPA DE EXPLORACIÓN.....	52
FIGURA 9. EVIDENCIAS DE LA PRIMERA INTERVENCIÓN DE LA PRIMERA SEMANA DE JUNIO DEL 2024.....	53
FIGURA 10. CARTELERA DEL CIERRE DE LA ETAPA DE REFLEXIÓN.....	56
FIGURA 11. EVIDENCIAS DE LA SEGUNDA INTERVENCIÓN DE LA SEGUNDA SEMANA DE JUNIO DEL 2024.....	58
FIGURA 12. ESTRUCTURA DEL RED.....	59

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A. ENLACE DE LA PRUEBA DE ENTRADA – DIAGNÓSTICA.....	108
ANEXO B. TABULACIÓN Y ANÁLISIS DE LA PRUEBA DE ENTRADA - DIAGNÓSTICA.	108
ANEXO C. PRUEBA Y RÚBRICA VALIDADA.	108
ANEXO D. RESPUESTAS DEL AULA EXPERIMENTAL – INDIVIDUAL.	108
ANEXO E. RESPUESTAS DEL AULA EXPERIMENTAL – GRUPAL.....	108
ANEXO F. RECURSO EDUCATIVO DIGITAL (RED).	108
ANEXO G. NAVEGACIÓN DEL RED.	108
ANEXO H. PRUEBA POST-INTERVENCIÓN.	108
ANEXO I. RESPUESTAS DE LE PRUEBA POST-INTERVENCIÓN.	109
ANEXO J. FORMULARIO DEL AULA EXPERIMENTAL.....	109
ANEXO K. RESPUESTAS DEL FORMULARIO DEL AULA EXPERIMENTAL.	109
ANEXO L. TRABAJOS RECIBIDOS DE LA ACTIVIDAD 03: INDUSTRIA ALIMENTICIA.	109
ANEXO M. TRABAJOS RECIBIDOS DE LA ACTIVIDAD 04: INDUSTRIA TEXTIL.	109
ANEXO N. TRABAJOS RECIBIDOS DE LA ACTIVIDAD 05: INDUSTRIA FARMACÉUTICA.....	109
ANEXO Ñ. TRABAJOS RECIBIDOS DE LA ACTIVIDAD 06: RECONOCIMIENTO DEL ENTORNO.	109

ANEXO O. FORMULARIO DE PERCEPCIÓN.....	109
ANEXO P. RESPUESTAS DEL FORMULARIO DE PERCEPCIÓN.....	109
ANEXO Q. SUGERENCIAS Y RECOMENDACIONES DE MERCY LILIANA VIASUS POVEDA.....	109

1. INTRODUCCIÓN

Los colorantes en la cotidianidad resultan ser muy llamativos, ya sea en una prenda de vestir, en un alimento, un accesorio, o en cualquier objeto que resalte a la vista y capte la atención del usuario y/o consumidor, sin percatarse de los efectos negativos que estos pueden tener en la salud y el ambiente. Por ejemplo, al estar en contacto con productos o al ingerir algún alimento se ignora el tipo de colorante, su procedencia y su composición; y además, como lo plantea Sánchez (2013), estos pueden estar nombrados por códigos, sin contar que algunos de estos son utilizados en dos o más industrias, así como lo expone Martínez (2018), por lo que el riesgo en términos de salud o del impacto ambiental, pueden ser muy perjudiciales a mediano y largo plazo.

Adicionalmente, no se llega a tener presente las potencialidades que puede ofrecer el aprendizaje de la química de los colorantes artificiales, en especial si esto no está acompañado de un modelo de aprendizaje que fortalezca las habilidades investigativas a partir de la indagación. Díaz (2023) plantea que el aprendizaje por indagación para la enseñanza de las ciencias implica despertar el interés del estudiante por el mundo y el conocimiento que se puede generar, ya que el tema de los colorantes artificiales puede tener la particularidad de llegar a trabajar en conjunto con este enfoque.

El aprendizaje de los colorantes artificiales desde una perspectiva disciplinar y didáctica a partir de un Recurso Educativo Digital (RED) puede enfocar el aprendizaje basado por indagación e introducir a los estudiantes en el estudio de los diferentes usos de los colorantes potencializando habilidades de investigación. Cristobal & García (2013) establecen que el desarrollo de este enfoque ocurre en cuatro etapas: focalización, exploración, reflexión y aplicación. Por su parte, la presente propuesta está dirigida a los

estudiantes del ciclo de fundamentación (Teorías Químicas I) del programa de licenciatura en química de la Universidad Pedagógica Nacional.

2. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

El uso de colorantes en la vida diaria es tan común que pasa desapercibido, por lo que hay que considerar que estas sustancias pueden generar problemas tanto en la salud como en el medio ambiente. Por otra parte, existen colorantes que son utilizados en tres áreas industriales como es la alimenticia, textil y la farmacéutica, un ejemplo de ello, lo plantea Martínez (2018) al establecer que algunos de estos casos corresponden a los colorantes sintéticos índigo carmín (E132), amarillo de quinoleína (E104), y rojo de alizarina, los cuales se utilizan en la industria textil para el teñido de ropa, en cuanto a la industria alimentaria se usan para dar color a productos de confitería y bebidas, mientras que en la industria farmacéutica es utilizado como excipiente, para brindarle una identidad visual más atractiva a un medicamento que habitualmente se encuentran en forma de cápsulas para su consumo por vía oral.

Desde la industria alimenticia al considerar la normativa colombiana, en el Decreto 2106 de 1983 del Ministerio de Salud de Colombia establece la lista de aditivos alimentarios aptos para el consumo humano, y que a su vez determina cuales se pueden utilizar en el país. Sin embargo, éste no presentó el mismo impacto que la Resolución 810 de 2021 emitida por el Ministerio de Salud y Protección Social que define el reglamento técnico sobre los requisitos para el etiquetado nutricional y frontal que deben cumplir los alimentos empacados y envasados.

En cuanto a normas internacionales, la Food and Drug Administration (FDA, 1938) en Estados Unidos establece que en el año de 1938 surge la Ley Federal de Alimentos, Medicamentos y Cosméticos (FD&C) que regula estrictamente la elaboración, tratamiento y utilización de colorantes en esas industrias, pero en la industria

farmacéutica contempla algunos aspectos como: aprobación, certificación, identidad, especificaciones, uso y restricciones, su correspondencia con el tipo de fármaco (por ejemplo, de solución ocular, una crema tópica, una capsula que se deba ingerir o un medicamento inyectable), entre otros. Por otra parte, la Internacional Organization for Standardization (ISO, 2015) define la norma 16373-1 del 2015 como “Parte 1: Principios generales de ensayos de textiles de teñidos para la identificación de colorantes” que incluye todo lo relacionado con las clases de colorantes en función de las fibras textiles, su clasificación química y los procedimientos cualitativos que se deben implementar para su identificación.

En cuanto a la aplicación de colorantes en el aprendizaje de la química se remite al uso de sustancias indicadoras para mediciones de pH, teniendo en cuenta que a raíz de sus mismas propiedades generan unas problemáticas de tipo ambiental que la gente desconoce y que a su vez no son controladas como contaminantes orgánicos emergentes COEs. Según Siva, R (2014) los colorantes artificiales poseen propiedades genotóxicas o cancerígenas conocidas o sospechadas. Albuquerque, Oliveira, Barros & Ferreira (2021) establecen que los colorantes artificiales poseen repercusiones negativas que afectan la salud de las personas que los consumen, en especial ante una ingesta elevada a mediano y largo plazo.

Dado que esta temática tiene un amplio espectro de posibilidades que se pueden utilizar en los procesos de aprendizaje, es importante que los licenciados en formación del programa de licenciatura en química de la Universidad Pedagógica Nacional puedan acceder a este tipo de aprendizajes utilizando recursos educativos digitales (RED) que les permitan desarrollar habilidades investigativas de la indagación.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el ejercicio desarrollado al cursar el espacio académico Práctica Pedagógica y Didáctica I, se diseñó una propuesta de trabajo en la asignatura de química dirigida a los estudiantes del grado once con el fin de abordar algunas temáticas de química orgánica a lo largo del año escolar como: nomenclatura, grupos funcionales, estructuras químicas, entre otras. En la propuesta se desarrollaron diferentes actividades enfocadas en la alimentación de los estudiantes y su justificación para seleccionar los alimentos que consumían, y que a partir del uso de la información que suministran las etiquetas permitió apreciar en la lista de ingredientes los diferentes colorantes que los constituyen.

Al realizar la propuesta surgió la posibilidad de incursionar el uso de los colorantes en otras industrias como la alimenticia, la textil, y la farmacéutica, profundizando en la indagación de los colorantes artificiales relacionados con la normatividad, sus implicaciones ambientales y de salud.

A partir de lo anterior se identificaron aspectos importantes relacionados con el interés que genera en los estudiantes, la variedad de colores presentes en los alimentos tras su fabricación, mencionando que los alimentos de bajo costo infieren en la elección al momento de realizar la compra, y que, además no se revisa minuciosamente el contenido nutricional y los efectos secundarios que estos tienen.

Posterior a esta experiencia, al cursar el Énfasis Disciplinar I: Ecotoxicología: Una Mirada al Recurso Hídrico, se estableció un proyecto de revisión bibliográfica en perspectiva de los colorantes textiles de tipo artificial y su incidencia en los ecosistemas acuáticos que generan consecuencias toxicológicas severas. Esta revisión se realizó desde un enfoque teórico-práctico, descubriendo la gran versatilidad que ofrecen los

colorantes artificiales en los diferentes tipos de industria como la alimenticia, textil y farmacéutica.

Considerando la capacidad de indagación desarrollada desde ese enfoque teórico-practico, surge la pertinencia de plantear un trabajo de grado mediado por un Recurso Educativo Digital que recopile fundamentos y experiencias asociadas a la naturaleza de los colorantes artificiales en las industrias alimenticia, textil y farmacéutica, y sus efectos en cuanto a la toxicidad, la salud y el impacto ambiental que generan.

Teniendo en cuenta lo expuesto anteriormente, se plantea la siguiente pregunta problema: ¿Cómo propiciar procesos de aprendizaje basados por indagación con estudiantes de la licenciatura en química de la Universidad Pedagógica Nacional acerca de las temáticas del espacio académico de Teorías Químicas I sobre la naturaleza y los efectos adversos de los colorantes artificiales en las industrias alimenticia, textil y farmacéutica a través de un Recurso Educativo Digital (RED)?

4. OBJETIVOS

4.1. OBJETIVO GENERAL

Diseñar un Recurso Educativo Digital (RED) sobre la naturaleza y los efectos de los colorantes artificiales utilizados en la industria alimenticia, textil y farmacéutica, a partir del aprendizaje basado por indagación analizando los procesos de aprendizaje de los estudiantes del grupo 01 del espacio académico de Teorías Químicas I de la licenciatura en química de la Universidad Pedagógica Nacional.

4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar los conocimientos previos que tienen los estudiantes de la licenciatura en química acerca de la naturaleza y los efectos de los colorantes artificiales utilizados en la industria alimenticia, textil y farmacéutica.
- Diseñar un Recurso Educativo Digital que aborde la temática de colorantes artificiales en la industria alimenticia, textil y farmacéutica, y el aprendizaje basado por indagación.
- Evaluar y socializar el potencial didáctico del Recurso Educativo Digital (RED) implementado con los estudiantes del grupo 01 del espacio académico de Teorías Químicas I de la licenciatura en química.

5. ANTECEDENTES

En la revisión bibliográfica de estos antecedentes de tipo disciplinar se han encontrado investigaciones mayormente centradas en colorantes en la industria alimenticia, seguida de investigaciones en la industria textil y finalmente del sector farmacéutico. Esto se debe a que en los dos últimos sectores restringen el acceso a la información relacionada con los procesos específicos, dada la condición del secreto industrial. En cuanto a los antecedentes didácticos, el trabajo se enfoca en temáticas como el RED y el aprendizaje basado por indagación.

5.1. ANTECEDENTES DISCIPLINARES

A nivel nacional, González, Soto & Ramírez (2018) determinan que en Colombia Medellín es la principal productora de textiles y del colorante índigo identificado con el código E132, el cual, Santos (2023) establece que este es un medio de contraste en las prendas de mezclilla como lo son los jeans, cumpliendo su función de teñir. Estas descargas van a efluentes hídricos, lo que lo hace uno de los colorantes textiles más tóxicos para el ambiente. Debido al proceso de teñido explicado por Santos (2023) este colorante persiste en el ambiente dado que no es fácil su degradación en ecosistemas acuáticos y tiene un nivel de toxicidad alto para las especies del sistema.

Otra investigación científica que determina los peligros de los colorantes artificiales es la de Mena (2019), en la que usa métodos cromatógrafos para la determinación colorantes sintéticos en alimentos de consumo cotidiano, enfocándose en los colorantes catalogados peligrosos o prohibidos para el consumo por las afectaciones a corto, mediano y largo plazo en la salud de los humanos. Dependiendo del estado de agregación de la muestra se emplearon diferentes tratamientos de ésta como

desgasificado, disolución y extracción en fase sólida. Esta determinación se realizó mediante HPLC-TOFMS (High-performance liquid chromatography time of flight mass spectrometry / Cromatografía líquida de alta resolución espectrometría de masas de tiempo de vuelo) con ionización por electrospray en modo positivo como en negativo. Gracias a esto pudo establecer la presencia de tartrazina, amarillo de quinoleína, ácido carmínico, rojo allura AC, carmoisina, azul brillante FCF, Sudan (I-IV) y amarillo anaranjado en golosinas líquidas y semisólidas, gelatinas y bebidas gaseosas, las cuales arrojaban diversas concentraciones de colorantes artificiales que no cumplían con la norma al superar el límite máximo establecido por la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA), mientras que otros estaban bajo el límite establecido pero se recomendaba que en su etiquetado informara sobre los efectos negativos que esto trae para los niños.

Con relación a la industria alimenticia, la investigación de Iheanyichukwu (2020) ayuda a evidenciar como los colorantes artificiales pueden ser tóxicos cuando su consumo es desmedido, así como lo reporta en el estudio con ratas, las cuales ingieren tartrazina y eritrosina en diferentes concentraciones. También define que estos colorantes artificiales pueden causar nefrotoxicidad y desarrollar inflamación glomerular y nefritis intersticial cuando su consumo es desmedido.

En cuanto a la industria textil, el uso de colorantes artificiales es cada vez más riguroso debido a algunos problemas de toxicidad, reacciones alérgicas, entre otras causas. En la opinión de Meza (2021) esto permite despertar el interés en indagar sobre la obtención de colorantes naturales de procedencia no contaminante, ya que los que se usan en la industria textil son de tipo artificial y están constituidos por varias sustancias

químicas que son tóxicas, las cuales son obtenidas de los hidrocarburos, es decir, derivados de la extracción del petróleo mediante procesos que generan contaminación.

Estos colorantes también son muy solubles en agua y poseen una estructura estable que los destaca por ser muy resistentes a los efectos de los agentes químicos que son poco biodegradables, por lo tanto, es más complejo reducir su impacto ambiental. Los colorantes artificiales responden a las necesidades de los empresarios, diseñadores y modistas, por sus características de estabilidad, versatilidad, amplia gama de colores y por la rentabilidad que influye en su economía y su disponibilidad.

De acuerdo con el proyecto de investigación de Álzate, Agudelo, Gómez & Ramírez (2022), el uso de la tartrazina como colorante alimenticio en Colombia no tiene una regulación desde 1995, a pesar de que este colorante esté prohibido en otros países como: Australia, Canadá, Japón y en la Unión Europea. Este colorante es derivado del petróleo y se usa en diferentes alimentos como los snacks y bebidas carbonatadas que son consumidos por niños, jóvenes y adultos, a los cuales les puede generar efectos negativos en la salud como lo son las reacciones alérgicas, sensibilidad e hiperactividad. En ese sentido, es posible desarrollar en los estudiantes el pensamiento crítico (una habilidad que se fortalece en los procesos de indagación) en cuanto al consumo de este colorante en diferentes alimentos y las consecuencias que esto trae para la salud a largo plazo.

5.2. ANTECEDENTES DIDÁCTICOS

La implementación didáctica de los colorantes artificiales, según Arias, Ballesteros, Martínez, y Poveda (2018), se realiza desde el diseño de la propuesta de aprendizaje sobre algunos colorantes empleados en la industria alimenticia, teniendo

como finalidad el fortalecimiento de habilidades investigativas para generar en los estudiantes una sensación de curiosidad por las ciencias en un tema cotidiano como lo son los alimentos ultraprocesados y la influencia de colorantes artificiales en su composición.

Considerando otro tipo de implementación realizada por Cortés, Díaz y Carrión (2020), en el cual se llevaron a cabo con los estudiantes de grado décimo del colegio Champagnat de Bogotá, el desarrollo de las competencias científicas de indagación enfocada en los colorantes artificiales como aditivo alimentario y los efectos negativos que estos generan en la salud, ya que se busca incentivar la reflexión y la participación del estudiante, logrando así actitudes de indagación y la aplicación los conocimientos adquiridos a diferentes contextos en el que los colorantes artificiales son perjudiciales.

Algunos trabajos implementados con estudiantes del programa de licenciatura en química de la Universidad Pedagógica Nacional asociados a los recursos educativos digitales fueron desarrollados por Laverde (2021) el cual aborda el RED para la identificación de hábitos de salud mental en los estudiantes mediante la necesidad de producir trabajos investigativos de tipo académico con relación a la salud mental en el país. Por otra parte, el trabajo de Fernández & Parra (2023) se centra en consolidar el abordaje de problemáticas sociales y el desarrollo de habilidades investigativas a partir del estudio computacional para la comprensión de la enfermedad de la demencia de los cuerpos de Lewy por medio de un recurso educativo digital.

Según Castellanos & Rocha (2020), exponen algunos trabajos realizados bajo la metodología ADDIE para la enseñanza de la física, en el que se hacía uso de simuladores virtuales que utilizaran como herramienta educativa b-learning en la que se

aplicó adecuadamente todas sus fases, ya que en el análisis definieron el público, los objetivos, los temas y las tareas a desarrollar; en la fase de diseño se plantearon los objetivos de aprendizaje y la metodología de enseñanza a partir de las TIC mediados por simuladores virtuales de física; En la fase de desarrollo se abordó el contenido y los ejercicios prácticos planteados en diferentes sitios web; la implementación conllevó a describir las tecnologías seleccionadas que facilitaron la integración de los simuladores virtuales para la plataforma Moodle como Learning Management System; finalmente, en la etapa de evaluación se valoró la herramienta educativa b-learning como caso de estudio.

El trabajo de Díaz (2023) comenta que el aprendizaje basado por indagación, para el abordaje de temas de química implica despertar el interés del estudiante por el mundo y los conocimientos que puedan surgir, también suministrar preguntas de investigación, o incógnitas relacionadas con química que ellos deban resolver, con el ánimo de permitir que ellos sean los investigadores y planteen las respuestas, exploren y realicen las preguntas pertinentes mediante las herramientas y recursos que se les brinda para que aprendan e investiguen. Bajo esta metodología, los estudiantes desarrollan habilidades de pensamiento crítico y de investigación, aprenden a identificar hipótesis, formulen preguntas, recopilan y analizan datos e información relevante, además, de que pueden fomentar la colaboración entre ellos y trabajar en equipo para que en conjunto puedan encontrar soluciones a los enigmas que se pueden plantear.

6. REFERENTES

6.1. REFERENTES DISCIPLINARES

Bajo el Decreto 2106 de 1983 emitido por el Ministerio de Salud de Colombia, se establece que los colorantes son sustancias o mezclas de sustancias capaces de conferir e intensificar el color de un alimento, y en este caso, hacerlo en los textiles y fármacos. En cuanto a los colorantes naturales, se define como aquella sustancia que provienen de un animal o un vegetal que por medio de procesos tecnológicos ha separado el colorante de otros componentes, mientras que los colorantes artificiales o sintéticos son aquellas sustancias colorantes que no se encuentra en productos naturales, por lo que se debe obtener mediante una síntesis orgánica.

El Ministerio de Salud de Colombia reglamenta el uso de colorantes alimenticios mediante la Resolución 10593 de 1985, el cual define los tipos de colorantes, su origen, mezclas y preparación, así mismo ofrece un listado de colorantes permitidos ante el territorio nacional y algunas especificaciones que deben tener los productos que contengan colorantes determinados.

