

**ENFOQUE CTSA PARA LA ENSEÑANZA DE BUENAS PRÁCTICAS DE  
LABORATORIO: REMOCIÓN DE Cr (VI) CON CÁSCARA DE NARANJA**

**ADRIAN CAMILO MONROY MORENO**

**2014115031**

**TRABAJO PARA OPTAR AL TÍTULO DE LICENCIADO EN QUÍMICA**

**Director: Dora Luz Gómez Aguilar**

**Maestría en Biología Con Énfasis En Fitoquímica**

**Doctora en Desarrollo Sostenible**

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL**

**FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

**DEPARTAMENTO DE QUÍMICA**

**LICENCIATURA EN QUÍMICA**

**BOGOTÁ**

**2020**

## **Tabla de Contenido**

1	Introducción:.....	6
2	Objetivo General.....	8
2.1	Objetivos Específicos .....	8
3	Planteamiento del Problema:.....	9
4	Antecedentes:.....	10
5	Marco Teórico:.....	13
5.1	Referente Didáctico:.....	13
5.1.1	Ciencia Tecnología Sociedad y ambiente .....	13
5.1.2	Buenas Prácticas de laboratorio:.....	17
5.2	Referente Disciplinar: .....	20
5.2.1	Aguas residuales: .....	20
5.2.2	Cromo.....	21
5.2.3	Impacto y toxicidad del cromo .....	21
5.2.4	Proceso de Curtido: .....	22
5.2.4.1	Proceso de Pelambre o Ribera: .....	23
5.2.4.2	Proceso de Curtición:.....	24
5.2.4.3	Proceso de re-Curtición:.....	24
5.2.4.4	Proceso de Acabado del Cuero:.....	25
5.2.5	Marco Normativo: .....	26
5.2.6	Técnicas de remoción de metales pesados en aguas Residuales:.....	26
5.2.6.1	Técnicas Convencionales:.....	27
5.2.6.2	Técnicas No convencionales:.....	28
5.2.7	Bioadsorción: .....	29
5.2.7.1	Tipos de bioadsorción.....	29
5.2.7.2	Técnica de cuantificación de cromo .....	30
5.2.8	La naranja: .....	30
5.2.8.1	Origen de la Naranja: .....	31
5.2.8.2	Botánica y morfología.....	32
5.2.8.3	Fisiología .....	34
5.2.8.4	Importancia de la naranja:.....	34
5.2.8.5	Variedades: .....	35
5.2.9	Disposición de Residuos de origen Agrícola: .....	36

5.2.10	Usos alternativos de la naranja: .....	37
5.2.10.1	Producción de Bioetanol:.....	37
5.2.10.2	Comida de animales.....	38
5.2.10.3	Obtención de materiales de uso agrícola: .....	39
5.2.10.4	Compostaje:.....	39
5.2.10.5	Producción de aceites esenciales y pectina de la naranja.....	39
6	Metodología.....	41
6.1	Tipo de investigación: .....	41
6.1.1	Fase 1: .....	41
6.1.2	Fase 2: .....	41
6.2	Población .....	44
6.3	Caracterización: .....	44
7	Resultados:.....	45
7.1	Resultados Informe final.....	54
8	Análisis de Resultados: .....	64
9	Conclusiones: .....	73
10	Sugerencias:.....	72
11	Bibliografía .....	75
12	Anexos.....	79
13	Bibliografía .....	92

## Tabla de ilustraciones

Ilustración 1 Diferencia entre Orientación Tradicional y CTS en la enseñanza de las ciencias. Tomado de (Reverte Sevillano, 2020).....	15
Ilustración 2 Instrumento de análisis de documentos curriculares desde la perspectiva CTSA Tomado de (Fernandes, Pires, & Villamañan, 2014) .....	17
Ilustración 3. Etapas del proceso de Curtición Tomado de Guía de Curtición más limpia para el sector de Curtiembres (Bogota, 2021) .....	23
Ilustración 4.Etapa de Pelambre o Ribera, Tomado de Guía de Curtición más limpia para el sector de Curtiembres (Bogota, 2021) .....	23
Ilustración 5 Etapa de Curtido, Tomado de Guía de Curtición más limpia para el sector de Curtiembres (Bogota, 2021).....	24
Ilustración 6. Etapa de Re-Curtido, Tomado de Guía de Curtición más limpia para el sector de Curtiembres (Bogota, 2021).....	25
Ilustración 7. Etapa de Acabado del cuero, Tomado de Guía de Curtición más limpia para el sector de Curtiembres (Bogota, 2021) .....	25
Ilustración 8 Principales actividades industriales generadoras de metales pesados Tomado de (Caviedes Rubio, Muños Calderon, Perdomo Gualtero, & Rodriguez Acosta, 2015) .....	27
Ilustración 9 Composición Fisicoquímica aproximada del naranja tomado de (Leon Vallejo & Alvarez de la Pava, 2000).....	31
Ilustración 10 Características Fisiológicas de las hojas y flores del Naranja Tomado de (Leon Vallejo & Alvarez de la Pava, 2000).....	32
Ilustración 11 Características Morfológicas del Fruto de la Naranja corte longitudinal y trasversal (Leon Vallejo & Alvarez de la Pava, 2000) .....	33
Ilustración 12. Composición química de la naranja tomado de (Leon Vallejo & Alvarez de la Pava, 2000).....	35
Ilustración 13 Diagrama de Proceso de bioetanol con residuos agrícolas de cáscara tomado de (Beltrán Siñani & Gil Bravo, 2018) .....	38
Ilustración 14 Esquema de obtención de aceite esencial y pectinas de cáscara de naranja (Ceron Salazar & Cardona Alzate , 2011).....	40
Ilustración 15 de instrumentos fase 1.....	43
Ilustración 16 Instrumentos Fase 2.....	43
Ilustración 17. Resultados preguntas Iniciales pre test .....	45
Ilustración 18 Contaminantes domésticos e industriales propuestos por los estudiantes... 46	
Ilustración 19 Resultados respuestas entorno al cromo y CTSA prueba pretest.....	46
Ilustración 20 Resultados respuestas entorno a bioadsorción, la naranja prueba pretest ... 47	
Ilustración 21 Resultados respuestas instrumento 1 entorno al cromo y CTSA prueba Kahoot .....	48
Ilustración 22 Resultados instrumento Anexo 3.....	49
Ilustración 23 Resultados instrumento Anexo 3.....	49
Ilustración 24 Resultados instrumento Anexo 3.....	49
Ilustración 25 Resultados instrumento Anexo 3.....	49
Ilustración 26 Resultados instrumento Anexo 3.....	50
Ilustración 27 Resultados instrumento Anexo 3.....	50
Ilustración 28 Resultados instrumento Anexo 3. ....	50

Ilustración 29 Resultados Juego de Roles Grupo x.....	52
Ilustración 30 Resultados Actividad Plataforma Mentimeter.....	53
Ilustración 31. Lluvia de Ideas Plataforma Mentimeter.....	53
Ilustración 32 naranja variedad tangelo. Fotografía propia.....	54
Ilustración 33 naranja variedad Sweet navel. Fotografía propia .....	54
Ilustración 34 naranja variedad Valencia. Fotografía propia .....	55
Ilustración 35 Proceso de pelado y corte en trozos para secado Fotografía Propia. ....	55
Ilustración 36 Fotografía de las tres variedades en el proceso de secado. ....	56
Ilustración 37 Fotografía de la página donde se pidieron las variedades de naranja. ....	56
Ilustración 38. Molienda de la cascara tomado de <a href="https://blogdelagua.com/actualidad/internacional/crean-polvo-de-naranja-para-tratar-aguas-residuales/">https://blogdelagua.com/actualidad/internacional/crean-polvo-de-naranja-para-tratar-aguas-residuales/</a> .....	57
Ilustración 39 .. Preparación de la curva de calibración para remoción de Cr (VI) con difenil carbazida Tomado de informe laboratorio grupo 3.....	58
Ilustración 40. Resultados Obtenidos en el laboratorio para la curva de calibración .....	59
Ilustración 41 Curva de calibración para Cr (VI) .....	60
Ilustración 42 Diagrama de proceso determinación de cromo en Variedades de Naranja... 61	
Ilustración 43. Muestras en agitador magnético a diferentes concentraciones de Cr (VI) ... 62	
Ilustración 44. Proceso de filtrado tras 1 hora en agitador magnético .....	62
Ilustración 45 Resultados de remoción de cromo Variedad Tangelo.....	63
Ilustración 46 Resultados de remoción de cromo Variedad Sweet Navel.....	63
Ilustración 47 Resultados de remoción de cromo Variedad Valencia.....	63
Ilustración 48. Insumos gastados en proceso de curtido Tomado de (Bermudez Bernate, 2018) .....	64
Ilustración 49. Influencia de la Nutrición en la calidad interna y externa de la naranja. ....	68
Ilustración 50 Relación de la calidad, tiempo, ácidos y solidos solubles totales .....	68
Ilustración 51 Escala de madurez visual para la naranja Valencia cultivada a más de 900 m.s.n.m .....	69
Ilustración 52 Agitación magnética con cáscara de limón en muestras con cromo VI.....	69
Ilustración 53. Estructura del acomplejante 1,5-difenil carbazida. Tomada de (Doria Herrera, Paz Ordoñez, & Hormaza Anaguano, 2013) .....	70
Ilustración 54 Diagrama de Pourbaix del cromo .....	70