En cuanto a los colorantes empleados en farmacia, de acuerdo con Suárez, Barbosa, Pinzón & Barreto (2007) son aquellos compuestos que se emplean con varios fines, por ejemplo, como indicadores de mezcla, para dar un color característico para clasificarlo según su origen, también como sintético o natural, inorgánico y orgánico, o según su estructura química, así como los de tipo quinoleínicos, azoicos, trifenilmetánicos, xanténicos, ftalocianínicos, indigoides, entre otros. Por otra parte, bajo el Decreto 677 de 1995 emitido por el Ministerio de Salud y Protección Social, se establece que uno de los constituyentes del principio activo de un producto farmacéutico

son los colorantes y estos se deben identificar de manera genérica o su equivalencia permitida internacionalmente.

El grupo de colorantes artificiales más controvertido son los azoicos. En esta clase de colorantes artificiales hay 3000 compuestos, los cuales se utilizan en industrias como alimenticia, textil y farmacéutica. Khan (2020) y Soares, Araujo, Ramos, Pinto, Khaya, De Oliveira, Bahia, Montenegro, Burbano, y Khayat (2015) estudiaron la colorante tartrazina en células del sistema inmune para estimar su efecto tóxico, por lo que observaron que este colorante es genotóxico, lo que es indicativo de que puede generar cáncer.

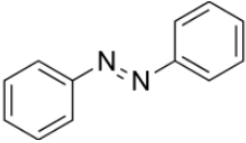
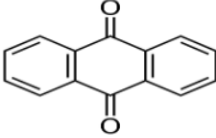
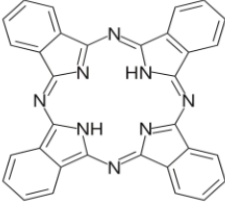
De acuerdo con la Resolución 2159 del 23 de octubre del 2017, emitida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia, define que los colorantes textiles de tipo sintético son insumos de primera necesidad debido a la alta gama de colores, su resistencia al lavado y factores ambientales, como la acción del sol y ataques microbianos. Sin embargo, definen que estos son la principal problemática ambiental que inquieta a la sociedad actual, tanto en las deficiencias del proceso de teñido, como en el alto porcentaje de compuestos químicos que son contaminantes y que son vertidos a los cuerpos de agua aledaños a estas industrias.

Los colorantes textiles, como contaminante orgánico emergente, influyen en los efluentes líquidos, ya que el producto final de estos compuestos es contaminante de diversa naturaleza, y según Zaruma, Proal, Hernández & Salas (2018), estos pueden contener: sales de tipo inorgánicas, peróxidos, almidón, tensoactivos, EDTA, enzimas surfactantes, metales, colorantes y otro tipo de compuestos orgánicos de diferentes

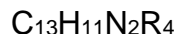
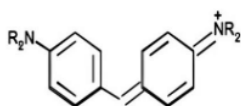
estructuras. El origen de los colorantes textiles es artificial, no biodegradables en el medio ambiente. También se consideran una sustancia recalcitrante.

De acuerdo con Zaruma, Proal, Hernández & Salas (2018) los colorantes textiles se clasifican por su estructura química, y ella se divide en: azoicos, antraquinonas, ftalocianina, ion arilcarbonio, sulfuro, polimetino, y nitro.

Tabla 1. *Clasificación de los Colorantes Textiles.*

Colorante Textil y Estructura Química	Fórmula Química	Descripción
<p style="text-align: center;">Azoicos</p>  <p>Fuente: (Zaruma, Proal, Hernández & Salas, 2018).</p>	$C_{12}H_{10}N_2$	<p>Es el más importante de la industria. Su grupo funcional es $RN=NR'$, en el que R y R' pueden ser un arilo o alquilo. Esta clase de colorante constituye el 70 % de los colorantes orgánicos.</p>
<p style="text-align: center;">Antraquinonas</p>  <p>Fuente: (Zaruma, Proal, Hernández & Salas, 2018).</p>	$C_{14}H_8O_2$	<p>Son quinonas de tipo tricíclicas que provienen del antraceno que posee uno o más grupos hidroxilo.</p>
<p style="text-align: center;">Ftalocianina</p>  <p>Fuente: (Zaruma, Proal, Hernández & Salas, 2018).</p>	$C_{32}H_{18}N_8$	<p>Está compuesto por la unión de cuatro átomos de nitrógeno y cuatro grupos isoindol.</p>

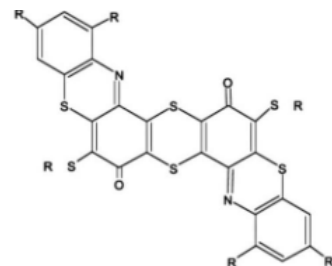
Ion Arilcarbonio



Fuente: (Zaruma, Proal, Hernández & Salas, 2018).

Su estructura está compuesta por dos o tres anillos aromáticos y un átomo carbonilo.

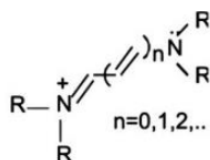
Sulfuro



Fuente: (Zaruma, Proal, Hernández & Salas, 2018).

Son colorantes que son insolubles en agua, pero pueden llegar a serlo por reducción.

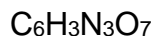
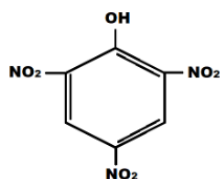
Polimetino



Fuente: (Zaruma, Proal, Hernández & Salas, 2018).

Son colorantes neutros de tipo catiónicos y aniónicos, los cuales poseen a sus extremos de la cadena donadores y sustractores de densidad electrónica.

Nitro



Fuente: (Zaruma, Proal, Hernández & Salas, 2018).

Son colorantes incoloros derivados del benceno, los cuales al combinarse con auxocromos débiles les conceden una tonalidad amarilla, y estos se pueden apreciar en su absorción en la región del campo visible.

Fuente: Elaboración propia adaptado de (Zaruma, Proal, Hernández & Salas, 2018).

El impacto ambiental de los colorantes textiles se enfoca en el vertimiento de colorante en el efluente hídrico, lo cual afecta de manera directa al ecosistema acuático,

el cual al ser analizado puede presentar condiciones de anoxia o hipoxia en el agua por las bajas concentraciones de oxígeno disuelto. Teniendo en cuenta los rangos estimados por Goyenola (2007) las de concentraciones de oxígeno disuelto son: 0 es anoxia; 0 a 5 es hipoxia; 5 a 8 es aceptable; 8 a 12 es buena; mayor a 12 ppm es sobresaturada. También se puede establecer la calidad del agua si es: de 0 a 4 es mala; de 4 a 8 es aceptable, de 8 a 12 es buena; mayor a 12 ppm de oxígeno disuelto es muy bueno. Lo anterior es relevante, ya que al estudiar el impacto de los colorantes textiles mediante los niveles de oxígeno se puede estimar si esa zona está contaminando los efluentes hídricos de todo el ecosistema de las especies que habitan o hagan uso del agua de este punto.

La clasificación de los colorantes textiles, pueden ser: ácidos como las azoicos (tartrazina), antraquinona (rojo de alizarina), trifenilmetano (verde malaquita), nitro y nitroso (amarillo Martius); básicos como los azoicos (rojo paranitranilina), trimetilmetano (violeta de metilo) y antraquinona (azul de Victoria B); directos como los azoicos (rojo congo); dispersos como los azoicos (amarillo disperso 3), antraquinona (rojo disperso 92) y nitro (1-nitroantraquinona); mordaz como los azoicos (amarillo de alizarina) y antraquinona (alizarina); reactivos como los azoicos (rojo reactivo 272) y antraquinona (azul reactivo 4); azufre con estructuras indeterminadas; tina como la antraquinona (azul indantreno) e índigos (tioíndigo).

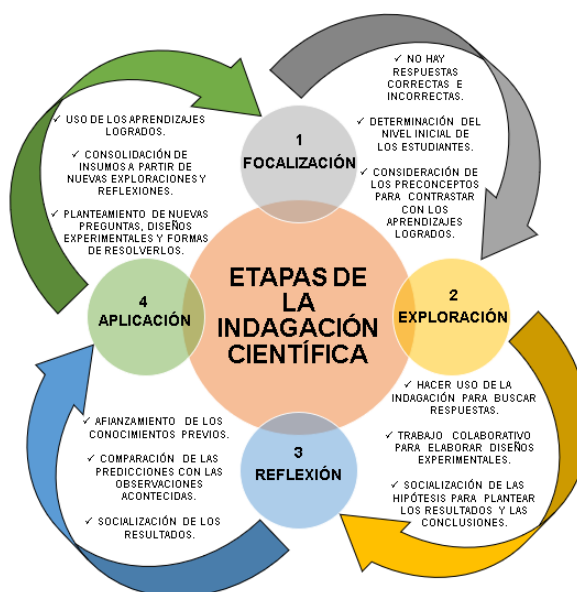
6.2. REFERENTES DIDÁCTICOS

El aprendizaje basado por indagación se centra en que el estudiante fomente su interés y promueva la construcción de conocimiento de forma activa al llevar a cabo diversos procesos que le permiten explorar, investigar, cuestionar, observar, proponer e

indagar en diferentes aspectos de los contenidos temáticos que se estén abordando. Lo anterior sugiere que se debe expandir los conocimientos preliminares a partir de su abordaje en otros contextos, por ejemplo, los colorantes artificiales se pueden indagar en tres industrias específicas que son la alimenticia, textil y farmacéutica, y a su vez se profundiza en cada una de ella en aspectos de normatividad, generalidades, impactos ambientales y de salud, entre otros. Para Flick & Lederman (2006) el aprendizaje basado por indagación explica que la enseñanza y el aprendizaje debe integrar tres aspectos, como lo son las habilidades de indagación que se relaciona con lo que deben realizar los alumnos, los saberes sobre indagación, los que se asocian a lo que deben entender sobre los fundamentos de indagación, y un acercamiento a la enseñanza de los temas científicos la cual que está ligado a lo que deben hacer los profesores.

Las etapas de la indagación científica, de acuerdo con Cristobal & García (2013), la constituyen cuatro pasos:

Figura 1. *Etapas de la indagación científica.*



Fuente: Elaboración propia.

Con relación a los Recursos Educativos Digitales, según Losada, Cárdenas & Vásquez (2020), son aquellos materiales digitales que se pueden compartir de manera gratuita y ser utilizados en procesos educativos por parte de los docentes y alumnos. Los recursos publicados poseen licencias abiertas que facilitan su adecuación y distribución, con el fin de que no existan restricciones para utilizarlos en las diferentes estrategias didácticas que el docente quiera implementar con los estudiantes.

Los Recurso Educativos Digitales, según Colombia Aprende (2021), en colaboración con el Ministerio de Educación Nacional y la UNESCO, mediante la implementación y el diseño de la Estrategia Nacional de Recursos Educativos Digitales Abiertos, define los RED como aquel tipo de material enfocado en un propósito educativo, cuya información está contenida en un medio digital por medio de una infraestructura de red abierta, la cual cuenta con una licencia abierta que permite la personalización, la modificación, el uso, el acceso y la divulgación del RED.

De acuerdo con Díaz (2022) los Recursos Educativos Digitales son aquellos materiales que buscan explicar y/o aclarar fundamentos y procesos específicos de una temática. Estos recursos son de autoría propia y se desarrollan para transmitir contenido de tipo educativo que sea contundente para el usuario. Entre ellos se encuentran los blogs informativos, los libros digitales, las bibliotecas digitales, los podcasts, las páginas web, los videos, entre otros. Los recursos educativos digitales pueden dar cumplimiento a los propósitos de aprendizaje y se acoplan de manera sencilla a los requerimientos de los estudiantes y de los profesores. La dinámica de los RED permite que se vuelvan a usar en función de las intenciones de aprendizaje.

Por otra parte, la metodología de análisis, diseño, desarrollo, implementación y evaluación (ADDIE), según Morales, Edel, & Aguirre (2014), es un modelo desarrollado en la década de los años 70's que es muy utilizado en diseños instruccionales para el procesamiento de la información de manera interactiva, simple y flexible en la que tiene presente las fases de analizar, diseñar, desarrollar, implementar y evaluar. De acuerdo con cada una de sus fases, en la de analizar se tiene en cuenta al alumnado, el contenido y su entorno, para detectar el problema y las metas de aprendizaje; en la etapa de diseño se hace el desarrollo el programa, la redacción de los objetivos, la selección de medios y sistemas para hacer llegar la información y planificar la formación y las actividades en función de los principios didácticos que dictaminan el aprendizaje de ciertos contenidos; en la fase de desarrollo se busca generar y validar el recurso de aprendizaje; en la implementación concretar el ambiente de aprendizaje e involucrar a los estudiantes para generar en ellos la construcción de conocimientos; en la fase de evaluación es pertinente valorar la calidad de los productos y de los procesos de enseñanza y aprendizaje.

7. METODOLOGÍA

Este trabajo de grado se rige por el enfoque metodológico de tipo cualitativo y por un diseño de investigación de tipo exploratorio teniendo como referente el aprendizaje basado por indagación. Adicionalmente, la metodología del desarrollo del RED es el modelo ADDIE (Análisis, Diseño, Desarrollo, Implementación, Evaluación). El apartado metodológico se implementó a partir de cuatro fases, las cuales Hernández & Mendoza (2020) define como:

- **Formulación:** Es el apartado inicial de la investigación que explica y precisa lo que se va a investigar y las razones de ello.
- **Diseño:** Es la fase que contempla un plan de acción que orienta la inmersión del objeto que es materia de investigación y la recopilación de insumos de este para definir el abordaje de la investigación y las circunstancias en las que se realizará (modo, tiempo, lugar, entre otros).
- **Ejecución:** En este apartado se contempla la interacción del objeto de estudio de investigación que se ha realizado a lo largo del trabajo de campo y de las observaciones emitidas, mediante diferentes técnicas de recolección de información y de comunicación, por ejemplo: diálogos, discusiones, entrevistas, reflexiones, talleres, entre otros.
- **Cierre:** En esta fase se busca registrar de manera progresiva los avances, análisis y resultados del trabajo de investigación que se ha efectuado a lo largo de toda la metodología de investigación.

La población de estudio la constituye estudiantes de la licenciatura en química de la Universidad Pedagógica Nacional, pero gran parte de la investigación se aborda con

estudiantes de primer semestre del espacio académico de Teorías Químicas I que pertenecen al ciclo de fundamentación.

Figura 2. Metodología de la investigación.



Fuente: Elaboración propia.

La metodología contempla la siguiente secuencia:

- **Fase de formulación:** Construcción y validación de la prueba de entrada (colorantes artificiales, aprendizaje basado por indagación y RED) para identificar las preconcepciones de los estudiantes de la licenciatura en química de la UPN.
- **Fase de diseño:** Elaboración del RED en el que se integra el apartado disciplinar (colorantes artificiales utilizados en la industria alimenticia, textil y farmacéutica) pedagógico (aprendizaje basado por indagación) y didáctico (RED).
- **Fase de ejecución:** Socialización del RED.
- **Fase de cierre:** Evaluación del RED.

7.1. FASE DE FORMULACIÓN

La fase de formulación busca recopilar diferentes insumos sobre las ideas previas que tienen los estudiantes de la licenciatura en química de la UPN a partir de una prueba diagnóstica. Con este instrumento se busca caracterizar los conocimientos iniciales que tienen los estudiantes sobre colorantes artificiales (comprensión de la complejidad de las estructuras, influencia en la salud, impacto ambiental, diferencias en cuanto a los colorantes naturales, procedencia, relevancia en el tipo de industria, principio activo del colorante, toxicidad, entre otros), el aprendizaje basado por indagación (habilidades de indagación para la investigación) y los RED.

Teniendo en cuenta las etapas de la indagación, según Cristobal & García (2013), esto correspondería a la primera etapa de la indagación que es la focalización, debido a que se determina el nivel inicial de los estudiantes para empezar a construir nuevos aprendizajes. En cuanto al modelo ADDIE, según Morales, Edel & Aguirre (2014) esto se relaciona con la fase de análisis, ya que se recolecta la información de la población a quien va dirigida el RED en función de sus necesidades de aprendizaje y el entorno de enseñanza en el que van a estar inmersos.

Todo lo anterior está contemplado para cumplir con el primer objetivo específico, el cual considera la caracterización de los conocimientos previos de los estudiantes de la licenciatura en química a partir de una prueba de entrada – diagnóstica que fue previamente diseñada, fue validada por Mercy Liliana Viasus Poveda (Magister en Docencia de la Química y Licenciada en Química de la UPN), y ejecutada en el aplicativo de Google Forms observado en la [“Figura 3”](#) que aborda aspectos demográficos y

poblacionales, el tema de colorantes artificiales, toxicidad de los colorantes artificiales, aprendizaje basado por indagación y recursos educativos digitales ([ver anexo A](#)).

Figura 3. Portada del instrumento de caracterización.

PRUEBA DE ENTRADA - DIAGNÓSTICA.

Cordial saludo, estudiantes del espacio académico de Teorías Químicas I.

El presente instrumento busca caracterizar sus conocimientos previos con relación al tema de colorantes artificiales, aprendizaje basado por indagación y los recursos educativos digitales (RED).

De antemano agradecemos su valioso tiempo, disposición y honestidad al responder este instrumento.

[Iniciar sesión en Google](#) para guardar lo que llevas hecho. [Más información](#)

* Indica que la pregunta es obligatoria

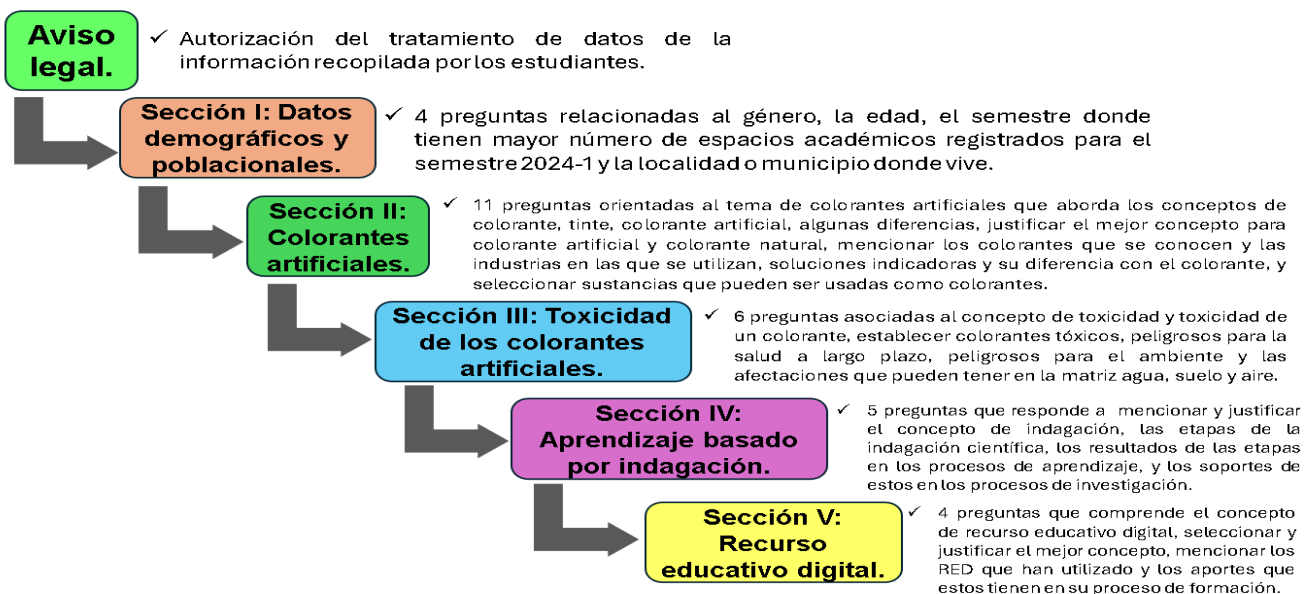
AVISO LEGAL *

Declaro que he sido informado por LA UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL (en adelante la UPN), identificada con NIT. 899.999.124-4, con domicilio en la ciudad de Bogotá sede principal en la calle 72 No. 11 – 86 de Bogotá, que, de conformidad con los procedimientos establecidos en la Ley 1581 de 2012, Decreto Reglamentario 1377 de 2013 y el Manual de política interna y procedimientos para el tratamiento y protección de datos personales de la Universidad disponible en la página web www.upn.edu.co, actuará como Responsable del tratamiento

Fuente: Google Forms.