## 1 Introducción:

La constante contaminación de las fuentes hídricas es uno de los aspectos más preocupantes de hoy, dado que tras su paso por las ciudades y la excesiva demanda por el crecimiento demográfico se cargan generalmente con sustancias y compuestos tanto biológicos como químicos, los cuales alteran la diversidad de fauna, flora así como la salud de las personas que se abastecen de estas fuentes hídricas; en efecto los principales contaminantes tienen un origen químico como son los pesticidas, hidrocarburos y metales pesados procedentes de efluentes urbanos de industrias de alimentos, productos farmacéuticos, productos de limpieza y de fuentes industriales como son curtiembres, galvanoplastia, pigmentos, minería entre otras actividades.

En ese mismo contexto es necesario buscar alternativas para la remoción de estos metales pesados en aguas residuales que sean eficaces, económicos y que no generen residuos más contaminantes, por lo que se plantea en el siguiente trabajo de investigación el proceso de bioadsorción como método no convencional, donde con el uso de residuos agrícolas de cáscara de naranja al ser una de las frutas más cosechada y generadora de los mayores desechos agrícolas actúa como uno de los mejores bioadsorbente de metales pesados sobre aguas residuales, así como por aplicar buenas prácticas de laboratorio al buscar una solución a partir de un enfoque CTSA.

Por lo que se realizó la validación de la eficiencia de tres de sus diferentes variedades la Tangelo, Valencia y Sweet Navel empleadas en la remoción de Cr (VI) de aguas residuales , donde se identifican tiempos de maduración, acidez, composición fisicoquímica y demás características que lo hacen un bioadsorbente de mayor preferencia; donde además de que sus residuos anuales se calculan alrededor de 88 millones de toneladas Alvarado T, (2018), así pues, enfatizar en la reutilización de estos residuos por medio de tecnologías verdes y basado en una relación sociedad y ambiente

El cromo se da como producto de industrias metalúrgicas, galvanoplastia y curtiembres donde se presentan estos en solución como Cr (VI) y Cr (III), se ha demostrado que el Cr (VI) es un agente tóxico y cancerígeno, que afecta la salud humana causando irritaciones en la piel, daños en los riñones, el hígado y el estómago, siendo importante remover estos residuos de las aguas con el fin de proteger el medio ambiente y la salud humana de la población tanto animal como vegetal que se abastece de estas aguas en las diferentes cuencas a lo largo del río Bogotá.

Logrando determinar porcentajes de Cr (VI) en diferentes muestras preparadas de agua donde se realiza la respectiva validación al evaluar con el reactivo de difenil carbazida que permite un color característico ante la presencia de Cr(VI) y posteriormente su lectura por espectrofotometría visible siendo una técnica experimental para determinar

un compuesto en solución; en tal sentido tras el respectivo tratamiento con el bioadsorbente se valida por absorbancia si estos residuos agrícolas pueden ser de gran ayuda en la remoción de Cr (VI) presente en aguas residuales de curtiembres.