La estructura de este instrumento está conformada por 30 preguntas abiertas y cerradas de opción múltiple.

Figura 4. Esquema de la prueba de entrada – diagnóstica.



Fuente: Elaboración propia.

7.2. FASE DE DISEÑO

La fase de diseño busca desarrollar el contenido del RED a partir de la creación de un curso en Moodle de la plataforma MilAulas ([ver anexo F](#)).

Teniendo en cuenta las etapas de la indagación, según Cristobal & García (2013), esto correspondería a la segunda etapa de la indagación que es la exploración, ya que los estudiantes buscan respuestas a los interrogantes generados en la etapa de focalización a partir de la indagación. En cuanto al modelo ADDIE, según Morales, Edel & Aguirre (2014) esto se relaciona con la fase de diseño y desarrollo, ya que con los insumos recopilados en la fase anterior, se comienza a diseñar la estructura, el formato y los contenidos del RED por medio de la plataforma Moodle MilAulas, definiendo las metodologías evaluativas y las formas de impartir el contenido temático; adicionalmente, se inicia con la creación del RED, los materiales educativos, los recursos interactivos, las recopilación de experiencias en el laboratorio, entre otros.

Todo lo anterior está contemplado para cumplir con el segundo objetivo específico, el cual considera diseñar el RED en función de las etapas de la indagación científica, los insumos recopilados en el instrumento de caracterización y los colorantes artificiales en las industrias alimenticia, textil y farmacéutica.

El diseño y desarrollo del RED comprende las siguientes secciones:

- **Presentación:** En este apartado se establecen las fechas de cada intervención, los recursos y los tiempos de ejecución.
- **Metodología de la Investigación:** En esta sección se define la metodología que acoge el Trabajo de Grado.

- Etapas de la Indagación Científica: En este apartado se exponen las etapas que van a orientar el desarrollo del RED.
 - Etapa de Focalización: En esta sección se encuentra la prueba de entrada – diagnóstica implementada a 57 estudiantes de la Licenciatura en Química de la Universidad Pedagógica Nacional, una actividad entregable sobre un esquema de colorantes artificiales, un mapa general de los colorantes, 2 textos de material de apoyo y la tabulación y el análisis de los resultados de la prueba de entrada – diagnóstica.
 - Etapa de Exploración: Este apartado lo constituye el video de las diferentes experiencias de 7 colorantes artificiales y 7 disolventes orgánicos, la guía de trabajo y la tarea que debían subir sobre el aula experimental, algunos fundamentos y ejemplos sobre las hipótesis y las variables, una guía de interpretación sobre la información recopilada de la industria alimenticia, textil y farmacéutica, el protocolo de los trabajos prácticos de laboratorio, los espectros IR, las fichas técnicas y los certificados de análisis de los colorantes utilizados, la interpretación de los espectros IR, las definiciones, mapas conceptuales, fichas de composición química y de toxicidad de algunos colorantes artificiales, aplicación en proceso y actividades de indagación asociadas a la industria alimenticia, textil y farmacéutica.
 - Etapa de Reflexión: En esta sección se encuentra la cartografía urbana la cual comprende el análisis de diversos factores de estructura física, dinámicas sociales, historia y problemáticas del entorno de interés, la cual se realizó a las 20 localidades de la ciudad de Bogotá D.C en función de

algunos datos demográficos, la localización de algunas empresas de colorantes artificiales que se identifican mediante Google Maps y el geoportal del directorio de empresas del DANE y su ubicación y cercanía al alcantarillado sanitario que reporta el geoportal de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB) al momento de hacer el contraste de los mapas de la ciudad con las conexiones de estas empresas con el alcantarillado sanitario y los cuerpos de agua cercanos a esas zonas. Adicionalmente, se encuentran algunos documentos relacionados a la normatividad local, nacional e internacional de los colorantes artificiales de la industria alimenticia, textil y farmacéutica. Todo lo anterior tiene la intención de evidenciar e ilustrar los efectos ambientales de los colorantes artificiales de las diferentes industrias en un contexto real mediante la cartografía urbana.

- Etapa de Aplicación: En este apartado se encuentra el material de apoyo utilizado y las evidencias fotográficas de cada sesión de intervención, las 7 actividades implementadas con las estudiantes enfocadas en una prueba post-intervención, aula experimental, industria alimenticia, industria textil e industria farmacéutica, reconocimiento del entorno y el formulario de percepción de los usuarios en cuanto a su interacción en el RED.

7.3. FASE DE EJECUCIÓN

La fase de ejecución busca socializar e implementar el RED a la población de estudio con el propósito de fortalecer las habilidades de indagación y los fundamentos

relacionados a los colorantes artificiales. Adicionalmente, se busca recopilar los insumos pertinentes para adecuar los últimos detalles del RED.

Teniendo en cuenta las etapas de la indagación, según Cristobal & García (2013), esto correspondería a la tercera etapa de la indagación que es la reflexión, debido a que los estudiantes afianzan y modifican los conocimientos obtenidos a partir de los hallazgos encontrados. En cuanto al modelo ADDIE, según Morales, Edel & Aguirre (2014) esto se relaciona con la fase de implementación, ya que esta hace referencia al trabajo en conjunto que se hace junto con los estudiantes para asegurarse que la implementación sea efectiva y eficiente, en la cual se logre despertar el interés y la participación de los estudiantes por medio de las intervenciones y trabajos en carteleras en el aula, uso de elementos multimedia, trabajo colaborativo, entre otros.

El desarrollo de las intervenciones se dio de la siguiente manera:

- La prueba de entrada – diagnóstica se aplicó en la cuarta semana del mes de abril del 2024.
- La primera intervención abordó las generalidades de la indagación, aprendizaje basado por indagación y la etapa de focalización a partir del trabajo del aula experimental y la etapa de exploración por medio de la industria alimenticia, textil y farmacéutica se llevaron a cabo en la primera semana de junio del 2024.
- La segunda intervención se abordó la etapa de reflexión por medio de la explicación de los cuerpos de agua, normatividad, toxicidad, cartografía urbana y recursos educativos digitales se llevó a cabo antes de que los estudiantes finalizaran sus actividades académicas, es decir, en la segunda semana de junio del 2024.

Todo lo anterior está contemplado para empezar a cumplir con el tercer objetivo específico, el cual considera evaluar el potencial didáctico del RED en los estudiantes del espacio académico de Teorías Químicas I.

7.4. FASE DE CIERRE

La fase de cierre busca evaluar el RED con la población de estudio a partir de 7 actividades que recopilan todos los elementos abordados en las intervenciones y en las diferentes actividades realizadas en el aula para estimar la funcionalidad del RED en cuanto al aprendizaje basado por indagación y los colorantes artificiales en la industria alimenticia, textil y farmacéutica.

Teniendo en cuenta las etapas de la indagación, según Cristobal & García (2013), esto correspondería a la cuarta etapa de la indagación que es la aplicación, ya que se utilizan los aprendizajes establecidos en la etapa de exploración y reflexión. En cuanto al modelo ADDIE, según Morales, Edel & Aguirre (2014) esto se relaciona con la fase de evaluación, ya que en este apartado se estima la efectividad y el impacto a partir de la valoración y el análisis de los resultados obtenidos en las actividades realizadas por los estudiantes para identificar sus aciertos y los aspectos que se deben mejorar, así como el cumplimiento de la funcionalidad y de los objetivos, los aspectos favorables y las correcciones que se le deben hacer al RED.

El desarrollo de la etapa de aplicación, es decir, las actividades del RED se llevaron a cabo en 4 días que estuvo abierta la plataforma en la cual se evidenció una respuesta inmediata en tiempo real a las inquietudes y requerimientos de los estudiantes.

Todo lo anterior está contemplado para cumplir con el tercer objetivo específico, el cual considera evaluar el potencial didáctico del RED en los estudiantes del espacio académico Teorías Químicas I Grupo 01.

8. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

La metodología implementada en el trabajo de grado permitió el desarrollo de las múltiples actividades realizadas por los estudiantes del espacio académico de Teorías Químicas I del Grupo 01 que abordaban diversos conceptos y aplicaciones asociadas a los colorantes artificiales de la industria alimenticia, textil y farmacéutica, aprendizaje basado por indagación y recurso educativo digital, los cuales se reportan por cada etapa de la indagación científica que fue trabajada en los diferentes apartados de las intervenciones y secciones del RED.

8.1. ETAPA DE FOCALIZACIÓN

En esta etapa se contemplaron las actividades realizadas en el aula con los estudiantes del espacio académico de Teorías Químicas I, las cuales son: Prueba de entrada – diagnóstica (la cual se trabajó también con algunos estudiantes de todos los semestres de la licenciatura en química); Aula experimental – individual; Aula experimental – grupal y la cartelera de la etapa de focalización.

8.1.1. PRUEBA DE ENTRADA – DIAGNÓSTICA

El instrumento de caracterización validado por Mercy Liliana Viasus Poveda (Licenciada en Química y Magister en Docencia de la Química de la UPN) mediante la lectura y revisión del contenido de las preguntas en función de la rúbrica de evaluación establecida para ello. Este instrumento fue aplicado a 57 estudiantes de la licenciatura en química el cual representa el 20 % de la población que estuvo conformada por 296 personas inscritas en el semestre 2024-1 a este programa académico, a las cuales se les realizaron 30 preguntas cuya finalidad consistía en caracterizar los conocimientos previos de los estudiantes en torno a aspectos demográficos y poblacionales, colorantes

artificiales, toxicidad de los colorantes artificiales, aprendizaje basado por indagación y recursos educativos digitales. Para la sistematización de los resultados obtenidos en la prueba de entrada – diagnóstica, se opta por la estadística descriptiva para el análisis de datos, ya que como lo menciona Spiegel (2013), esto permite obtener validez en las conclusiones de la investigación a partir de los análisis e interpretación de los datos recolectados y organizados durante todo el proceso.

De acuerdo con Posada (2016) la tabulación de datos desde la estadística descriptiva es el proceso de diversos valores o atributos de la variable cualitativa que se ubican en una columna de acuerdo con un criterio definido por el investigador en función de una frecuencia que va al frente de ese valor o variable.

La aplicación de la prueba se llevó a cabo en la segunda semana del mes de abril del 2024 con 23 estudiantes, con una duración de 60 minutos, del espacio académico de Teorías Químicas I. Se respondieron preguntas abiertas y cerradas, cuyas respuestas se analizaron a través de tendencias de palabras clave y frecuencia. En total, 57 estudiantes de diferentes semestres de la Licenciatura en Química de la Universidad Pedagógica Nacional participaron en el instrumento de caracterización ([ver anexo B](#)).

Figura 5. Evidencia de la aplicación de la prueba de entrada - diagnóstica.



Fuente: Elaboración propia.

Las imágenes evidencian la aplicación del instrumento de caracterización a los 23 estudiantes del espacio académico de Teorías Químicas I, el cual se desarrolló en los computadores del salón B407 y en el celular de los estudiantes.

La tabulación de las preguntas se realizó mediante tres niveles establecidos en la rúbrica de evaluación de la prueba de entrada – diagnóstica ([ver anexo C](#)), los cuales son:

- Nivel alto: Los estudiantes poseen un excelente constructo conceptual y logran argumentar diversos fenómenos a partir de un lenguaje propio de su disciplina; adicionalmente, conocen una amplia gama de características de los temas que aborda la prueba de entrada – diagnóstica.
- Nivel medio: Los estudiantes poseen dificultades al plantear algunos constructos, los cuales justifican con un lenguaje aceptable; asimismo, conocen una poca variedad de características de los temas que aborda la prueba de entrada – diagnóstica.
- Nivel bajo: Los estudiantes no logran plantear un constructo conceptual, el cual no posee un lenguaje apropiado al momento de argumentar diferentes fenómenos que derivan de ellos; adicionalmente, no conocen particularidades de los temas que aborda la prueba de entrada – diagnóstica.

El análisis de las respuestas del instrumento de caracterización se presenta mediante categorías en función de las secciones temáticas de dicho instrumento. Adicionalmente, el análisis presentado se hace mediante una triangulación de resultados al considerar algunos referentes conceptuales, los resultados empíricos obtenidos y las percepciones de los investigadores.

Tabla 2. *Análisis de las Respuestas por Secciones del Instrumento de Caracterización.*

Nº	Sección	Análisis de las Respuestas
1	<p>Datos demográficos y poblaciones. (Pregunta 1 a la 4.)</p>	<p>57 estudiantes de la Licenciatura en Química autorizaron el tratamiento de datos quienes el 57,89 % corresponden al género femenino y el 42,11 % al género masculino, identificando que el 70,18 % está en la de edad de 18 a 23 años, el 28,07 % de 24 a 29 años y el 1,75 % con más de 30 años, además, indican que el semestre en el cual tienen el mayor número de materias registradas es en los semestres I, II, V y VIII; finalmente, gran parte de la población estudiantil reside en la ciudad de Bogotá en las localidades de Kennedy, Suba, Usme, Bosa y Engativá, y otros residen a los alrededores en los Municipios de Tocancipá, Soacha y Madrid.</p>
2	<p>Colorantes artificiales. (Pregunta 5 a la 15.)</p>	<p>Los 57 estudiantes que respondieron el instrumento de caracterización, inicialmente, se clasifican en un Nivel Bajo en los resultados obtenidos ya que no logran definir el concepto de colorante y de colorante artificial, no hay claridad del concepto de tinte, y no establecen diferencias de ellos, adicionalmente, no hacen uso del lenguaje adecuado para explicarlo; sin embargo, al presentar preguntas de selección múltiple se encuentran en Nivel</p>

Alto cuando logran diferenciar parcialmente un colorante natural, según Restrepo (2007) como la *sustancia obtenida a partir de un vegetal o eventualmente de un animal, cuyo principio colorante ha sido aislado mediante proceso tecnológico adecuado*; y se encuentran en un Nivel Medio al definir, según Restrepo (2007) un colorante artificial como *sustancia colorante no encontrada en productos naturales y obtenida por síntesis orgánica*.

Los estudiantes que se ubicaron en el Nivel Medio identifican pocos colorantes entre 1 a 5 mencionando colorantes como: Cúrcuma, Henna, Índigo, Rojo 40, Tartrazina, pero no describen la actividad económica o proceso industrial en el que se emplean. También, logran diferenciar parcialmente un colorante de un indicador al considerar sus propiedades físicas o químicas. Finalmente, de la lista de las sustancias que pueden ser usadas como colorante resaltan de nuevo la Tartrazina, Azul de Metileno, Eritrosina, y Rojo ponceau.

3	Toxicidad de los colorantes artificiales. (Pregunta 16 a la 21.)	Los 57 estudiantes que respondieron el instrumento de caracterización se ubicaron en un Nivel Bajo, ya que no tienen claro el concepto de toxicidad describiendo como perjudicial, letal, dañino para la salud y el medio ambiente sin usar un lenguaje apropiado para explicarlo; sin
---	--	--

embargo, construyen el concepto de toxicidad al referenciarlo en un colorante tras su ingesta, dosis o grado de absorción en el organismo, empleando un lenguaje apropiado con elementos propios de su disciplina clasificándolo en un Nivel Alto.

El Nivel Bajo evidencia que los estudiantes pueden mencionar diferentes colorantes, pero no logran clasificarlos respecto a la toxicidad y cuales presentan un peligro para la salud y para el medio ambiente sin identificar sus implicaciones a largo plazo. Por otra parte, se clasificaron en un Nivel Alto al lograr explicar concretamente mediante fundamentos químicos las afectaciones de las diferentes matrices agua, suelo, aire a partir de la toxicidad de un colorante indicando como daño, afectación, muerte para todo tipo de vida, modificación de características organolépticas, emanación de gases y cambios de pH.

4 Aprendizaje
basado por
indagación.
(Pregunta 22 a
la 26.)

Los 57 estudiantes que respondieron el instrumento de caracterización se ubicaron en un Nivel Medio puesto que tienen parcialmente claro el constructo del concepto de indagar y lo justifican con un lenguaje aceptable, asociándolo con búsqueda de información y conocimiento, exploración e investigación, cuestión y reflexión, sin

embargo, en la pregunta de selección múltiple encuentra algunas similitudes en la definición de los conceptos de indagación pero no aciertan correctamente indicando que, según Díaz (2023) *la Indagación se basa en la teoría del aprendizaje constructivista, que sostiene que los estudiantes aprenden mejor cuando construyen sus propios conocimientos a partir de su experiencia y exploración, en lugar de recibir información de manera pasiva. Al fomentar el pensamiento crítico y la exploración activa, el aprendizaje basado por indagación ayuda a los estudiantes a desarrollar habilidades de resolución de problemas y a adquirir conocimientos de manera más profunda y significativa.* También, los estudiantes identificaron algunas de las etapas de la indagación científica como pregunta, planeación, consulta y respuesta y lo argumentan de manera superficial; comprendiendo algunos resultados derivados de la indagación científica y su incidencia en los procesos de aprendizaje y algunas funciones de la indagación científica en los procesos de investigación tras el fortalecimiento de habilidades cognitivas.

5

Recurso educativo digital. Los 57 estudiantes que respondieron el instrumento de caracterización se ubican en un Nivel Medio puesto que

(Pregunta 27 a la 30.) tienen parcialmente claro el constructo del concepto de recurso educativo digital y lo argumentan con un lenguaje aceptable como apoyo y estrategia para el aprendizaje y software interactivo; adicionalmente, los estudiantes se ubicaron en Nivel Bajo en la pregunta de selección múltiple ya que no identifican con claridad el concepto de Recurso Educativo Digital y no lo justifican como lo enuncia el MEN (2012) *como todo tipo de material que tiene una intencionalidad y finalidad enmarcada en una acción educativa, cuya información es digital*. Por otra parte, están en un Nivel Medio al manifestar el uso de pocos RED como: Classroom, Canva, Herramientas Microsoft, Duolingo, podcast, entre otros. A su vez, comentaron que son pocos los aportes que le han brindado en su formación el uso de los recursos educativos digitales ya sea en la manera de aprender, usado como otros métodos de enseñanza, desarrollo de habilidades digitales, ahorro de tiempo, entre otros.

A continuación, se presenta el análisis de algunas preguntas del instrumento de caracterización.

Tabla 3. *Pregunta 03: ¿En qué semestre tiene mayor número de materias registradas para el periodo 2024-1?*

Tendencia de Respuestas	Frecuencia	Porcentaje (%)
I Semestre	24	42,11
II Semestre	7	12,28
III Semestre	3	5,26
IV Semestre	3	5,26
V Semestre	4	7,02
VI Semestre	3	5,26
VII Semestre	3	5,26
VIII Semestre	4	7,02
IX Semestre	3	5,26
X Semestre	3	5,26

Fuente: Elaboración propia.

La Licenciatura en Química de la Universidad Pedagógica Nacional divide su plan de estudios en dos ciclos que son: Ciclo de Fundamentación (de I a IV Semestre) y Ciclo de Profundización (V a X Semestre). Teniendo en cuenta lo anterior, de los 57 estudiantes encuestados, el 64,91 % pertenecen al Ciclo de Fundamentación, es decir, que están cursando actualmente espacios académicos pertenecientes al I, II, III y IV Semestre de la Licenciatura en Química, mientras que el 35,09 % pertenecen al Ciclo de Profundización, es decir, que están cursando actualmente espacios académicos pertenecientes al V, VI, VII, VIII, IX y X Semestre de la Licenciatura en Química.

Tabla 4. *Pregunta 08: ¿Qué infiere por colorante artificial?*

Tendencia de Respuestas	Frecuencia	Porcentaje (%)
No es químico	1	1,75
Creación del hombre	4	7,02
Proviene de un proceso que no es natural	8	14,04
Cosa que da color	2	3,51
Necesita de sustancias químicas	1	1,75
Proviene del laboratorio	14	24,56
Proceso químico	7	12,28
Sustancias sintéticas	3	5,26
Elaboración artificial	7	12,28
Tinte	1	1,75
Combinación de productos	1	1,75
Es químico	1	1,75
Mejorar aspecto	1	1,75
Reactivo químico	1	1,75
Sustrato químico	1	1,75
No es natural	3	5,26
Sustancia química	1	1,75

Fuente: Elaboración propia.