Por lo cual este proyecto de investigación tiene como objetivo principal evaluar el enfoque CTSA implementando las buenas prácticas de laboratorio en los estudiantes partiendo de una revisión teórico-práctica de la técnica experimental de bioadsorción con el uso de residuos agrícolas de cáscara de naranja para la remoción de Cr(VI) ; dado que una de las principales limitaciones es que la parte del desecho de los residuos de curtición del cuero a las aguas del río donde un tratamiento normal genera altos costos, y mayor duración del proceso dejando de favorecer al empresario y /o trabajador en sus ingresos y poniendo en riesgo este sector siendo necesario crear alternativas sostenibles de una producción más limpia con otras sustancias alternativas o a partir de nuevos procesos tecnológicos.

La enseñanza de las buenas prácticas de laboratorio gira en torno a un enfoque CTSA (Ciencia tecnología, sociedad y ambiente) donde se busca una alfabetización científica partiendo del proceso de cromado, la contaminación de las fuentes hídricas, el uso de residuos agrícolas como bioadsorbente, recorridos virtuales sobre la cuenca del río, aula invertida del proceso de laboratorio, juegos de roles donde se involucraron preguntas orientadoras para el seguimiento y análisis correspondiente, y se fortalece algunos parámetros de buenas prácticas de laboratorio en los estudiantes.

Este proyecto se aplica en la Universidad Pedagógica Nacional (UPN) a un grupo de 15 estudiantes de métodos de análisis químico I del periodo 2020-1, con el fin de enseñar por medio de un enfoque CTSA buenas prácticas en el laboratorio al tomar temas de interés socio ambiental que permiten un mayor interés en los estudiantes como es el buen manejo y análisis en el laboratorio para obtener resultados precisos en cuanto a la determinación de remoción de Cr (VI) en aguas preparadas en el laboratorio.

## 2 Objetivo General

1. Evaluar la estrategia de enseñanza en CTSA aplicando las buenas prácticas de laboratorio para la remoción de Cr (VI) con cáscara de naranja.

### Objetivos Específicos

1. Aplicar las buenas prácticas de laboratorio para la determinación y cuantificación de Cr (VI) obtenido de la remoción en aguas residuales sintéticas con cáscara de Naranja.
2. Establecer la importancia de la bioadsorción para la remoción de metales pesados con residuos agrícolas.

### 3 Planteamiento del Problema:

Actualmente la creciente demanda que trae el aumento de la población a nivel mundial sobre los recursos naturales tales como el agua , y los alimentos se ha vuelto una problemática social, científica y ambiental dentro de lo cual la falta de conciencia por parte de población han suscitado problemas de contaminación, donde en el caso de Colombia es un país afortunado al contar con abundantes fuentes de agua debido a su posición estratégica en la zona subtropical y al encontrarse sobre la cordillera de los andes lo que permite que se presenten grandes reservas de este preciado líquido; así pues por su abundancia no es valorada y suele ser desperdiciada y gravemente contaminada en su gran mayoría por factores de tipo antropogénico por industrias como son la minería, galvanoplastia, pinturas, curtiembres, vertiendo sus residuos a las fuentes hídricas como estrategia para evadir gastos y deshacerse fácilmente de los residuos logrando lastimosamente perjudicar y deteriorar el medio ambiente y el ecosistema de muchas poblaciones animales y vegetales.

Uno de los mayores contaminantes son los metales pesados los cuales como en el caso del Cr (VI) el mayor desecho de la industria de curtiembres no es removido en la mayoría de casos por costos y agilidad en la producción, por lo tanto se plantea la remoción de Cr (VI) de aguas residuales industriales por el método de bioadsorción con residuos agroindustriales buscando que en vez de ir a los rellenos sanitarios como la cáscara de naranja sean usados en alternativas renovables y amigables con el medio ambiente, para lo que se usan tres variedades de naranja la Tangelo, la Valencia y la Sweet Navel, analizando el porcentaje de remoción de cromo a partir de la técnica instrumental de espectrofotometría visible, buscando con el enfoque CTSA de igual forma reforzar y enfatizar diferentes aspectos dentro de la importancia de aplicación de buenas prácticas de laboratorio.

Así mismo se vincula el enfoque CTSA dentro de las problemáticas actuales de las grandes ciudades como es el caso de Bogotá, de lo cual se requieren tomar medidas frente a la disposición de residuos industriales en el suelo y en fuentes hídricas aplicándolo a una población de estudiantes del 2020-01 de Métodos de análisis químico I del grupo 01 de la Universidad Pedagógica Nacional del departamento de química, y que estos fomenten las buenas prácticas de laboratorio para obtener resultados confiables, por esta razón se presenta la siguiente pregunta de investigación:

¿En qué medida se fomentará la aplicación de las buenas prácticas de laboratorio empleando una estrategia de enseñanza y aprendizaje con enfoque CTSA para la remoción de Cr (VI) a partir de la cáscara de naranja en los estudiantes de métodos de análisis químico 1 del periodo 2020-1?

#### 4 Antecedentes:

A continuación, se retoman los aspectos más relevantes en antecedentes encontrados en los que están tesis, trabajos de grado o artículos, que permiten un apoyo a este proyecto de investigación.

Como se observa, son trabajos que se han desarrollado bajo la temática de bioadsorción, uso de la cáscara de naranja para la remoción de metales pesados, importancia de buenas prácticas de laboratorio, trabajos basados desde un enfoque de CTSA.

##### Antecedentes Internacionales:

- “Influencia del pH y granulometría de la cáscara de citrus sinensis (naranja) en la bioadsorción de cromo en efluente de etapa de curtido, curtiembre ecológica del norte”

Fue escrito por, Baca J. (2017) en Trujillo, Perú donde se determinó la adsorción de cromo presente en aguas donde a partir del proceso realizado se evidencia una efectividad de la cáscara de naranja y se tienen en cuenta las recomendaciones de tamiz del bioadsorbente, además que a menor tamaño de partícula mayor remoción así como se identificó que el pH es un factor importante en el proceso de remoción por lo cual se realizara a un pH bajo además de que se evidencio un mejor tiempo de bioadsorción de 150 minutos.

- “Educación científica con enfoque ciencia-tecnología-sociedad-ambiente. construcción de un instrumento de análisis de las directrices curriculares”

Fue escrito por Fernández I, Delmina P. y Villamañán R. (2014) en Portugal donde se evidencia que el enfoque de CTSA aporta al desarrollo de la cultura científica de los estudiantes y los prepara para el ejercicio de una ciudadanía activa y consiente al promover la cultura científica entendida como la capacidad para comprender los avances científico-tecnológicos de la sociedad actual de lo cual permite evidenciar su importancia y aplicación a las buenas prácticas de laboratorio por medio de situaciones de interés publica donde permiten al estudiante buscar obtener los mejores resultados para la resolución de problemáticas socio ambientales.

- “Eficiencia de tres variedades de cáscara de plátano (Musa paradisiaca) para la remoción de cromo hexavalente de aguas contaminadas a nivel laboratorio.”

Fue escrito por Rodríguez K., (2017) en Lima Perú en la universidad Cesar Vallejo donde se determinó la remoción de Cr (VI) en soluciones preparadas en el laboratorio por medio de tres variedades de cáscara de plátano donde se tiene en cuenta que los adsorbentes de las tres variedades de cáscara tienen capacidades y eficiencias diferentes para remover concentraciones de cromo VI presentes en el agua por lo que se realizara con cáscara de naranja este proceso para su determinación además de manejarlo en un pH bajo.

- Propuesta de un Manual de Buenas Prácticas de Laboratorio (BPL) para la industria Fitofarmacéutica

Se implementan un manual de buenas prácticas de laboratorio donde tiene la finalidad de mejorar los procesos y rendimientos en una industria fitofarmacéutica donde se evidencia que es necesario un adecuado proceso en las prácticas de laboratorio para obtener un mejor resultado, además de mejor rendimiento si se requiere de algún producto, así como en el caso de la remoción resultados acertados desde el tratamiento del absorbente, hasta la determinación de Cr(VI) tras la remoción así como buscar la forma de mejorar procesos.