De los 57 estudiantes encuestados, 1,75 % identifica al colorante artificial con el término de que este no es químico, el 7,02 % opina que este es una creación del hombre para cumplir con la necesidad de devolver el color a las cosas después de su industrialización, el 14,04 % dice que es creado por medio de procesos químicos, es

decir este no viene de la naturaleza, el 3,51 % describen al colorante artificial como cosa que da color, el 1,75 % indica que no es de origen natural y tiene muchos químicos en su elaboración, el 24,56 % concuerdan que el colorante artificial proviene del laboratorio, el 12,28 % menciona que es un compuesto químico elaborado en laboratorio para alimentos o cosméticos o ropa, el 5,26 % de relaciona colorante artificial con elaboración de sustancias sintéticas, así mismo, el 12,28 % responde que estos son colorantes creados en laboratorios con químicos, replicando estructuras y propiedades químicas para lograr causar el mismo efecto que un colorante natural, el 1,75 % lo reconoce como una forma de tinte para teñir textiles o fabricar pinturas, y para resumir, el 10,5 % equivalente a 6 estudiantes, infieren por colorante artificial como: combinación de productos, es una sustancia netamente química (reactivo y sustrato), que pretende mejorar las apariencias organolépticas, y el 3,26 % contestan que no es natural y que es creado por el hombre. De acuerdo con las respuestas obtenidas por lo estudiantes que participaron en el desarrollo de la pregunta, la gran mayoría lo asocia a la industria textil, industria alimenticia e industria farmacéutica.

Tabla 5. *Pregunta 17: ¿Qué entiende por toxicidad de un colorante?*

Tendencia de Respuestas	Frecuencia	Porcentaje (%)
No sabe / Sin claridad	2	3,51
Ingesta / Consumo / Dosis	14	24,56
Enfermedad a corto – largo plazo	5	8,77
Contacto / Daño	10	17,54
Afectación directa (Fisiológica – Cognitiva)	7	12,28

Estructura química perjudicial	3	5,26
Compuesto dañino	3	5,26
Prevención / Riesgo	2	3,51
Efectos secundarios	1	1,75
Efecto nocivo/ perjudicial	8	14,04
Grado de absorción en el organismo	2	3,51

Fuente: Elaboración propia.

De los 57 estudiantes encuestados, el 3,51 % no saben o no tienen claridad de la toxicidad de un colorante, el 24,56 % relacionan a la toxicidad de un colorante a través del grado de ingesta, consumo y dosis, el 8,77 % indican que la toxicidad de un colorante es producto de enfermedades a corto y largo plazo, el 17.54 % clasifica la toxicidad de un colorante como un daño en la piel por medio del contacto, el 12,28 % la describen como una afectación directa ya sea de carácter fisiológico o cognitivo, 5,26 % menciona que la toxicidad de un colorante es de acuerdo a su estructura química y que a su vez es perjudicial, el 5,26 % dicen que es un compuesto dañino, el 3,51 % opina que es la exposición al riesgo y por ende hay que prevenirlo, el 1,75 % clasifica a la toxicidad de un colorante con efectos secundarios en el organismo, el 14,04 % afirma que la toxicidad de un colorante es la sustancia nociva y perjudicial durante y después de su uso, el 3,51 % refiere a la toxicidad de un colorante como el grado de absorción en el organismo permitiéndole de esta manera acertar más en la definición.

Tabla 6. *Pregunta 24: ¿Qué etapas considera usted que se generan en los procesos de aprendizaje basados por indagación?*

Tendencia de Respuestas	Frecuencia	Porcentaje (%)
Construcción de conceptos / Conocimiento	6	10,53
Una pregunta - Planeación - Consulta - Respuesta a su duda	10	17,54
Reflexión, curiosidad, experimentación	6	10,53
Partir de una duda	3	5,26
Analizar, exploración, interrupción, conclusión	10	17,54
Método científico	4	7,02
Búsqueda de información	3	5,26
Especulación-Incógnitas-Investigación- Conclusión	5	8,77
No sabe	5	8,77
Material estimulante	1	1,75
Investigación y trabajo en equipo.	3	5,26
Desde niños hasta adolescentes	1	1,75

Fuente: Elaboración propia.

De los 57 estudiantes encuestados, se identificaron diversas percepciones sobre el proceso de aprendizaje el 10,53 % lo asocian a la construcción de conceptos / conocimiento, el 17,54 % opina que inicia con una pregunta - planeación - consulta - respuesta a su duda, el 10,53 % toman conceptos como reflexión, curiosidad, experimentación, el 5,26 % concuerdan que es a partir de una duda, el 17,52 %

consideran que se enfoca analizar, exploración, interrupción, conclusión, el 7,02 % se enfocan en el método científico, el 5,26 % piensan que es búsqueda de información , el 8,77 % dicen que es Especulación – Incógnitas – Investigación -Conclusión , el 8,77 % no saben cuáles son, el 1,75 % piensa que inicia desde niños hasta adolescentes, el 1,75 % habla de material estimulante mientras que el 5,26 % difieren entre Investigación y trabajo en equipo. Identificamos un acercamiento a las etapas del aprendizaje basados por indagación, pero no logran acoplarlas en un mismo grupo u orden en su totalidad.

Tabla 7. *Pregunta 30: ¿Cuál cree que es el aporte que ha evidenciado al usar recursos educativos digitales en su proceso de formación?*

Tendencia de Respuestas	Frecuencia	Porcentaje (%)
Mejorar conceptos	4	7,02
Mejora de la educación de manera remota	9	15,79
Facilidad en la búsqueda de información	6	10,53
Mejor manera de aprender	12	21,05
Autonomía	6	10,53
Ver otros métodos de enseñanza	3	5,26
Facilidad en realizar actividades	11	19,30
Desarrollo de habilidades digitales	2	3,51
Ahorro de tiempo	1	1,75
No aporta a la formación	1	1,75
Más motivación /respuesta positiva	2	3,51

Fuente: Elaboración propia.

De los 57 estudiantes encuestados, el 7,02 % dicen que la mejorar de conceptos, el 15,79 % concuerdan con la mejora de la educación de manera remota, el 10,53 % asocian con la facilidad en la búsqueda de información, el 21,50 % identifican que es la

mejor manera de aprender, el 10,53 % consideran que se desarrolla la autonomía, el 5,26 % se centra en ver otros métodos de enseñanza, el 19,30 % piensan que es la facilidad en realizar actividades, el 3,51 % dicen que es el desarrollo de habilidades digitales, el 1,75 % piensan que es un ahorro de tiempo, el 1,75 % creen que no aportan a la formación, mientras que el 3,51 % restantes lo asocian con más motivación / respuesta positiva. De igual manera que en la anterior pregunta se observa que el 98,25 % al interactuar, usar o realizar actividades en RED les ha generado un aporte en su proceso de formación, la interacción con estos recursos es de importancia para los estudiantes en el ámbito educativo para fortalecer aspectos de tipo disciplinar, pedagógico, didáctico y profesional.

8.1.2. AULA EXPERIMENTAL – INDIVIDUAL

Durante la primera intervención de la primera semana de junio del 2024 se realizó la actividad individual con 17 estudiantes. La actividad estaba encaminada en visualizar y describir el efecto que tenía el propilenglicol al entrar en contacto con 7 colorantes artificiales, los cuales eran: Rojo de Cochinilla, Tartrazina, Amarillo Ocaso, Azul FCF, Carmoisina, Limón 100 %, Colorante Textil de Color Negro ([ver anexo D](#)).

Figura 6. *Aula Experimental – Individual.*



Fuente: Elaboración propia.

En esta imagen se ilustra el trabajo realizado del aula experimental de manera individual en la que se hizo la proyección del momento 1 el cual consistió en la interacción de los 7 colorantes artificiales con el disolvente orgánico propilenglicol.

Tabla 8. *Pregunta: ¿Qué cree o predice de lo que va a ocurrir al agregar el colorante en el disolvente orgánico?*

Tendencia de Respuestas	Frecuencia	Porcentaje (%)
Cambio progresivo / Formación de precipitado / Diferentes cantidades en todos los tubos.	1	5,88
Descripción de tubos / Hilos de colores / Mezcla con instrumento de laboratorio / Diferentes coloraciones en los tubos.	1	5,88
Disolución / Aumento y disminución del volumen / Coloración.	1	5,88
Interacción directa / Densidad / Adherencia del color.	1	5,88
Evidencia de solubilidad.	1	5,88
No se logra disolver / Partículas pequeñas / Sustancia orgánica / Uso específico del colorante.	1	5,88
Mezcla entre el disolvente y el colorante / Formación de precipitado.	1	5,88
Cambio de coloración.	1	5,88

Disolución / Coloración.	1	5,88
Reacción / No se disuelve fácilmente / Cambio en el volumen.	1	5,88
Cambios en la composición química / Intensidad del colorante.	1	5,88
Cambio de color / Densidad / Precipitación.	1	5,88
Precipitación / Agitación / Coloración.	4	23,53
Mezcla homogénea / Superficie de contacto.	1	5,88

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados que se obtuvieron dan evidencia de que al ser una actividad inicial sin dar detalles adicionales de las experiencias en el laboratorio o de algún concepto esencial para dar respuesta a esta primera parte, los estudiantes tienen diversas ideas que van encaminadas a explicar de la mejor manera lo que ocurre al interactuar alguno de los 7 colorantes con el propilenglicol, además, 4 estudiantes logran dar respuestas similares que se agrupan en una misma tendencia.

8.1.3. AULA EXPERIMENTAL – GRUPAL / CARTELERA DE LA ETAPA DE FOCALIZACIÓN

Se realizó la actividad grupal con 17 estudiantes trabajando en 5 grupos. La actividad estaba encaminada en visualizar y describir el efecto que tenía el propilenglicol al entrar en contacto con los 7 colorantes artificiales ya mencionados, los cuales constituyen al momento 1 de 7 del aula experimental ([ver anexo E](#)). Adicionalmente, en la cartelera concluían los aspectos visualizados en el experimento.

Tabla 9. *Pregunta: ¿Qué cree o predice de lo que va a ocurrir al agregar el colorante en el disolvente orgánico?*

Tendencia de Respuestas	Frecuencia Grupal	Porcentaje (%)
Disolver / Agitar / Decantar / Tiempo e intensidad en la coloración.	1	20,00
Amarillo Ocaso / Disolver / Hilos de colorante.	1	20,00
Disolver fácilmente en disolvente orgánico / El colorante más intenso es el Azul FCF.	1	20,00
Dificultad para disolver / Precipitación / Variación del volumen.	1	20,00
Tensión superficial / Precipitación / Agitación y tonalidad del colorante.	1	20,00

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 10. *Actividad: Plantear una conclusión del experimento visualizado.*

Tendencia de Respuestas	Frecuencia Grupal	Porcentaje (%)
Si los colorantes no se agitaban, no iban a formar una mezcla homogénea.	1	20,00
La adición del colorante al propilenglicol cambia sus propiedades.	1	20,00
La intensidad del color depende del tipo de colorante.	1	20,00

Las diferentes características de los colorantes influyen en que se puedan disolver más rápido y en que su volumen aumente o disminuya.	1	20,00
Cada colorante tiene características distintas, las cuales influyen en el tiempo de disolución y coloración, y si decantaban.	1	20,00

Fuente: Elaboración propia.

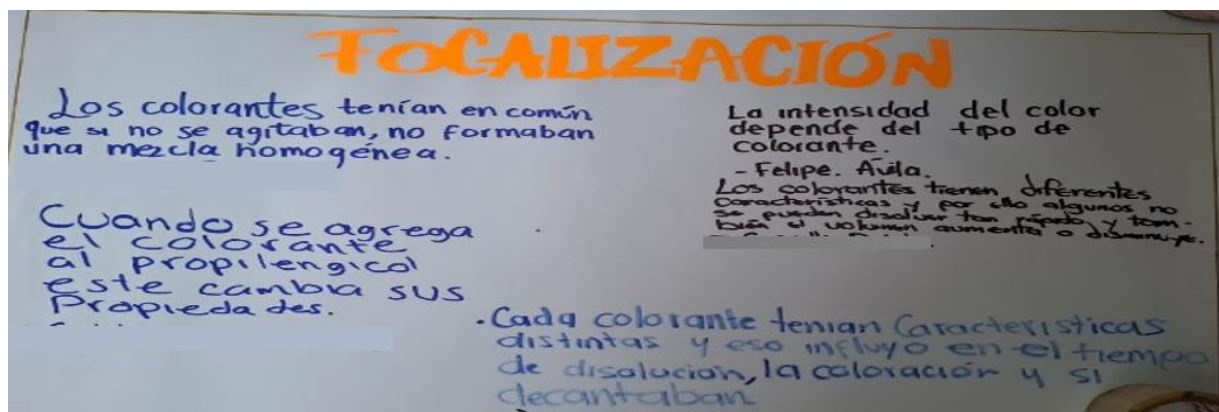
Los resultados obtenidos evidencian que al ser una actividad inicial y sin dar detalles adicionales de las experiencias en el laboratorio o de algún concepto esencial para dar respuesta a esta primera parte, los estudiantes tienen diversas ideas que van encaminadas a explicar de la mejor manera lo que ocurre al interactuar alguno de los 7 colorantes con el propilenglicol, además, es pertinente precisar algunos conceptos que son propios del espacio académico de Teorías Químicas I.

La importancia de proporcionar a los estudiantes la información necesaria para comprender adecuadamente las actividades de laboratorio puesto que, al no brindar detalles adicionales, se puede dificultar el proceso de comprensión de aprendizaje. Además, la claridad en la exposición de los conceptos es esencial para el desarrollo académico de los estudiantes en el campo de la química.

Figura 7. Cartelera de la etapa de focalización – Intervención 01.



Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia.

En estas imágenes se evidencia el trabajo realizado en la cartelera de cierre de la etapa de focalización y el resultado de esta actividad.

8.2. ETAPA DE EXPLORACIÓN

Se contemplan las actividades realizadas en el aula con los estudiantes del espacio académico de Teorías Químicas I, las cuales son: Cartelera de la etapa de exploración e inquietudes de la intervención 01.

8.2.1. CARTELERA DE LA ETAPA DE EXPLORACIÓN

En la intervención de la primera semana de junio de 2024 se abordó la etapa de exploración a partir de la explicación del mapa de la clasificación general de los colorantes y los mapas conceptuales de la industria alimenticia, textil y farmacéutica, que reunía apartados de normatividad, tipos de colorantes, nomenclatura, estructuras químicas, fórmulas químicas, ejemplos de procesos de aplicación, entre otros aspectos; la cartelera de cierre de esta etapa se trabajó en 5 grupos.

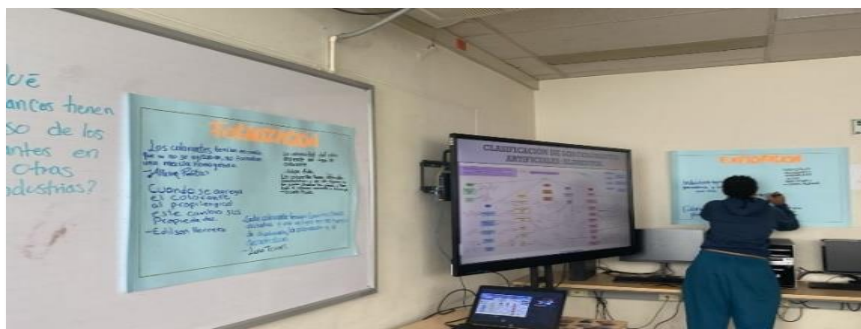
Tabla 11. *Pregunta: ¿Qué alcances tiene el uso de los colorantes en otras industrias?*

Tendencia de Respuestas	Frecuencia Grupal	Porcentaje (%)
Industria ganadera, agrícola y artística.	1	20,00
Industria automotriz, aeronáutica, látex y audiovisual.	1	20,00
Fabricación de productos de construcción.	1	20,00
Materiales para construcción.	1	20,00
Fabricación de plásticos.	1	20,00

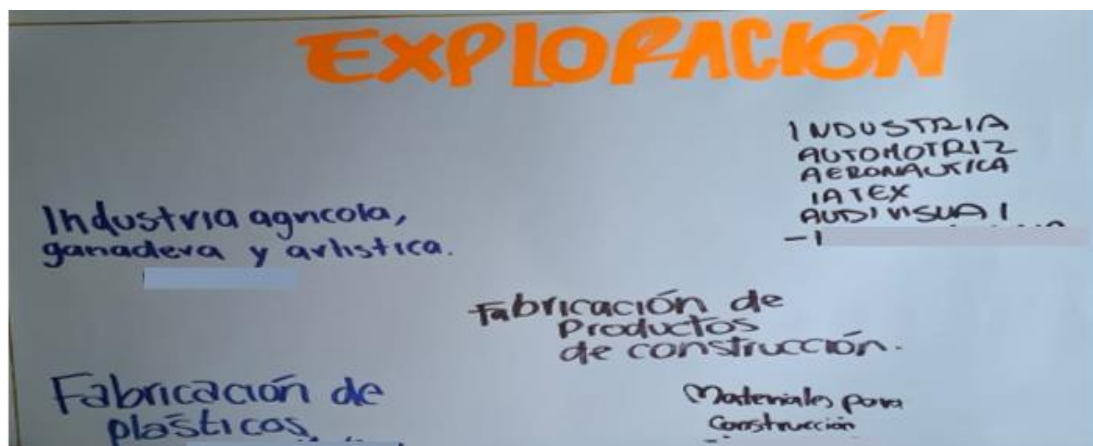
Fuente: Elaboración propia.

Los resultados obtenidos dan evidencia de que los estudiantes asocian diferentes industrias en las que se puede utilizar los colorantes artificiales, pero no describen los alcances que puede llegar a tener cada una de ellas.

Figura 8. Cartelera de la etapa de exploración.



Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia.

En estas imágenes se evidencia el trabajo que se realizó en la cartelera de cierre de la etapa de exploración y el resultado de esta actividad.

8.2.2. INQUIETUDES DE LA INTERVENCIÓN 01

A lo largo de la intervención los estudiantes manifiestan diversas inquietudes las cuales estaban orientadas a:

- ¿Qué caracteriza a un colorante de tipo mordiente?
- ¿Qué es hiperacidez?

- ¿Los colorantes pueden cambiar el sabor de un alimento?
- ¿Los colorantes cambian otras cosas en los alimentos?
- ¿El agua de piscina se puede considerar como cuerpo de agua?
- ¿Qué nivel de toxicidad tienen los colorantes?
- ¿Cómo se obtienen los colorantes naturales?
- ¿Quién emite o regula los ensayos de toxicidad de los colorantes?

Durante la intervención, se observó el interés, las ganas de saber y conocer en los estudiantes por el tema de colorantes artificiales, por lo que es de gran importancia abordar esta temática desde distintas perspectivas disciplinares, pedagógicas y didácticas para involucrar a los estudiantes en debates y socializaciones acerca de sus conocimientos, los cuales pueden ser mediados por recursos educativos digitales y diversas estrategias para enriquecer y fortalecer su aprendizaje.

Figura 9. *Evidencias de la primera intervención de la primera semana de junio del 2024.*



Fuente: Elaboración propia.

La imagen corresponde a la primera intervención de la primera semana de junio del 2024 con 17 estudiantes del espacio académico Teorías Químicas I.

8.3. ETAPA DE REFLEXIÓN

En esta etapa se contemplaron las actividades realizadas en el aula con los estudiantes del espacio académico de Teorías Químicas I, las cuales son: Cartelera de la etapa de reflexión; Inquietudes de la intervención 02.