- Buenas prácticas de laboratorio y las normas ISO 9001:2000

En este artículo se evidencian los diferentes parámetros donde se integran los diferentes requisitos específicos de las buenas prácticas de laboratorio en cuanto al control de calidad y las normas ISO 9001:2000 y los parámetros que permiten su adecuada implementación.

#### Antecedentes Nacionales:

- Adsorción de cromo (VI) utilizando cáscara de yuca (*Manihot esculenta*) como biosorbente: Estudio cinético

Fue escrito por Acosta H., Barraza C. y Albis A. (2017) en Barranquilla donde se usó cáscara de yuca para remover cromo (VI) de disoluciones acuosas simulando condiciones de residuos industriales a diferentes concentraciones y temperaturas y manteniendo fija la concentración del absorbente de 3,33 g/L con un tiempo de contacto de 40 minutos y ajustando a un pH de 2 donde se retoma el

procedimiento para la determinación de cromo con difenil Carbazida además de tener en cuenta el ajuste de a un pH bajo y tiempo de contacto para la remoción.

- Absorción de Cromo Hexavalente en soluciones acuosas por cáscaras de naranja (*Citrus sinensis*)\*

Realizaron la determinación de la concentración de Cr (VI) mediante el método del difenil carbazida usando un espectrofotómetro UV-vis. donde el residuo agroindustrial de cáscara de naranja usado presenta una remoción de 66,6 % de Cr (VI) en un tiempo de 120 min. concluyendo que las condiciones más favorables para la adsorción de iones de Cr (VI) sobre cáscara de naranja se dieron a pH de 3 y un tamaño de adsorbente de 0,425 mm, lo cual se tuvo en cuenta para la realización del laboratorio para las recomendaciones de mejor remoción, pero se variara el pH a uno mejor por mejores resultados de otros procesos de laboratorio.

- Ciencia-tecnología-sociedad: ¿Qué estamos haciendo en el ámbito de la investigación en educación en ciencias?

Este artículo fue Strieder T. , Quilez G (2017) donde se reflexiona respecto a la importancia de abordaje CTS en la educación en ciencias, donde los resultados ponen de manifiesto la necesidad de introducir en las aulas propósitos del desarrollo científico-tecnológico y sus consecuencias sociales, lo que es de gran importancia al usar el enfoque CTSA para enseñar buenas prácticas de laboratorio para ser resultados críticos y analíticos que permitan una alfabetización científica y una participación activa de la ciudadanía en pro de un bienestar común.

Antecedentes locales:

- Sentencia del Rio Bogotá

Esta sentencia se realizó en Bogotá el 28 de marzo del 2014 donde se adoptó una serie de órdenes de carácter nacional, regional y local, en un plazo máximo de 3 años donde su finalidad es la recuperación de la cuenca hidrográfica del río Bogotá, a través de la gestión integral, combinando elementos ambientales, sociales, económicos e institucionales, para el mejoramiento continuo y sostenible de la calidad de vida de sus habitantes y de los ecosistemas buscando : el mejoramiento ambiental y social de la cuenca hidrográfica del Río Bogotá, la

articulación y coordinación institucional, intersectorial y económica, y la profundización de los Procesos educativos y de participación ciudadana la cual permite evidenciar las problemáticas actuales entorno al río Bogotá donde se arrojan sustancias de interés sanitario como metales pesados de cromo productos de industrias de curtiembres, pinturas, galvanoplastia, y se pretenden buscar soluciones a corto mediano y largo plazo partir de un enfoque CTSA.

- Cuestiones socio científicas en la formación de profesores de ciencias: aportes y desafíos

Fue escrito por Martínez & Parga, (2014) en la revista TED de la Universidad Pedagógica Nacional donde, se exponen los aportes del grupo Alterna ciencias a este campo, haciendo alusión a investigaciones desarrolladas en los últimos once años a propósito de dicho abordaje en la educación secundaria y media, así como en la formación de profesores; dado que este proyecto tiene un enfoque CTSA se pretende abordar cuestiones sociales y ambientales que permitan alternativas científicas y tecnológicas para mitigar dichas problemáticas de contaminación .