8.3.1. CARTELERA DE LA ETAPA DE REFLEXIÓN

En la intervención de la primera semana de junio del 2024 se abordaron temas relacionados con las aguas residuales en Bogotá, la normatividad nacional y distrital, así como los grados de toxicidad los cuales hacen parte de la etapa de reflexión. En la segunda intervención de la segunda semana de junio del 2024 participaron 23 estudiantes y se realizó una retroalimentación de los contenidos de la etapa de focalización, exploración y parte de la reflexión; adicionalmente, se continuó con la socialización de la base de datos PubChem, las fichas de composición química y toxicidad de los colorantes artificiales, se interpretaron los espectros IR de los colorantes artificiales trabajados en el laboratorio de espectroscopía IR. Finalmente, se llevó a cabo la elaboración de una cartelera de cierre en 7 grupos, concluyendo así la etapa de reflexión.

Tabla 12. *Pregunta: ¿Cómo asocian los colorantes con los cuerpos de agua?*

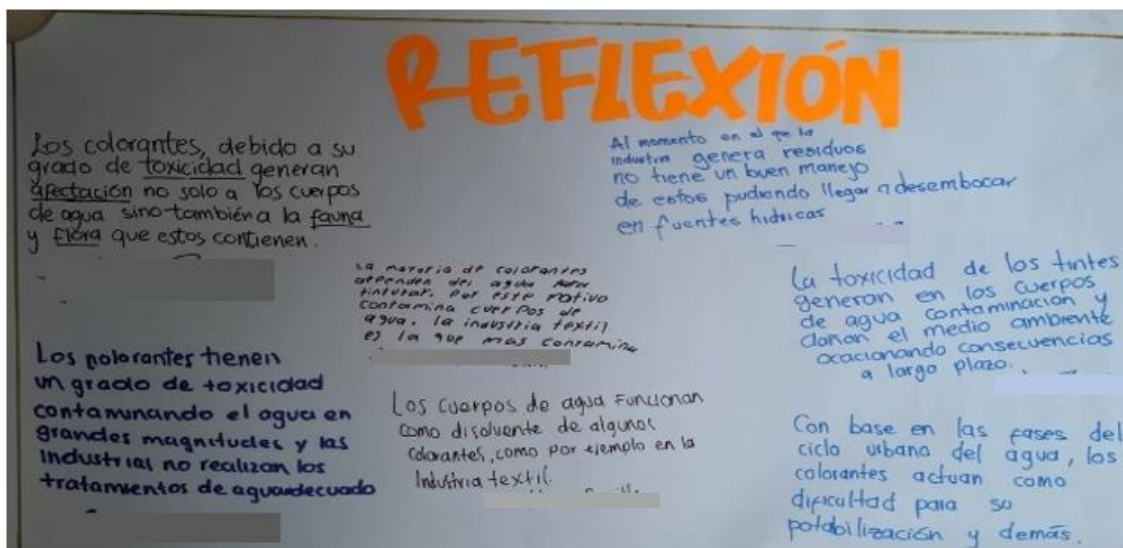
Tendencia de Respuestas	Frecuencia Grupal	Porcentaje (%)
Generación de residuos / No se hacen los manejos debidos de ellos / Llegan a fuentes hídricas.	1	14,28

Toxicidad de los colorantes en los cuerpos de agua / Consecuencias a largo plazo.	1	14,28
Fases del ciclo urbano del agua / Dificultad para potabilizar agua contaminada con colorantes.	1	14,28
Cuerpos de agua que disuelven colorantes / Industria textil.	1	14,28
Contaminación por la cantidad de agua utilizada para contaminar / Industria textil.	1	14,28
Grado de toxicidad de los colorantes / Contaminación a los cuerpos de agua, flora y fauna.	1	14,28
Grado de toxicidad de los colorantes / Contaminación del agua en grandes magnitudes / No hay tratamientos adecuados del agua.	1	14,28

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados obtenidos permitieron evidenciar que los estudiantes comprenden la relevancia del cuerpo de agua (y sus ciclos para su potabilización) su relación e impacto que tienen con los colorantes artificiales y la toxicidad, en especial en la industria textil.

Figura 10. Cartelera del cierre de la etapa de reflexión.



Fuente: Elaboración propia.

En esta imagen se ilustra el trabajo plasmado en la cartelera de cierre de la etapa de reflexión.

8.3.2. INQUIETUDES DE LA INTERVENCIÓN 02

Finalizando la segunda intervención, se abordaron diferentes aspectos de la etapa de aplicación al explicar la cartografía urbana utilizando datos del DANE, mapas de Google Maps y los mapas del alcantarillado público sanitario que proporciona la página de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB). Posteriormente, se discutió sobre los recursos educativos digitales destacando los contenidos educativos de la página del National Center for Biotechnology Information (NCBI), y se brindaron algunas pautas para integrar a los estudiantes en las 7 actividades y los contenidos disponibles en el RED.

A lo largo de la intervención de la segunda semana de junio de 2024, los estudiantes manifestaron diversas inquietudes las cuales estaban orientadas a:

- ¿Las fichas técnicas reportan una solubilidad específica de los colorantes?
- ¿Los colorantes pueden generar adicción?
- ¿Cuáles son los tipos de nomenclatura que existen para los colorantes artificiales de la industria textil, y se manejan de igual manera a modo internacional?
- ¿Cuál es el colorante más nocivo en la industria textil, o todos son iguales?
- ¿Qué métodos o procesos se pueden utilizar en los colorantes textiles?
- ¿El colorante de tipo mordaz es el más costoso para su aplicación industrial?
- ¿El colorante más costoso es el que tiñe más que otro?
- ¿El Ministerio de Ambiente es igual al Ministerio de Desarrollo Sostenible?
- ¿Cómo identifican los grupos funcionales en el espectro IR de los colorantes?
- ¿Cómo se tiñe en la época de antes y en la actual?
- ¿La industria textil es la que más contamina un cuerpo de agua de acuerdo con el lugar donde se ubica?

Se resalta la atención, entusiasmo y el deseo de saber de los estudiantes por las temáticas abordadas durante la segunda intervención, y también, la importancia de contemplar múltiples perspectivas desde un enfoque disciplinar, pedagógico y didáctico, así como el uso del aprendizaje basado en indagación con el apoyo de recursos educativos digitales.

Figura 11. *Evidencias de la segunda intervención de la segunda semana de junio del 2024.*



Fuente: Elaboración propia.

La imagen corresponde a la segunda intervención de la segunda semana de junio del 2024, se finalizó la explicación de la etapa de aplicación al abordar algunas definiciones de recurso educativo digital.

8.4. ETAPA DE APLICACIÓN

En esta etapa se contempla las actividades de retroalimentación realizadas en el RED por parte de los estudiantes del espacio académico de Teorías Químicas I, las cuales son: Actividad 01: Prueba Post-Intervención; Actividad 02: Aula Experimental; Actividad 03: Industria Alimenticia; Actividad 04: Industria Textil; Actividad 05: Industria Farmacéutica; Actividad 06: Reconocimiento del Entorno; Actividad 07: Percepción. Adicionalmente, se ilustra la estructura y el modo de navegación del RED mediante el acceso para invitados.

8.4.1. ESTRUCTURA DEL RED

Figura 12. Estructura del RED.



Fuente: Elaboración propia.

La imagen presenta la estructura del RED en función de las secciones y el contenido que se desglosa de cada una de ellas ([ver anexo F](#)).

8.4.2. NAVEGACIÓN DEL RED

El video explica el modo de navegación del usuario en el RED mediante la opción “entrar como persona invitada” teniendo en cuenta la estructura definida en la “[Figura 12](#)” ([ver anexo G](#)).

Adicionalmente, el RED cuenta con la siguiente Licencia Creative Commons.

Licencia: [Esta obra](#) está bajo licencia [CC BY-NC-SA 4.0](#)© 2 por [Jenniffer Katherine Argüello](#)

[Lagos, Lina Yurany Ipila Gualy, Sebastián Alberto Martínez Martín](#) 

Enlace: Esta obra está bajo licencia CC BY-NC-SA 4.0. Para ver una copia de esta licencia, visite <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/> © 2 por J

8.4.3. ACTIVIDAD 01: PRUEBA POST-INTERVENCIÓN

En esta actividad los estudiantes resolvieron un formulario de 10 preguntas asociadas a todos los temas abordados en las dos sesiones de intervención y a algunas preguntas de la prueba de entrada – diagnóstica ([ver anexo H](#)).

Esta actividad fue realizada 13 estudiantes del espacio académico de Teorías Químicas I ([ver anexo I](#)).

Tabla 13. *Análisis de la prueba post-intervención.*

N.º	Pregunta	Análisis de las Respuestas
01	¿Qué entiende por colorante artificial? <div data-bbox="618 1234 915 1335" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: fit-content;"> Un colorante artificial es una sustancia química sintética utilizada para añadir o cambiar el color de alimentos, bebidas, cosméticos y otros productos. </div>	Los estudiantes comprendieron que el colorante artificial es identificado como una sustancia química sintética que aporta color a un alimento, textil, medicamento o cosmético y que a su vez presentan variedad de usos dentro de las mismas industrias. <p data-bbox="699 1373 862 1402" style="text-align: center;">Estudiante 13</p> <p data-bbox="618 1436 943 1465">Fuente: Elaboración propia.</p>

02 Enuncie, ¿cuáles son los colorantes que usted conoce y describa en que actividad económica o proceso industrial se emplea?

Conozco varios colorantes artificiales, como el rojo 40, amarillo 5 y azul 1, que se emplean en la industria alimentaria para dar color a bebidas, dulces y productos horneados. Otro es el colorante tartrazina, utilizado en la fabricación de medicamentos y cosméticos. El colorante anaranjado II se utiliza en la industria textil para teñir telas.

Estudiante 13

Fuente: Elaboración propia.

Los estudiantes conocen Rojo 40, Tartrazina, Azul 1, Indigotina, óxidos de Hierro, Amarillo de Quinoleína, Eritrosina, entre otros. Adicionalmente, dicen que se emplean en la industria alimenticia, textil, farmacéutica, cosmética y médica, dependiendo de los otros componentes que influyen que sea apta para ese propósito en esa industria.

03 Comente la clasificación general de los colorantes.

Los colorantes se pueden encontrar de dos maneras, por un lado artificiales que no son innatas de la naturaleza, sino son elaboradas por síntesis, por otro lado están las naturales que son provenientes de la naturaleza a partir de extracción plantas y animales.

Estudiante 11

Fuente: Elaboración propia.

Los estudiantes clasificaron los colorantes de acuerdo con su origen de obtención ya sea natural aquellos que son extraídos de plantas o animales (carotenos, carmín) y de origen sintético u artificial los que se extraen de minerales o son procesados en el laboratorio

04 Escriba la clasificación de los colorantes artificiales en función de cada industria socializada en la intervención (alimenticia, textil y farmacéutica).

Se clasifican por la letra E que es la certificación europea de colorantes y va del 100 al 190 para nombrar el color.

Estudiante 05

Fuente: Elaboración propia.

Industria alimenticia: tiene colorantes artificiales y sus aplicaciones son alimentos procesados
 Industria textil: tiene una estructura química, como nomenclaturas y códigos y métodos de aplicación, que son pH alto y bajo, aplicación directa e iones metálicos
 Industria farmacéutica: hay jarabes, ungüentos, cápsulas, estas poseen nomenclaturas, códigos y estructuras químicas.

Estudiante 04

Fuente: Elaboración propia.

(Rojo 40, Indigotina, Azul 1, entre otros).

Los estudiantes clasificaron los colorantes de la industria alimenticia con relación a la gama de colores que se usan en los diferentes alimentos y a su etiquetado por la letra E.

También los colorantes de la industria textil en función de sus métodos de aplicación, sus tipos de nomenclatura, sus estructuras químicas, entre otros aspectos; por otra parte, los colorantes de la industria farmacéutica en los productos que se utilizan, por ejemplo, jarabes, ungüentos, cápsulas, sus estructuras químicas y su nomenclatura.

05	<p>¿Qué entiende por toxicidad de un colorante?</p>	<div data-bbox="625 262 933 336" style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;"> <p>Todos los colorantes tienen un grado de toxicidad, al usarse mucho este puede causar enfermedades o patologías</p> </div> <p style="text-align: center;">Estudiante 04</p> <p>Fuente: Elaboración propia.</p> <div data-bbox="625 504 933 640" style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-top: 10px;"> <p>La toxicidad de un colorante se refiere a su capacidad para causar daño a organismos vivos, incluyendo efectos adversos para la salud cuando se ingiere, inhala o se absorbe a través de la piel.</p> </div> <p style="text-align: center;">Estudiante 13</p> <p>Fuente: Elaboración propia.</p>	<p>Los estudiantes comprendieron que puede ser perjudicial para los seres vivos y su entorno de acuerdo con su grado de toxicidad y el plazo estimado para evidenciar sus efectos (corto, mediano y largo plazo).</p>
06	<p>De los colorantes abordados en la intervención, mencione 1 de cada industria (alimenticia, textil y farmacéutica) y establezca su toxicidad.</p>	<div data-bbox="625 1039 933 1197" style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 10px;"> <p>En la alimenticia, la Tartrazina su toxicidad se basa en el asma y reacciones alérgicas, en la textil el Azul 1 (brillante blue) se considera tóxico para la ingestión y en la farmacéutica Rojo 40 puede causar reacciones adversas en personas sensibles.</p> </div> <p style="text-align: center;">Estudiante 07</p> <p>Fuente: Elaboración propia.</p> <div data-bbox="625 1365 933 1491" style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-top: 10px;"> <p>Industria textil: negro de azufre. Sulfuros Industria alimenticia: amarillo. Tartracina Alimenticia farmacéutica: Azul 1. E-133. Este es cancerígeno</p> </div> <p style="text-align: center;">Estudiante 04</p> <p>Fuente: Elaboración propia.</p>	<p>Los estudiantes estimaron que los colorantes utilizados en la industria alimenticia y farmacéutica, como lo es el colorante tartrazina y el Rojo 40, son ampliamente utilizados sin considerar su toxicidad alta, al igual que los colorantes Indigotina y Azul 1 presentes en las tres industrias con índices de toxicidad media y otros colorantes como: Amarillo 10, Negro de Azufre, Eritrosina, Mauveína, Dióxido de Titanio,</p>

07

De los colorantes abordados en la intervención, mencione 1 de cada industria (alimenticia, textil y farmacéutica) y establezca su impacto en el ambiente (por ejemplo, en la matriz agua).

Alimenticia: La indigotina puede ser desechada por medio del desagüe de la misma industria o de las casas, esta hace que el agua no sea apta para el consumo humano y dañe ecosistemas acuáticos.
 Textil: El Azul ácido 86, en la industria no se manejan procesos para el cuidado del agua, contaminan mucho más el agua, no es apta para el consumo humano y también daña ecosistemas acuáticos.
 Farmacéutica: El Amarillo de Quinoleína, este tipo de sustancia se puede acumular en los desagües, causando gran contaminación para los ecosistemas acuáticos en los que estas aguas desembocan. Además de no ser apta para el consumo humano.

Estudiante 03

Fuente: Elaboración propia.

Óxido de Hierro, Amarillo de Quinoleína, entre otros, son utilizados como estabilizantes, excipientes y/o mordientes con diversos grados de toxicidad.

Los estudiantes reconocieron que los colorantes mencionados en las preguntas anteriores poseen un impacto ambiental producido por las industrias y las personas a través de los diferentes usos que se dan a los colorantes artificiales y que por ende alteran las características organolépticas del, agua, suelo y aire; a su vez modifican (mutaciones y alteraciones genéticas) o terminando por completo con la vida presente en los ecosistemas; finalmente los tratamientos que se deben realizar a los colorantes

artificiales deben ser controlados por autoridades ambientales especialmente a las redes domesticas ya que en algunos sectores no existe sistema o red de alcantarillado, son vertidos a cielo abierto absorbiendo y llegando a la atmosfera a través del ciclo hidrológico regresan con mayor fuerza y crean una gran variedad de patologías.

Los estudiantes reconocieron que los colorantes mencionados en las preguntas anteriores tienen una gran influencia en la vida cotidiana es tan alta y frecuente que es necesario identificar el grado de toxicidad de estos en los alimentos y medicamentos que consumimos, en los cosméticos y textiles que

De los colorantes abordados en la intervención, mencione 1 de cada industria (alimenticia, textil y farmacéutica) y

08

Amarillo 6 (farmacéutica) Ha sido asociado con reacciones alérgicas y, en algunos estudios, con hiperactividad en niños. Sin embargo, está aprobado por la FDA y otros organismos reguladores dentro de los límites establecidos para su uso en medicamento.

Amarillo 6 (textil): Ha sido asociado con reacciones alérgicas y, en algunos estudios, con hiperactividad en niños. Sin embargo, está aprobado por la FDA y otros organismos reguladores dentro de los límites establecidos para su uso en medicamentos.

Rojo 40 (Alimenticia): En algunos estudios, se ha asociado con hiperactividad en niños y reacciones alérgicas en personas sensibles, pero generalmente es considerado seguro en las dosis aprobadas por organismos reguladores como la FDA.

Estudiante 13

Fuente: Elaboración propia.

establezca su
impacto en la
salud.

utilizamos, ya que los efectos en la salud varían con el tiempo, provocando cambios en el comportamiento de la persona, problemas respiratorios, alergias, hiperactividad en niños e hiperacidez, alteración en el metabolismo, insomnio y hasta ser cancerígeno.

Los estudiantes establecieron que las 4 etapas de la indagación científica son: Focalización, exploración, reflexión y aplicación.

La focalización busca definir el nivel inicial de los estudiantes con respecto a un conocimiento de interés. La exploración busca dar respuesta a los interrogantes que surgieron en la etapa anterior a partir de la experimentación. La reflexión

09 Establezca las 4 etapas de la indagación científica y defina con sus palabras cada una de ellas.

<p>Focalización: es el nivel inicial Exploración: buscar diferentes respuesta al interrogante Reflexión: es la modificación de conceptos Aplicación: utilizar lo aprendido en la planeacion .</p>
--

Estudiante 11

Fuente: Elaboración propia.

10 Determine las ventajas y desventajas de un Recurso Educativo Digital (RED) para la enseñanza de la química.

Ventajas: completar contenidos interactivos y Adaptables, actualizaciones accesibles, fortalecen el conocimiento
Desventajas: facilitar el plagio, promueven la superficialidad, no se distingue la información de utilidad y la que no, realización de trabajos sin citas.

Estudiante 01

Fuente: Elaboración propia.

pretende modificar los constructos alcanzados mediante nuevos hallazgos que surgen durante el proceso. La aplicación incentiva a utilizar los aprendizajes adquiridos en otros ámbitos.

Los estudiantes determinaron que las ventajas del uso del RED son: contenidos interactivos, actualizables y adaptables, fortalecen el conocimiento, ayudan en los procesos de enseñanza, facilitan los procesos de aprendizaje, son una buena estrategia didáctica para despertar y mantener el interés y se pueden acoplar diferentes herramientas digitales en un RED.

Las desventajas del uso del RED son: Posibilidad de plagio

por las malas citaciones, la utilidad de los contenidos que allí utilizan, accesibilidad, fallas en la conexión a internet y en el uso de los dispositivos tecnológicos que requieren, a veces algunos conceptos no se profundizan y los estudiantes se pueden distraer al usar los dispositivos para otros propósitos.

Fuente: Elaboración propia.

Con base en las respuestas de los estudiantes en la prueba post-intervención, se observó un avance positivo en comparación con el instrumento de caracterización que fue la prueba de entrada - diagnóstica. Los estudiantes participaron activamente en las sesiones de intervención demostrando un progreso significativo en el RED y en las actividades propuestas; adicionalmente, se evidencia una comprensión satisfactoria de los conceptos abordados y un proceso favorable en la indagación científica.

8.4.4. ACTIVIDAD 02: AULA EXPERIMENTAL

En esta actividad, los estudiantes visualizaron un video del aula experimental en el cual observaron la interacción de siete colorantes artificiales con seis disolventes orgánicos en seis momentos distintos ([ver anexo J](#)), por lo que debían responder a tres preguntas para cada momento ([ver anexo K](#)):

1. Antes de ver el video, ¿qué cree o predice de lo que va a ocurrir al agregar el colorante en el disolvente orgánico?
2. Después de visualizar el experimento, de una explicación de lo que ocurrió.
3. Plantee una conclusión del experimento visualizado.

Esta actividad fue realizada por 10 estudiantes del espacio académico de Teorías Químicas I.

Tabla 14. *Análisis de los 6 momentos restantes del aula experimental.*

Momento	Disolvente	Análisis de las respuestas
02	Etanol	<p>Los estudiantes pronosticaron que el colorante se va a disolver de manera más optima en la cual cambiará su color, en algunos tubos va a ser más clara; adicionalmente, gran parte del colorante se va a precipitar en la solución. Ejemplo del estudiante 06:</p> <div data-bbox="760 1171 1317 1308" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: fit-content;"> <p>Lo que va a ocurrir cuando se agregue el colorante es que mayormente el colorante se precepitara en la solucion.</p> </div> <p style="text-align: center;">Fuente: Elaboración propia.</p> <p>Por otra parte, explicaron que la solubilidad en diferentes solventes se debe a los puentes de hidrógeno, por lo que gracias a la agitación se genera la coloración en el disolvente orgánico y se forma algo de precipitado en el fondo del tubo; asimismo, al adicionar el colorante en el tubo de ensayo se evidencia como se forman unas bolas de colorante dentro del disolvente. Ejemplo del estudiante 01:</p>

Algunos colorantes reaccionan de una manera más óptima, significando que forma mejores puentes de hidrogeno siendo más soluble diferentes solventes

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, ellos concluyeron que la solubilidad de los colorantes varía según el disolvente, afectando la intensidad y tonalidad de la coloración. Se destaca la necesidad de agitación para dar color al disolvente y la formación de precipitado. El etanol se muestra como un disolvente eficaz para solubilizar rápidamente los colorantes artificiales utilizados en el experimento. Ejemplo de estudiante 04:

Es necesario aplicar una agitación para una completa disolución del colorante

Fuente: Elaboración propia.

Los estudiantes predijeron que va a ocurrir lo mismo que el disolvente anterior, posiblemente presente mayor dificultad para disolverse; asimismo, el disolvente adquiere la tonalidad del colorante, mostrara solubilidad y precipitado en la solución. Ejemplo estudiante 10:

03 Acetona

el colorante se va a disolver con más dificultad

Fuente: Elaboración propia.

Por otra parte, explicaron que el disolvente no forma puentes de hidrogeno, observando una precipitación lenta y tonalidades más

claras en los tubos. Algunos colorantes necesitaron agitación para mostrar coloración y precipitado. Ejemplo estudiante 05:

Ocurrió de manera más lenta y tuvieron que aplicarle fuerza para que logrará disolver del todo

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, concluyeron que los colorantes no forman puentes de hidrogeno al reaccionar con la acetona, lo que provoca su precipitación, mientras que el color amarillo ocaso se disuelve fácilmente, otros requieren el uso de un agitador de vidrio para disolverse. Ejemplo estudiante 03:

El amarillo se disuelve con facilidad

Fuente: Elaboración propia.

Los estudiantes predijeron que los colorantes tendrán dificultad para disolverse en la glicerina debido a su composición. Sin embargo, esperan que, si se logra alguna tonalidad, esta sea más clara o intensa y que la mezcla resultante sea homogénea con precipitación en la solución. Ejemplo estudiante 06:

04 Glicerina

Lo que va a ocurrir cuando se agregue el colorante es que mayormente el colorante se precepitara en la solución.

Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, explicaron que, al adicionar los colorantes en la glicerina, estos tienden a quedarse en la parte superior debido a las

propiedades de la glicerina. Aunque algunas partículas logran descender al fondo del tubo de manera lenta. Para lograr una mezcla homogénea entre las sustancias es necesario agitar con fuerza debido a la alta viscosidad de la glicerina, lo que complica el proceso. Ejemplo estudiante 05:

En el experimento se logró observar que el colorante tardó un poco más que el anterior en disolver

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, observaron que la glicerina al ser viscosa dificultaba la incorporación del colorante al disolvente, a menos que se mezclara con el agitador; aunque en ocasiones se formaba precipitado, el colorante seguía siendo soluble, pero requería tiempo para que se evidenciara una mezcla adecuada. Ejemplo estudiante 02:

dependiendo de la concentración del colorante se va a precipitar mas rapido que otros

Fuente: Elaboración propia.

Los estudiantes predijeron que en un disolvente con formación de puentes de hidrogeno, la disolución y precipitación serán más rápidas, facilitando la mezcla, pero requiriendo agitación para homogeneidad. Ejemplo estudiante 10:

el colorante se disuelve mas rapido

05
Agua
Potable

Fuente: Elaboración propia.

Por otra parte, explicaron que en este disolvente el colorante se mezcla completamente con algo de precipitado residual, como en el caso del colorante artificial Limón 100 %, necesitando una buena agitación para una mezcla homogénea o evitando separación de fases. Ejemplo estudiante 08:

El colorante no alcanza a interactuar con el reactivo, pero al momento de intervenir un medio externo se disuelve

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, determinaron que el agua potable facilita la formación de puentes de hidrogeno al disolver colorantes, lo que resulto en un comportamiento predecible y capacidad de precipitación según la concentración. Ejemplo estudiante 04:

Fue un comportamiento predecible pues el colorante actuó según el planteamiento

Fuente: Elaboración propia.

06

Aceite
Mineral

Los estudiantes predijeron que el aceite presentara dificultades para disolver el colorante, lo que afectara su tonalidad y puede causar separación en fases y formación de precipitado. Ejemplo estudiante 10:

su disolución debe ser
mas difícil, por la
composición de
disolvente

Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, explicaron que, al agitar la mezcla, el colorante se mantiene en la parte superior del disolvente y algunas partículas quedan flotando, gracias a la acción del agitador. Sin embargo, esto no ocurriría sin la intervención del agitador debido a las propiedades del aceite mineral. además, se observa la formación de precipitado en el fondo del tubo. Ejemplo estudiante 01:

El colorante se
mantendrá en la parte
de arriba del
disolvente y al agitarlo
se teñirá casi en su
totalidad dejando
algunas partes de
colorante inertes

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, observaron que el colorante no se mezcla completamente con el aceite debido a sus propiedades, a pesar de usar un agitador de vidrio. Algunos tubos presentaron coloraciones intensas en tonos rojos, aunque hubo formación de precipitado y la mezcla no fue completa en todos los casos. Ejemplo estudiante 02:

el Espesor del aceite
dificulta la mezcla del
colorante.

Fuente: Elaboración propia.

Los estudiantes predicen que, al usar el aceite en un experimento, ocurrirán fenómenos similares a los observados con el aceite mineral. Ejemplo estudiante 02:

su reacción será similar al del aceite mineral.

Fuente: Elaboración propia.

Luego, explicaron que el aceite no va a teñir bien, dejando partículas flotando y precipitando en el fondo del tubo. Además, al agitar, se verá una tonalidad clara u oscura según la concentración del colorante, en un lapso considerable. Ejemplo estudiante 01:

07

Aceite
Vegetal

Al ser el disolvente un aceite no se podrá hacer una tinción al disolvente hasta el momento de agitar teniendo el disolvente y dejando algunas partículas inertes del colorante

Fuente: Elaboración propia.

Por último, observaron que el colorante no se mezcla completamente con el aceite debido a sus propiedades, lo que dificulta la mezcla a pesar de usar un agitador de vidrio. Algunos tubos presentan coloraciones intensas en tonos rojos, se observa una pequeña formación de precipitado y la mezcla no es homogénea en su totalidad. Ejemplo estudiante 01:

Al ser el disolvente un aceite hace que al momento de añadir el colorante este se mantenga en la parte de arriba y que al agitarlo este tiña totalmente el disolvente y dejando trozos de colorante inertes

Fuente: Elaboración propia.

Fuente: Elaboración propia.

Algunos análisis de los estudiantes coincidieron con las expectativas en la actividad del aula experimental. Sin embargo, las conclusiones esperadas se centraban en que los estudiantes identificaran ciertos detalles específicos como los siguientes:

- El colorante limón 100 % es una mezcla de dos colorantes, y prueba de ello es que en diferentes disolventes orgánicos arrojaba diversas tonalidades (azul, amarilla y verde).
- La solubilidad y viscosidad de los diferentes disolventes orgánicos y la influencia de la superficie de contacto de los diferentes colorantes artificiales utilizados.
- Contrastar los resultados del aula experimental con los reportes de las fichas técnicas y los certificados de análisis de los colorantes artificiales en función de la solubilidad de los diferentes disolventes orgánicos que se usan, se reportan y no se usan como tal en estos procedimientos.
- La influencia de la familia del colorante artificial en función de su tonalidad (unos más oscuros y otros más traslúcidos).
- La formación de precipitados en los tubos de ensayo y su relación con la solubilidad en cada disolvente orgánico.

- Formular conjeturas en función de la temperatura y las diferentes alteraciones que se le dan, o se le pueden dar a la superficie de contacto para que interactúe con el colorante artificial y el disolvente orgánico.

8.4.5. ACTIVIDAD 03, 04 Y 05: INDUSTRIA ALIMENTICIA, TEXTIL Y FARMACÉUTICA

En estas actividades los estudiantes cumplieron una serie de tareas relacionadas con las etapas de la indagación científica en la industria alimenticia ([ver anexo L](#)), textil ([ver anexo M](#)) y farmacéutica ([ver anexo N](#)). En la etapa de focalización definieron conceptos previos; en la etapa de exploración leyeron un artículo científico y/o visualizaron un video alusivo a las industrias que se trabajan; en la etapa de reflexión resolvieron un juego y tomaron una captura de pantalla; finalmente, en la etapa de aplicación emitieron conclusiones teniendo en cuenta los conceptos definidos, las lecturas, los videos y los juegos realizados.

Tabla 15. *Análisis de la actividad 03, 04 y 05 correspondientes a la industria alimenticia, textil y farmacéutica.*

Actividad	Industria	Análisis
03	Alimenticia	<ul style="list-style-type: none"> • Definiciones: <ol style="list-style-type: none"> 1. Industria alimentaria: Según de CEUPE, B la industria alimentaria consiste en la elaboración de alimentos para el consumo humano y animal a través de los diferentes procesos de industrialización que conlleva fabricar un producto en condiciones para su venta y consumo final 2. Alimentos procesados: Según Escobar, N. (2014, febrero 19) se refieren a aquellos productos alterados por la adición o introducción de sustancias que cambian la naturaleza de los alimentos originales, con el fin de prolongar su duración, hacerlos más agradables o atractivos. 3. Alimentos ultra procesados: Según María, S. (2024, junio 17) son productos alimenticios altamente procesados que contienen aditivos como colorantes y sabores añadidos, y son ricos en energía, azúcar, grasa y sal, mientras que carecen de vitaminas y fibra. 4. Aditivos: Según en Aditivos alimentarios los aditivos alimentarios son sustancias que se añaden principalmente a los alimentos procesados, o a otros alimentos producidos a escala industrial, con fines técnicos, por ejemplo, para mejorar la inocuidad, aumentar el periodo de conservación o modificar sus propiedades sensoriales. • Hipótesis: <p>¿Por qué los colorantes afectan la preferencia y elección de ciertos productos alimenticios?</p>

1		00:50 TIEMPO	97 PUNTAJON
2		01:00 TIEMPO	97 PUNTAJON
3		01:45 TIEMPO	97 PUNTAJON
4		00:53 TIEMPO	95 PUNTAJON
5		01:00 TIEMPO	95 PUNTAJON
6		00:49 TIEMPO	89 PUNTAJON
7		00:42 TIEMPO	88 PUNTAJON
8		01:13 TIEMPO	83 PUNTAJON
9		00:31 TIEMPO	72 PUNTAJON

Base de Aplicación:
 Reflexión: El juego me ayuda a comprender la estructura de algunos colorantes y en cuales alimentos son usados, la lectura me indica como se puede hacer un colorante mediante la cromatografía y las definiciones me ayudaron a comprender que es y para que sirve cada término.

Fuente: Elaboración propia.

De 23 estudiantes, 13 realizaron la entrega de la actividad la cual se describe a continuación: La relación entre la definición de conceptos, la lectura y la interacción con el juego fue efectiva ya que la participación de los estudiantes en la recolección de tareas es notoria al evidenciar que existe gran importancia por parte de los estudiantes en mejorar la manera de alimentarse para mitigar enfermedades que se pueden generar especialmente en jóvenes, siendo la población que mayor alcance tiene en las formas de consumo de los alimentos, en especial al tener en cuenta que el color los hace llamativos para que su ingesta

sea reiterativa, lo cual por sus componentes pueden llegar a ser adictivos.

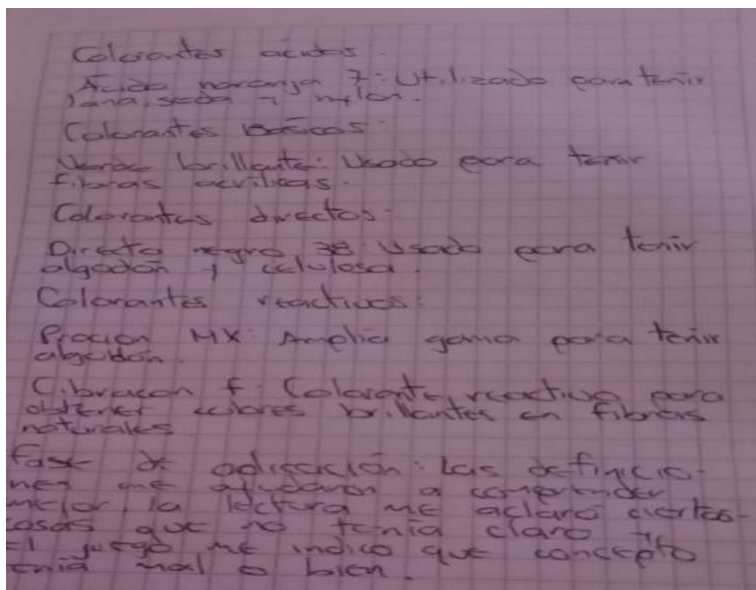
- **Definiciones:**
 1. **Colorante textil:** Según en *Colorantes para textiles* los colorantes para textiles son sustancias que se utilizan para teñir tejidos. Los colorantes para textiles penetran en la tela y la cambian químicamente, lo que da como resultado un color que se mantiene de forma permanente a través del uso repetido.
 2. **Colorante natural:** Según en *Colorantes Naturales para la Industria Alimentaria*. (2013, febrero 27) un colorante natural son los preparados obtenidos a partir de los alimentos y otras materias naturales obtenidas mediante una extracción física o química que ocasione una selección de los pigmentos.
 3. **Colorante sintético:** Según en *Colorantes sintéticos*. (2021, febrero 19). Los colorantes sintéticos son compuestos químicos obtenidos por síntesis, en productos de origen vegetal que confieren, intensifican o restauran el color de un alimento.
 4. **Tinte:** Según la academia española es el color con que se tiñe.
 5. **Teñir:** Según la academia española es dar cierto color a una cosa, encima del que tenía. Usado también como pronominal.
 6. **Clasificación de los colorantes (dar ejemplos):** Según en *Químinet.com* los colorantes se clasifican en:
 - ❖ **Colorantes Sustantivos:** Tiñen directamente las fibras de algodón.
 - ❖ **Colorantes Mordientes:** Se adiciona a la fibra y es absorbido por ella, pudiendo consecutivamente atraer el colorante.
 - ❖ **Colorantes a la Tina:** Son sustancias insolubles que se pueden reducir a materiales alquilsolubles.
 - ❖ **Colorantes Directos:** Se absorbe directamente por las fibras en soluciones acuosas.
 - ❖ **Colorantes básicos:** son sales amónicas o complejos formados por cloruro de cinc o aminas.
 - ❖ **Colorantes ácidos:** son sales de los ácidos sulfúricos o carboxílicos que se precipitan sobre la fibra.



04

Textil

Top 10 resultados			
1		01:29 TIEMPO	100 PUNTAJÓN
2		01:50 TIEMPO	76 PUNTAJÓN
3		01:58 TIEMPO	53 PUNTAJÓN
4		01:53 TIEMPO	44 PUNTAJÓN
5		01:30 TIEMPO	26 PUNTAJÓN
6		02:04 TIEMPO	22 PUNTAJÓN
7		00:40 TIEMPO	6 PUNTAJÓN



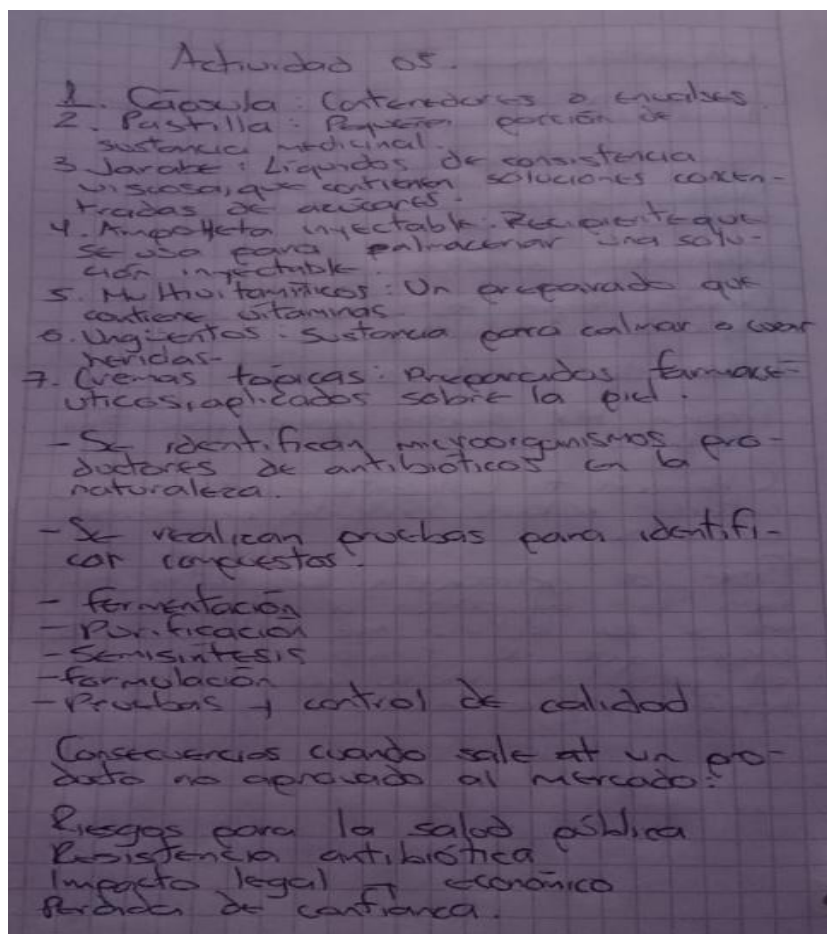
Fuente: Elaboración propia.

10 estudiantes realizaron la entrega de la actividad, reconociendo que el uso de conceptos logró un acercamiento del estudiante con la industria, la lectura permitió la solución del juego, el cual se clasificaba en una escala de 1 a 100 obteniendo puntuaciones aceptables, ya que, los valores de los estudiantes que participaron oscilan entre 6 y 100, todo lo anterior permite efectuar la reflexión tras el impacto ambiental que genera la industria textil, identificando las regulaciones gubernamentales que se deben aplicar para restaurar los daños causados, también, se enriquece el conocimiento al evidenciar variedad de

aplicaciones e implicaciones de los colorantes artificiales, los cuales se desconocían.



05 Farmacéutica



3. ¿Qué pasaría si un antibiótico no pasa los controles de seguridad y por error sale al mercado?

Si la población que va a consumir dichos medicamentos no esta enterada y los toma como normalmente lo hacen no solo pueden hacer daño sino que empeorar el estado del paciente, ya que la cantidad del principio activo es esa por algo y alterarla puede afectar las funciones del cuerpo.

Los antibióticos protegen al hombre de las bacterias y gracias a estas se pueden curar enfermedades.

Pasos a seguir para su elaboración:

- Cuando llega la materia prima a la fábrica esta debe estar en cuarentena en donde se someten a diferentes controles
- Se comprueba la identidad de la materia prima
- Se fracciona la cantidad exacta de cada antibiótico
- Se pesa nuevamente la materia para que no existe margen de error
- Se homogénea la materia
- Se fracciona en cada frasco una dosis exacta
- Se preparan para ser distribuidos, es decir, colocar etiqueta, etc
- Finalmente última prueba de calidad del medicamento para ya ser distribuido

Fuente: Elaboración propia.