- Propuesta de una alternativa de cambio de agentes curtientes en la etapa de curtido para la empresa Eco caimán.

Fue escrito por Bermúdez B. (2018) donde se propone una alternativa de cambio de agentes curtientes donde sean libres de cromo y limpios con el medio ambiente, por lo que a partir de este trabajo de grado se buscan mencionar alternativas diferentes por medio de la parte tecnológica y de buenas prácticas de laboratorio que permitan el cambio de agentes curtientes por unos vegetales promoviendo así mismo una producción más limpia.

## 5 Marco Teórico:

### 5.1 Referente Didáctico:

#### 5.1.1 Ciencia Tecnología Sociedad y ambiente

En el presente proyecto de investigación se busca partir de problemáticas dentro de las cuales encontramos el mal manejo y contaminación del agua especialmente por el metal pesado del Cr principal producto de las curtiembres, dentro del cual se encuentran en el caso de Colombia vertimientos en los ríos como en el río Bogotá , a esta se vincula la cuestión socio científica de la disposición de residuos agrícolas estos tienden a ir al relleno sanitario , dado que estas se basan en la ciencia y el conocimiento científico.

Según Martínez & Parga, (2014), donde resalta las características de las cuestiones socio científicas dentro de las cuales se encuentran inmersas las dos problemáticas mencionadas anteriormente, estas características incluyen : problemas locales y globales, lo difunden los medios masivos de comunicación, abren la problemática a opiniones y elección a nivel personal y social de igual forma desde un punto de vista ético , así la importancia de la contextualización social de las ciencias junto con las concepciones éticas que permiten el desarrollo de las Cuestiones socio científicas las cuales Martínez & Parga, (2014), “abarcan discusiones, controversias, o temas de interés público directamente relacionados con investigaciones científicas y tecnológicas de impacto en la sociedad”. Por lo que estas no solo permiten asumir un rol frente a las problemáticas sino también un desarrollo científico que permite interpretar datos y buscar caminos para la solución de forma crítica.

Autores como Sevillano R. (2020) retoma la comparación de la enseñanza tradicional vs la enseñanza CTS evidenciado en el siguiente cuadro comparativo:

ORIENTACIONES TRADICIONALES	ORIENTACIONES CTS
Los profesores y los libros de texto son las principales fuentes de conocimiento.	Los estudiantes buscan activamente la información que usan.
La ciencia es abstracta y no tiene relación con la Tecnología.	Los estudiantes ven la ciencia como una forma de tratar los problemas de la vida diaria.
Los estudiantes se concentran sobre problemas que son identificados por el profesor o los libros de texto.	Los estudiantes identifican problemas sobre ellos mismos o su comunidad y se responsabilizan de resolverlos utilizando la ciencia.
Se da una consideración mínima a la capacidad adaptativa humana.	Se enfatizan la adaptación humana y las futuras alternativas.
No se interpretan los valores en los problemas de la disciplina.	Se consideran las cuestiones relacionadas con las dimensiones en valores, éticas y morales de los problemas.
El currículo está centrado en los libros de texto, es inflexible; solo se considera el conocimiento científico válido (y desde una visión limitada del contenido).	El currículo está centrado en los problemas, es flexible y válido tanto cultural como científicamente.

La información está enmarcada en el contexto de la lógica y estructura de la disciplina.	La información se enmarca en el contexto del estudiante como una persona en un entorno social/cultural.
--	---

*Ilustración 1 Diferencia entre Orientación Tradicional y CTS en la enseñanza de las ciencias. Tomado de Sevillano R. , (2020)*

Donde de Sevillano R. (2020) así mismo menciona la importancia de la educación CTSA en las épocas actuales dado que a nivel mundial el planeta se encuentra en una crisis ambiental donde es necesario centrar esto en el ambiente vinculado con lo que actualmente es la , la educación ambiental , la educación para la sostenibilidad donde confluyen en el campo de la educación ética y se denotan cuestiones valorativas que conllevan resaltar la relación reciproca de la sociedad y el medio ambiente, así como los aspectos relacionados con la participación pública y la responsabilidad, desde la evaluación de las tecnologías y como estas deben buscar mitigar los efectos en la sociedad y en el medio ambiente en vez de acrecentarlos.