La participación de 11 estudiantes en la entrega de la actividad permitió que el objetivo del juego se cumpliera potencializando la memoria y concentración de los participantes, así mismo, las imágenes de interacción se refuerzan en la consulta sugerida coincidiendo los participantes en las respuestas; adicionalmente, el video permitió ampliar sus conceptos y presentar perspectivas similares al reflexionar acerca de la calidad de los medicamentos.

Fuente: Elaboración propia.

A través de los juegos, las lecturas, el video y las consultas, los estudiantes estimulan y desarrollan aspectos cognitivos como la memoria, la atención, la percepción, la indagación, el pensamiento crítico, la creatividad e imaginación, al dar un cumplimiento satisfactorio a todas las actividades de cada industria en función de cada planteamiento con base a las etapas de la indagación científica. Estas actividades también impulsan las

aptitudes de entendimiento, comprensión, comunicación en diversas áreas, y el fortalecimiento de la habilidad de indagar y el desarrollo del pensamiento crítico. Se evidencia la participación e interés de los estudiantes al llevar a cabo el desarrollo y entrega de las diferentes actividades establecidas.

8.4.6. ACTIVIDAD 06: RECONOCIMIENTO DEL ENTORNO

La actividad consistió en revisar el apartado de la etapa de reflexión del RED, enfocándose en la cartografía urbana explicada en la segunda sesión de intervención. Los estudiantes debían caracterizar su entorno mencionando la localidad, el barrio, sectores socioeconómicos, cuerpos de agua cercanos y empresas de gran impacto en la zona. Además, debían reportar registros fotográficos de esta información para crear una cartografía en Google Maps y compararla con el mapa del alcantarillado público sanitario que provee la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB). Finalmente, se les solicita elaborar dos conclusiones sobre la actividad realizada ([ver anexo Ñ](#)).

Esta actividad fue realizada por 5 estudiantes del espacio académico de Teorías Químicas I.

Tabla 16. *Análisis de la actividad del reconocimiento del entorno.*

Componente	Análisis de las respuestas
Cartografía urbana – Empresas.	Lo estudiantes realizaron la caracterización en Soacha, Tocancipá y Bogotá. En cuanto a las descripciones del municipio de Soacha en el sector de Ciudad Verde, una zona que es predominante en el municipio, se

identifican las empresas de mayor impacto (CEMEX Colombia, Corona, Postobón, Bavaria y el Centro Comercial Miraflores).

En la ciudad de Bogotá se realizaron descripciones de dos localidades, una es en Kennedy en el Barrio Tíntala presentando unidades de planteamiento en el sector, manifestando que no hay empresas de alto impacto aledañas. Por otra parte, en la localidad de Engativá, en el barrio Garces Navas, el cual es sector caracterizado por la industria, comercio y servicios, en especial las de mayor impacto como lo es el área de la construcción y la manufactura.

Finalmente, el Municipio de Tocancipá, el barrio el Verganzo limitando con el Municipio de Zipaquirá, el cual no cuenta con un sector predominante, se identifican empresas de gran impacto como Coca Cola, Bavaria y Colpapel.

Localidad	Empresas o industrias de mayor impacto.	Estado de los cuerpos de agua cercanos a la zona.	Estado preliminar del alcantarillado de la zona, en especial los que estén cercanos a las empresas o industrias de mayor impacto.
Engativá	Comercio Manufactura Construcción Servicios	Están contaminados por basuras desechadas por las empresas y	Presenta problemas de infraestructura, capacidad, deterioro cerca de áreas industriales y comerciales y mucha contaminación.

Fuente: Elaboración propia.

Cartografía Urbana. | 2024-1

		desagües domésticos.	
--	--	----------------------	--

Tabla 02. Caracterización geográfica de los integrantes del grupo.

Fuente: Elaboración propia.

Los cuerpos de agua aledaños al municipio de Soacha (Rio Soacha, Rio Tibanica y Humedal Chucuita) se indica que el sistema de alcantarillado en redes principales está en óptimas condiciones por la Planta de Tratamiento de Agua Residual PTAR La Isla, sin embargo, en algunos sectores el alcantarillado es antiguo e insuficiente por lo que las descargas de agua residuales que se realizan no poseen el debido tratamiento, ya que los cuerpos de agua cercanos a la zona reciben gran cantidad de desechos industriales y domésticos, generando altos niveles de contaminación.

Cartografía urbana—
Cuerpos de agua.

En Bogotá se reportó la localidad de Kennedy cuyo cuerpo de agua cercano corresponde al Humedal el Burro con niveles de profundidad bajos, puesto que no se ha realizado el cuidado y mantenimiento correspondiente en la zona por parte de los habitantes y de las autoridades ambientales pertinentes, los cuales se evidencia con registro fotográfico del área. Por otro lado, en la localidad de Engativá se encuentran cuerpos de agua como el Rio Bogotá, el Humedal Jaboque, el Humedal Tibabuyes, el Humedal Santa María del Lago y Humedal la Vaca los cuales están contaminados por los desagües domésticos y por las empresas presentes en el sector. Se infiere que gran parte de la contaminación es debido al estado de deterioro de la infraestructura del alcantarillado.

En el municipio de Tocancipá, el cuerpo de agua reportado es el Rio Bogotá, por lo que manifiestan que la contaminación y pérdida en los

niveles de los cuerpos de agua no se pueden estimar con exactitud debido a que no hay reconocimiento del estado de la red de alcantarillado, ya que al ser un Municipio el Geoportal de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB) no realiza cobertura hasta esa zona, tampoco hay evidencia fotográfica de Google Maps reportada por el estudiante para localizar el área.

Los cuerpos de agua se ven afectados principalmente por el vertimiento de los residuos de las fábricas e industrias aledañas, la expansión e invasión de viviendas en los últimos años, ha sido factor de principal contaminación puesto que no cuentan con una red de alcantarillado, por lo que sus residuos son eliminados a cielo abierto.

Localidad	Evidencias Fotográficas / Imágenes de Referencia (Debidamente Citadas).
Engativá	 <p>Extraído de humedalesbogotá.com (2020) humedal Jaboque</p>

Tabla 03. Evidencias del trabajo realizado.

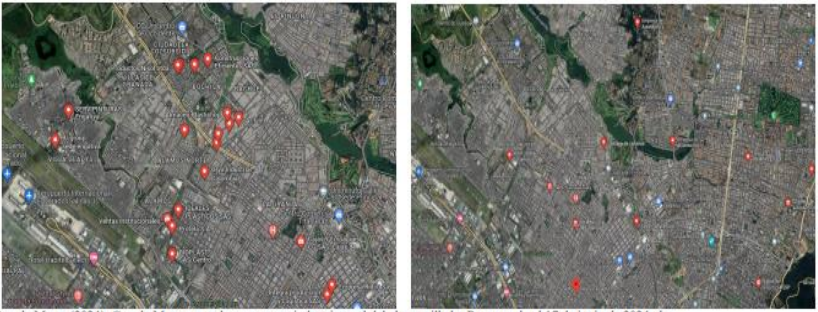
Localidad	Imágenes de Referencia (Debidamente Citadas).
Engativá	 <p>Google Maps. (2024). Google Maps mapa de empresas e industrias y del alcantarillado. Recuperado el 17 de junio de 2024, de https://maps.google.com/</p>

Tabla 04. Evidencias del trabajo realizado.


Engativá	 <p data-bbox="557 499 1336 541">Referencia: ArcGIS Web Application. (2024). Com.co. Recuperado el 17 de junio de 2024, de https://www.acueducto.com.co/wassigue6/MapasGeoportal/MapaAlcantarillado_Sanitario_EAAB/</p>
----------	--

Tabla 05. Evidencias del trabajo realizado.

Fuente: Elaboración propia.

Fuente: Elaboración propia.

Los estudiantes realizaron un buen ejercicio de caracterización geográfica y de cartografía urbana en sus respectivas zonas. A pesar de la baja participación en función de los tiempos de entrega y de las diferentes obligaciones ajenas a la académica que poseen los estudiantes que no les permitió cumplir a cabalidad la totalidad de las actividades planeadas, la calidad de los trabajos entregados es favorable y han respondido de manera satisfactoria a los requerimientos de la actividad al relacionar los diferentes temas abordados en las dos intervenciones.

8.4.7. ACTIVIDAD 07: PERCEPCIÓN

En la actividad los estudiantes completaron el formulario ([ver anexo O](#)) que recopilaría su percepción sobre el manejo e interacción en el RED. Sus respuestas son esenciales para realizar correcciones necesarias en el RED después de su implementación ([ver anexo P](#)).

Esta actividad fue realizada por 12 estudiantes del espacio académico de Teorías Químicas I.

Tabla 17. Resumen de la Actividad 07: Percepción.

Nº	Preguntas	Análisis de las respuestas
01	<p>A modo general, ¿qué aspectos considera que debe mejorar el RED?</p>	<div data-bbox="846 340 1339 613" style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <p>La facilidad de acceso y la implementación en celulares, ya que muchos son fáciles de usar en computador pero a la hora de ser usados en teléfono presentan una gran cantidad de fallas o son muy lentas.</p> </div> <p style="text-align: center;">Estudiante 08</p> <p style="text-align: center;">Fuente: Elaboración propia.</p> <p>Los estudiantes comentaron que se debe mejorar en el RED lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Permisos de la plataforma. • Accesibilidad, calidad y cantidad de contenido. • Cargue de evidencias. • Seguridad y protección de datos personales. • Relación entre lecturas y juegos.
02	<p>¿Qué correcciones cree que se deben hacer en el RED?</p>	<div data-bbox="862 1285 1321 1503" style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <p>Ser una app ya que por medio del navegador es complejo para mi que lo hice desde la tablet</p> </div> <p style="text-align: center;">Estudiante 04</p> <p style="text-align: center;">Fuente: Elaboración propia.</p> <p>Los estudiantes mencionaron que se debe corregir en el RED lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Anuncios de la plataforma.

- Debería ser una app.
- Faltas de ortografía.
- Acceso a enlaces de juegos y contenido.
- Interacción dinámica con actividades.
- Uso de la plataforma desde el celular.

La única dificultad fueron los anuncios, demás fue muy sencillo de manejar, excelente.

Estudiante 01

Fuente: Elaboración propia.

03 ¿El RED fue sencillo de manejar o le presentó alguna dificultad?

Los estudiantes comentaron que las dificultades y facilidades presentadas en el RED son las siguientes:

- Anuncios constantes y repetitivos.
- Manual suministrado como ayuda.
- El RED permite manejar otras herramientas digitales.

04 ¿Este RED le aportó a su formación académica en términos disciplinares, pedagógicos y didácticos?

si me aporato, ahora se que puedo consumir y con que cantidad, tambien me brindo conocimientos de farmaceutiva y la industria textil. Asi mismo, aprendi que puedo enseñar por medio de experimentos y socialiacion, tambien endendi y conoci muchas plataformas en las que puedo apoyarme para hacer mas dinamica la explicacion o evaluacion

Estudiante 06

Fuente: Elaboración propia.

Los estudiantes explicaron que los aportes generados por el RED son los siguientes:

- Amplios conocimientos aplicables al contexto personal y que se pueden impartir en el aula.
- Método de estudio dinámico.
- Diferentes formas de presentación de actividades.
- Las reflexiones que genera cada industria en un contexto personal que puede ser aplicado en un ámbito educativo en el aula.

05 ¿Cuáles serían las ventajas y desventajas de utilizar un curso en Moodle (MilAulas) para la enseñanza de un tema en química con temas transversales en pedagogía y didáctica?

Las ventajas son que proporcionan una mayor accesibilidad para la Enseñanza, para mejorar y fortalecer los conocimientos de cualquier tema, y las desventajas son que no hay una participación cara a cara para saber si en verdad los estudiantes aprendieron algo

Estudiante 08

Fuente: Elaboración propia.

Los estudiantes reportaron que las ventajas y desventajas del RED son los siguientes:

- Fácil acceso a la información.
- Desarrollo de habilidades cognitivas y tecnológicas.
- Falta de control en la protección de datos.
- Necesidad de internet para registro de actividades.
- Diseño poco atractivo y posible distracción del usuario.

06 ¿Las actividades planteadas para la industria alimenticia, textil y farmacéutica donde se trabajaron diferentes artículos y videos, se definieron ciertos términos y se exploraron ciertos juegos, fueron pertinentes para abordar todo lo relacionado al tema de los colorantes artificiales de cada una de esas industrias? Justifique su respuesta.

Si lo fueron, ya que proporcionaron una justificación efectiva que ayudo a comprender estos parámetros, facilitando el aprendizaje mediante la contextualización, los recursos utilizados, la aplicación y la práctica

Estudiante 07

Fuente: Elaboración propia.

Los estudiantes respondieron que la pertinencia de las actividades planteadas en el RED para cada industria va encaminada en lo siguiente:

- Es pertinente porque las actividades son acordes a las temáticas, es decir a cada industria presentada.
- Tiene relación con las contextualizaciones emitidas por cada industria y las etapas de indagación científica trabajadas.
- Lo único que no fue pertinente era el tiempo de entrega, por lo que se debía ampliar el plazo para cargar cada actividad.
- Algunos aspectos de las lecturas con los juegos no se habían abordado del todo en las industrias.

¿De qué manera el RED le ayudó, por medio de las etapas de la indagación científica, a conocer el tema de los colorantes artificiales, su clasificación general y por algunas industrias, sus implicaciones ambientales y en la salud, su incidencia en el entorno, la toxicidad, y la normatividad que lo regula? Justifique su respuesta.

Pues el conocimiento estuvo seccionado y en cada etapa se tenía una actividad que nos hacía pensar en el que pasaría, luego una lectura digital que nos hablaba sobre el tema que se prefunto para que se construyera conocimiento a partir de saber que estaba bien, en que nos equivocamos y que nos faltó, para luego también por una RED realizar una actividad que no solo reflejaba el conocimiento adquirido por la lectura sino también volvía a atrapar la atención para seguir con una pregunta de cierre, que nos hacía consolidar la información como un aprendizaje que se puede aplicar

Estudiante 08

Fuente: Elaboración propia.

Los estudiantes manifestaron que la influencia de las etapas de la indagación científica en el RED es la siguiente:

- En la etapa de focalización hay que abordar más temáticas previas relacionadas a los colorantes como las matrices de dilución, afectación indirecta a los seres vivos causadas por los residuos.
- En la etapa de exploración se debe contextualizar a profundidad y se debe indagar mucho más porque siempre se generan más preguntas en el camino, y el RED dispone de varios materiales que ayudan en este propósito, por ejemplo, el uso del colorante Rojo 3 que está en las tres industrias y tiene un impacto en la salud y el ambiente.
- En la etapa de reflexión se visualizan diferentes perspectivas en función de la concientización del uso

de colorantes en la vida diaria, los factores que afectan la salud, los productos en los que se usa o se consumen los colorantes, el mal tratamiento de los residuos que generan las diferentes industrias al utilizar colorantes.

- En la etapa de aplicación se evidencia las temáticas abordadas en las tres industrias en función de todas las aplicaciones y contextos que esto posee, aún más en el desarrollo de todas las actividades destinadas para esta sección y que son óptimas para comprender de manera ligada los contextos, temas e implicaciones asociadas en cada una.

08 ¿Qué cuidados o precauciones considera que debe tener al momento de utilizar colorantes artificiales? Justifique su respuesta.

El daño que se puede hacer al medio ambiente con el gasto de agua y el daño que podemos hacernos a nosotros o a los demás al uso o ingestión de estas sustancias

Estudiante 08

Fuente: Elaboración propia.

Los estudiantes comentaron que los cuidados deben ser los siguientes:

- Manejo de los residuos generados en función de su grado de concentración y toxicidad que están asociados a su estructura química y a su procedencia.
- Reflexionar sobre el impacto que tiene en el efluente hídrico al verter los desechos y las repercusiones que tiene en las fuentes de agua al realizar un tratamiento y potabilización de esa agua.
- Lo anterior va ligado al interés que genera estudiar si el agua es apta para consumo y la importancia de las buenas prácticas de laboratorio para llevarlo a cabo.

Efectos adversos sobre la salud humana, como alergias, problemas respiratorios y dermatitis, además de impactos ambientales como la contaminación de cuerpos de agua y afectación de ecosistemas acuáticos, debido a su persistencia y potencial bioacumulativo en la cadena alimentaria.

¿Qué entiende por los daños que puede

09 ocasionar un colorante artificial? Justifique su respuesta.

Estudiante 02

Fuente: Elaboración propia.

Los estudiantes explicaron que los daños ocasionados pueden ser los siguientes:

- Daños en la salud y en el medio ambiente por desechar de manera desmedida en altas concentraciones tiene un impacto negativo cuando no hay un tratamiento adecuado de ello, y también perjudican la vida presente

en el ecosistema acuático y terrestre ya que a mediano o largo plazo fomenta mutaciones y otros males.

- La afectación en el organismo que genera la toxicidad de un colorante, en especial cuando este no se puede remover de un cuerpo de agua o del organismo de un ser vivo generando diferentes síntomas, daños y hasta cáncer.

La verdad me gustaria darles una simcera felicitacion ya que me gusto mucho su tema de la tesis porque es muy poco conocido pero indispensable en los impactos ambientales que estamos viviendo.

Estudiante 10

Fuente: Elaboración propia.

Observaciones,
correcciones,

10 comentarios y/o aportes
adicionales que quieras
mencionar.

Algunos estudiantes comentaron lo siguiente:

- Relacionar de mejor manera el juego con las lecturas en cada industria, y generar mayor interacción con estos en el desarrollo del RED.
 - Buen manejo de tiempo para la realización del juego y la interacción dinámica con este y el RED.
 - Fueron necesarios y buenos los espacios de intervención.
 - Las intervenciones y el RED estuvieron bien.
-

- Realizar explicaciones más detalladas y considerar desarrollar una problemática para solucionarla.
- Se destacan los aspectos que se pueden aprender de todo lo explicado en el contexto de no desperdiciar y cuidar los recursos ambientales, y el modo en el que se reconoce lo bueno y lo malo para compartir el conocimiento con los demás.
- El abordaje desde lo ambiental es lo que más cautiva el interés.
- Se felicita al grupo por el tema de la tesis, ya que es muy poco conocido e indispensable en el impacto ambiental que nos acontece.
- Es agradable la forma en la que abordaron los temas.

Fuente: Elaboración propia.

Todos los insumos recopilados con las respuestas permiten evidenciar los buenos resultados del RED y del contenido que está disponible en este, además de todos los tópicos abordados en las intervenciones realizadas. Se menciona que las correcciones y observaciones serán consideradas para modificar ciertos apartados del RED.

Adicionalmente, Mercy Liliana Viasus Poveda (Magister en Docencia de la Química y Licenciada en Química de la Universidad Pedagógica Nacional) evaluó el potencial didáctico del RED mediante una revisión meticulosa en cada sección y apartado temático en la cual hace diferentes apreciaciones favorables, recomendaciones y sugerencias pertinentes que se deben corregir en el RED de manera puntual al adjuntar

la evidencia del error que se debe mejorar, por lo tanto, los comentarios recibidos estaban encaminados a: cambios en los títulos generales, hipervínculos, manejo de colores en las tablas y esquemas, tipografía, tamaños de la fuente, mejorar las instrucciones, subir los gráficos en formato PDF, reducción de los interlineados en algunos apartados, uniformidad en el diseño, entre otros comentarios ([ver anexo Q](#)).

9. CONCLUSIONES

1. El instrumento de caracterización permitió identificar los conocimientos previos de los estudiantes de la Licenciatura en Química en función de conceptos y nociones sobre la naturaleza y los efectos de los colorantes artificiales utilizados en la industria alimenticia, textil y farmacéutica, el aprendizaje basado por indagación y los RED, los cuales presentan variaciones conceptuales que fueron estimadas en niveles de alto, medio y bajo acorde a la rúbrica de evaluación, por lo que los análisis realizados arrojan que hay generalidades en los conceptos y en las tipologías de colorante, toxicidad, indagación y otros más que no manejan correctamente; adicionalmente, todo lo anterior permitió diseñar el contenido temático del RED e implementarlo en el grupo 01 del espacio académico de Teorías Químicas I.
2. El diseño del RED permitió establecer la cobertura de algunos temas que no se evidenciaron en los resultados del instrumento de caracterización en función de aspectos disciplinares, pedagógicos y didácticos, los cuales permitieron generar una interacción con los estudiantes en las diferentes actividades planteadas, por ejemplo la cartografía urbana, las fichas de composición química y toxicidad, el apartado normativo de los colorantes artificiales y los cuerpos de agua, entre otros; asimismo, todo lo anterior le permite a los estudiantes visualizar el uso real de una sustancia química artificial y el impacto ambiental que genera.
3. El potencial didáctico del RED implementado con los estudiantes del grupo 01 del espacio de Teorías Químicas I de la Licenciatura en Química demostró una alta recepción por parte de ellos durante el proceso de ejecución dado que se

evidenció que los estudiantes manifestaban un gran interés por los temas abordados que no son propios de su semestre como la cartografía urbana, la toxicidad, el impacto ambiental en los cuerpos de agua, los efectos en la salud y la normatividad que regula todo lo relacionado a los cuerpos de agua y los colorantes artificiales; asimismo, el RED al ser interactivo y de libre acceso le permite al estudiante fortalecer y fomentar el trabajo independiente y el aprendizaje autónomo de acuerdo a los tiempos que quiera destinar para este propósito.

4. El aprendizaje basado por indagación se ve más favorecido a través del RED tras analizar los resultados mediante el manejo de las 4 etapas de la indagación científica al abordar los diferentes temas de los colorantes artificiales de la industria alimenticia, textil y farmacéutica en función de su naturaleza y sus efectos; adicionalmente, es posible fortalecer las habilidades de indagación y enriquecer los conocimientos adquiridos desde diferentes propuestas que contemplen las cuatro etapas mediante el desarrollo del pensamiento crítico, la resolución de problemas, promoviendo la autonomía y la responsabilidad del aprendizaje, motivando y despertando el interés por el conocimiento científico, fomentando el trabajo en equipo, desarrollando habilidades de comunicación y profundizando en la comprensión y retención del conocimiento asociándolo a casos de la vida real y a la cotidianidad de los estudiantes.

10. RECOMENDACIONES

- La plataforma para realizar un RED debe ser de libre acceso para evitar saturación de información y anuncios publicitarios. Es pertinente revisar otras plataformas que no permitan la sobrecarga cognitiva al consolidar toda la información en la página, ya que en el caso de Moodle de MilAulas las actualizaciones no permitieron incluir pestañas o ventanas que facilitaran la organización de la información de una manera más eficiente.
- El incumplimiento al subir las actividades por parte de los estudiantes se debe a cuestiones personales y laborales, puesto que también era pertinente para ellos cumplir con otras actividades académicas de cierre de semestre y al plazo establecido para la entrega de las actividades, aun así, extender plazos no garantiza su cumplimiento en los tiempos estimados.
- Teniendo en cuenta el apartado anterior, se considera que esos son los factores primordiales por los que se evidencia una poca participación por parte de los estudiantes. Esto es posible de mejorar al trabajar las actividades mediante una planeación más flexible en función del número de actividades y los plazos establecidos para cada actividad que se vaya a realizar en el RED.
- El tipo de licencia que tiene el RED permite que sea reutilizable por otras personas.

11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Albuquerque, B., Oliveira, B., Barros, L., & Ferreira, I. (2020, abril 8). Could fruits be a reliable source of food colorants? Pros and cons of these natural additives. *CRITICAL REVIEWS IN FOOD SCIENCE AND NUTRITION*, 61, 2-32. Doi:10.1080/10408398.2020.1746904

<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10408398.2020.1746904>

Alzate, V. C., Agudelo, L. C. S., Gómez, S. C. Z., & Ramirez, J. S. A. (2022). Reflexiones CTSA para incentivar el desarrollo del pensamiento crítico en torno al consumo de tartrazina. In *30 Encuentros Internacionales de Didáctica de las Ciencias Experimentales: la enseñanza de las ciencias en un entorno intercultural* (pp. 197-202). Servicio de Publicaciones. <https://www.researchgate.net>

Aprende, C. (2021). ¿Qué son los recursos educativos digitales y cuáles son sus ventajas. Bogotá, DC: Autor. [Documento en Línea] Disponible en: <https://colombiaaprende.edu.co/agenda/actualidad/recursos-educativosdigitales-usos-y-ventajas> [Consulta: octubre, 2022]. <https://colombiaaprende.edu.co/agenda/actualidad/recursos-educativos-digitales-usos-y-ventajas>

Arias, K. J., Ballesteros, M. D., Martínez, K. y Poveda, E. A. (2018). Los colorantes: el lado oscuro de los alimentos. Una propuesta de enseñanza desde el modelo por investigación dirigida. *P.P.D.Q. Boletín*, (57). <https://doi.org/10.17227/PPDQ.2018.num57.10078>

Castellanos, H., & Rocha, E. H. (2020). Aplicación de ADDIE en el proceso de construcción de una herramienta educativa distribuida b-learning. *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*, (26), 10-19. <http://www.scielo.org.ar/pdf/ritet/n26/n26a02.pdf>

Colombia Aprende. (2021) ¿Qué son los recursos educativos digitales y cuáles son sus ventajas? [Página en Línea] Disponible en: <https://www.colombiaaprende.edu.co/agenda/actualidad/recursos-educativos-digitales-usos-y-ventajas>

Cortés, M. J., Díaz, N. & Carrión, D. C. (2020). Desarrollo de las competencias científicas: indagación y observación bajo el enfoque EPC. *PPDQ Boletín*, (60). Recuperado de: <http://hdl.handle.net/20.500.12209/14073>

Cristobal, C. M., & García, H. A. (2013). La indagación científica para la enseñanza de las ciencias. *Horizonte de la Ciencia*, 3(5), 99-104. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5420523>

Díaz, A. G. R. (2022). Recursos educativos digitales y su importancia en la educación del siglo XXI. *Plataforma Educativa Luca: Curso en línea y Aprendizaje Esperado*. <https://www.lucaedu.com/recursos-educativos-digitales/>

Díaz, G. L. (2023). Aprendizaje basado en indagación (ABI): una estrategia para mejorar la enseñanza – aprendizaje de la química. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(1), 27-41. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i1.4378

Ershoff BH. Effects of diet on growth and survival of rats fed toxic levels of tartrazine (FD&C Yellow No.5) and sunset yellow FDF (FD&C) Yellow No.6). *J Nutr* 1977;107(5):822-828
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0022316623270984>

FDA. (1938). Ley Federal de Alimentos, Medicamentos y Cosméticos. Estados Unidos. [Documento en Línea] Disponible en: <https://www.fda.gov/media/96248/download>

Fernández, E. A. & Parra, J. (2023). Demencia por cuerpos de Lewy : un estudio computacional para la comprensión de la enfermedad a través de las habilidades investigativas en estudiantes de licenciatura en química de la UPN. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/20.500.12209/18847>

Flick, L. B. & Lederman, N. G. (2006). Scientific inquiry and science teaching. In *Scientific inquiry and nature of science: Implications for teaching, learning, and teacher education*. Dordrecht: Springer Netherlands. (pp. 1-14). <https://link.springer.com/book/10.1007/978-1-4020-5814-1#page=20>

González, P. A. E., Soto, D. M. A., & Ramírez, Á. J. M. (2018). Sector textil colombiano y su influencia en la economía del país. *Punto de vista*, 9(1), 4. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9020380>

Goyenola, G. (2007). Guía para la utilización de las Valijas Viajeras. *Red de Monitoreo Ambiental Participativo (RED MAPSA)*. Uruguay. https://www.academia.edu/13325695/Gu%C3%ADa_para_la_utilizaci%C3%B3n_de_la_s_Valijas_Viajeras_Conductividad_RED_MAPSA_Versi%C3%B3n_1_0

Hernández, R., & Mendoza, C. (2020). Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. *[Documento en Línea]* Disponible en: <https://n9.cl/j5q7o>

Hidalgo, B. G. (2022). Uso de colorantes alimentarios (artificiales y naturales) y su impacto en la salud: revisión de la literatura (Bachelor's 103olom, Riobamba, Universidad Nacional de Chimborazo). <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/9714>

Iheanyichukwu, W., Adegoke, AO, Adebayo, OG, Emmanuel U., M., Egelege, AP, Gona, JT y Orluwene, FM (2020). Los colorantes combinados de tartrazina y eritrosina inducen daño renal: participación del gen TNF- α , la expresión del gen caspasa-9 y KIM-1 e índices de funciones renales. *Toxicology Mechanisms and Methods*, 31 (1), 67–72. <https://doi.org/10.1080/15376516.2020.1828523>

Khan, I.S., Ali, Md.N., Hamid, R. y Ganie, S.A. (2020^a). Genotoxic effect of two commonly used food dyes metanil yellow and carmoisine using *Allium cepa* L. as indicator. *Toxicology Reports* 7370-375. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214750018307820>

Kraser, R. B., & Hernández, S. (2020). Colorantes alimentarios y su relación con la salud: ¿cómo abordar esta problemática desde el estudio de las disoluciones? *Revista Eureka*, 17(1), 1-15. *Doi:10.25267/REV_EUREKA_ENSEN_DIVULG_CIENC.2020.V17.I1.1202* <https://rodin.uca.es/handle/10498/22319>

Laverde, C. M. (2021). Diseño de un recurso educativo digital en la identificación en la identificación de hábitos en la salud mental de estudiantes del PLQ de la

Universidad Pedagógica Nacional. Obtenido de:
<http://hdl.handle.net/20.500.12209/17055>

Losada, B. M., Cárdenas, M. I. Z., & Vásquez, S. I. A. (2020). Entorno virtual para cocrear recursos educativos digitales en la educación superior. *Campus Virtuales*, 9(1), 101-112. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7470457>

Marcano, D. (2018). Introducción a la Química de los colorantes. Colección Divulgación Científica y Tecnológica. *Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales, Caracas, Venezuela*. 254 p. <https://acfiman.org/wp-content/uploads/2023/01/introduccion-a-la-quimica-de-los-colorantes.pdf>

Martin-Hansen, L., Defining Inquiry, *The Science Teacher*, 69(2), 34-37, 2002. [Documento en Línea] Disponible en: <https://www.proquest.com/openview/cd2b9d441604a1285e33f7c6841bd280/1?pq-origsite=gscholar&cbl=40590>

Martínez, L. A. (2018). Evaluación de cal hidratada comercial para la adsorción del colorante índigo carmín (*Bachelor's 104olom, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla*). <https://repositorioinstitucional.buap.mx/items/4a7264e5-77ac-494c-b6e3-13263470c84d>

McCann D, Barrett A, Cooper A et al. Food additives and hyperactive behavior in 3-year-old and 8/9-year-old children in the community: a randomized, double-blinded, placebo-controlled trial. *The Lancet* 2007; DOI:10.1016/S0140-6736(07)61306-3 <https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140673607613063/fulltext>

MEN. (2012). Recurso Educativos Digitales Abiertos - Colombia. [Documento en Línea] Disponible en: Recuperado el 1 de agosto de 2024, de <https://nuestroscursos.net>

Mena. R (2019). Determinación de colorantes alimentarios sintéticos en Alimentos mediante HPLC/MS. <https://hdl.handle.net/10953.1/10439>

Meza, D. D. J. A. (2021). Extractos naturales ecosostenibles, enseñanza de la química grado décimo I.E. Mateo Pérez, Sampués. Sucre. Colombia. *Tecné, Episteme y*

Didaxis: TED, 2466-2475.
<https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/download/15285/10078>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2017). Resolución 2159 de 2017
[Documento en Línea] Disponible en: <https://www.minambiente.gov.co/documento-normativa/resolucion-2159-de-2017/>

Ministerio de Salud y Protección Social. (1995). DECRETO 677 DE 1995 (ABRIL 26). [Documento en Línea] Disponible en: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=9751>

Ministerio de Salud y de Protección Social. Decreto 2106 de 1983. Colombia.
[Documento en Línea] Disponible en: Recuperado el 31 de octubre de 2023, de <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/decreto-2106-de-1983.pdf>

Ministerio de Salud y de Protección Social. (2021). Resolución 810 de 2021.
[Documento en Línea] Disponible en: Recuperado el 15 de agosto de 2024, de https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/Resoluci%C3%B3n%20No.%20810de%202021.pdf

Morales, B., Edel, R., & Aguirre, G. (2014). Modelo ADDIE (análisis, diseño, desarrollo, implementación y evaluación): Su aplicación en ambientes educativos. *Los modelos tecno-educativos, revolucionando el aprendizaje del siglo XXI*, 33-46.
<https://www.researchgate.net>

Norma ISO. (2015) Norma ISO 16373-1: Principios generales de ensayos de textiles teñidos para la identificación de colorantes. Ginebra, Suiza. [Documento en Línea] Disponible en: <https://www.en.aenor.com/layouts/15/r.aspx?c=N0057010>

Olaya, E. S., García, R. G., Torres, N. S., Ferro, D. C., & Torres, S. (2006). Caracterización del proceso productivo, logístico y regulatorio de los

medicamentos. *Vitae*, 13(2), 69-82.

<https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/OT/Resolucion%2010593-de-1985.pdf>

Oxígeno Disuelto. (n.d.). www.youtube.com. Retrieved June 2, 2023, from [Video en Línea] Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=QhDLqvShtJk>

Pérez, I. (2017). Creación de Recursos Educativos Digitales: Reflexiones sobre Innovación Educativa con TIC. *Revista Internacional de Sociología de la Educación*, vol. 6, núm. 2, junio, 2017, pp. 243-268. Hipatia Press. Barcelona, España. <https://www.redalyc.org/pdf/3171/317151451004.pdf>

Posada, G. (2016). Elementos básicos de estadística descriptiva para el análisis de datos. Editorial Luis Amigó, Medellín, Colombia, 116-124. https://www.funlam.edu.co/uploads/fondoeditorial/120_Ebook-elementos_basicos.pdf

Restrepo, M. (2007). Sustitución de colorantes en alimentos. *Revista lasallista de investigación*, 4(1), 35-39. [Documento en Línea] Disponible en: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/OT/Resolucion%2010593-de-1985.pdf>

Reyes, F., & Padilla, K. (2012). La indagación y la enseñanza de las ciencias. *Educación química*, 23(4), 415-421. Tomado de: <https://www.scielo.org.mx/pdf/eq/v23n4/v23n4a2.pdf>

Rutherford, F. J. The role of inquiry in science teaching. *Journal of Research in Science Teaching*, 2, 80-84, 1964. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/tea.3660020204>

Rodríguez, A., & Ruiz, J. (2019). Coloración dental por índigo carmín. *Excipientes: la asignatura pendiente. Farmacia Hospitalaria*, 43(1), 36-38. https://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S1130-63432019000100036&script=sci_arttext

Sánchez, R. (2013). La química del color en los alimentos. *Química Viva*, 12(3), 234 - 246. Obtenido de <http://www.quimicaviva.qb.fcen.uba.ar/v12n3/sanchez.html>

Santos, C. B. (2023). "Remoción de colorantes textiles (Índigo Carmín y Rojo Disperso-82) de agua utilizando el olote de maíz. *Universidad Autónoma del Estado de Morelos. México*. <http://www.riaa.uaem.mx/xmlui/handle/20.500.12055/3175>

Sharma, S., Goyal, R., Chakravarty, G., & Sharma, A. (9 de Junio de 2008). Toxicidad del tomate rojo, una popular mezcla de colorantes alimentarios en ratones albinos machos. *Experimental and Toxicologic Pathology*, 60, 51-57. Doi:10.1016/j.etp.2007.11.005 [Documento en Línea] Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S094029930700111X>

Siva, R. (2014). Food colourants and health issues: are we aware? *Current science*, 106(2), 143-144. Retrieved 01 11, 2022, from https://www.researchgate.net/publication/287291591_Food_colourants_and_health_issues_Are_we_aware

Soares, B.M., Araujo, T.M., Ramos, J.A., Pinto, L.C., Khayat, B.M., De Oliveira Bahia, M., Montenegro, R.C., Burbano, R.M. y Khayat, A.S. (2015). *Effects on DNA repair in human lymphocytes exposed to the food dye tartrazine yellow*. *Anticancer Res.* 35, 1465e1474. <https://ar.iijournals.org/content/35/3/1465.short>

Spiegel, M. R., Schiller, J., & Srinivasan, R. A. (2013). *Probabilidad y Estadística. 4ta Edición. México: Ed.* [Documento en Línea] Disponible en: [https://www.cimat.mx/ciencia_para_jovenes/bachillerato/libros/\[Spiegel\]Probabilidad_y_Estadistica.pdf](https://www.cimat.mx/ciencia_para_jovenes/bachillerato/libros/[Spiegel]Probabilidad_y_Estadistica.pdf)

Suárez, A., Barbosa, H., Pinzón, A., & Barreto, E. (2007). Information system to look for and choose of colorants to be used in drugs and cosmetics. *Revista Colombiana de Ciencias Químico-Farmacéuticas*, 36(1), 23-43. <http://www.scielo.org.co/pdf/rccqf/v36n1/v36n1a03.pdf>

Zaruma, P., Proal, J., Hernández, I. C., & Salas, H. I. (2018). Los colorantes textiles industriales y tratamientos óptimos de sus efluentes de agua residual: una breve revisión. *Revista de la Facultad de Ciencias Químicas*, (19), 38-47 <https://publicaciones.ucuenca.edu.ec/ojs/index.php/quimica/article/view/2216>

12. Anexos

Anexo A. *Enlace de la prueba de entrada – diagnóstica.*

Enlace: <https://forms.gle/szpUQv9jmsShgqx49>

Anexo B. *Tabulación y análisis de la prueba de entrada - diagnóstica.*

Enlace: [TABULACIÓN DE LA PRUEBA DE ENTRADA - TG - 2024-1.pdf](#)

Excel: [TABULACIÓN DE LA PRUEBA DE ENTRADA - TG - 2024-1.xlsx](#)

Anexo C. *Prueba y rúbrica validada.*

Enlace: [PRUEBA Y RÚBRICA VALIDADA.docx](#)

Anexo D. *Respuestas del aula experimental – individual.*

Enlace: [RESPUESTAS DEL AULA EXPERIMENTAL - INDIVIDUAL.pdf](#)

Anexo E. *Respuestas del aula experimental – grupal.*

Enlace: [RESPUESTAS DEL AULA EXPERIMENTAL - GRUPAL.pdf](#)

Anexo F. *Recurso Educativo Digital (RED).*

Enlace: <https://redcolorantesartificiales.milaulas.com/>

Anexo G. *Navegación del RED.*

Enlace: <https://youtu.be/i4JaJB9fh8c>

Anexo H. *Prueba post-intervención.*

Enlace: <https://forms.gle/MVxDPGMx4v5pVTH3A>

Anexo I. *Respuestas de le prueba post-intervención.*

Enlace: [PRUEBA POST-INTERVENCIÓN - RESPUESTAS.xlsx](#)

Anexo J. *Formulario del aula experimental.*

Enlace: <https://forms.gle/tM5QKUWG7LSFfcJ29>

Anexo K. *Respuestas del formulario del aula experimental.*

Enlace: [AULA EXPERIMENTAL - RESPUESTAS.xlsx](#)

Anexo L. *Trabajos recibidos de la actividad 03: industria alimenticia.*

Enlace: [INDUSTRIA ALIMENTICIA.pdf](#)

Anexo M. *Trabajos recibidos de la actividad 04: industria textil.*

Enlace: [INDUSTRIA TEXTIL.pdf](#)

Anexo N. *Trabajos recibidos de la actividad 05: industria farmacéutica.*

Enlace: [INDUSTRIA FARMACÉUTICA.pdf](#)

Anexo Ñ. *Trabajos recibidos de la actividad 06: reconocimiento del entorno.*

Enlace: [CARTOGRAFÍA URBANA.pdf](#)

Anexo O. *Formulario de percepción.*

Enlace: <https://forms.gle/J9L1d4aNCANNwCa69>

Anexo P. *Respuestas del formulario de percepción.*

Enlace: [PERCEPCIÓN - RESPUESTAS.xlsx](#)

Anexo Q. *Sugerencias y recomendaciones de Mercy Liliana Viasus Poveda.*

Enlace: [SUGERENCIAS RECURSO EDUCATIVO DIGITAL- COLORANTES.pdf](#)