Otros autores como Fernandes & Villamañan, (2014) mencionan diferentes investigaciones en el ámbito CTSA busca resolver cuestiones como ¿Por qué enseñar ciencia? puesto que esta la meta del enfoque CTSA que busca un desarrollo en la alfabetización científica en los estudiantes basados en los hechos científicos y tecnológicos que permitan así por medio de buenas prácticas de laboratorio validación de resultados científicos e innovaciones en el laboratorio; que solo se logran a partir de currículos de ciencias basados en procedimientos científicos con técnicas BPL donde se articule la observación, clasificación, exploración, relación, y argumentación para la resolución de problemas y proponer soluciones coherentes, razonables, y que puedan favorecer a la mayoría de las partes.

En segundo lugar, se habla de ¿Qué ciencia se debe enseñar? Tomando Fernandes & Villamañan, (2014) se debe dar prioridad a conceptos que sean importantes y relevantes para los estudiantes, centrado en temas científicos-sociales y ambientales relevantes y polémicos, como es el caso de la contaminación del rio Bogotá por curtiembres, además que se promueve la enseñanza de conceptos científicos, como la remoción, adsorción, bioadsorción, metales pesados, preparación de soluciones, y se busca que estas prácticas sean impecables y con resultados precisos ; de igual modo que los estudiantes pueden conocer , aprender y usar la tecnología en su vida personal y contrastar sus opiniones con otras. Pero además de esto ¿Cómo se debe enseñar la ciencia? Donde Fernandes, I., Pires D. M., et al (2014) mencionan que se deben incluir estrategias diversificadas fundamentadas en una perspectiva socio-constructivista, donde se permita la resolución de problemas, el debate, el dialogo y la argumentación en el aula. Todo esto se debe tener en cuenta por medio de procedimientos metodológicos que incentiven al estudiante a utilizar diferentes recursos como las Tics o salidas pedagógicas donde explore las relaciones CTSA como es una visita al paramo de Guacheneque, un recorrido por las curtiembres de Villa pinzón, e incluso toma de muestras en la cuenca baja del Rio

Bogotá, además de que se pueda proponer actividades experimentales en el laboratorio donde se sigan las buenas prácticas de laboratorio determinando porcentajes de remoción y eficiencia de diversos tipos de residuos agrícolas donde estas relaciones CTSA permiten involucrar al estudiante para la resolución de problemas y ser un ente activo frente a posiciones científicas.

Por lo que Martínez L. & Parga , (2013) menciona “el trabajo de las cuestiones socio científicas constituye una forma concreta de materializar las relaciones ciencia tecnología y sociedad y ambiente en la enseñanza de las ciencias” por lo que el trabajo con estas cuestiones permite un desarrollo de la clase abierto, y participativo en el cual los estudiantes y el profesor permiten la circulación de posturas bien sean a favor o en contra además de que del mismo modo el docente al trabajar con estos temas permite un fortalecimiento en su práctica profesional ya que fortalecen su autonomía de manejo de clase.

Así mismo Ariza L. , Torres L. , et al, (2016) mencionan que es necesario una enseñanza CTSA dado que permite a los estudiantes comprender una dinámica científica además de reconocer como esta se da en un contexto social, cultural y político, donde se propicia la formación de amplios segmentos sociales de acuerdo con las innovaciones de ciencia y tecnología, permitiendo realizar un seguimiento y análisis correspondiente.

Por lo que se puede ver las diferentes finalidades conocimientos y procedimientos que se pueden desarrollar y/o propiciar en los estudiantes a partir del siguiente instrumento en la tabla recomendado por Fernandes, I., Pires D. M., et al (2014) :

Dimensión	Parámetros	Indicadores
Finalidades (F)	F.P1 – Desarrollo de Capacidades	a. Propone el desarrollo de procedimientos científicos (observar, inferir, clasificar, explicar, relacionar, argumentar...), la resolución de problemas y la mejora del pensamiento crítico
	F.P2 – Desarrollo de actitudes y valores	a. Fomenta el desarrollo de principios y normas de conducta responsables y conscientes, individuales y colectivas.
	F.P3 - Educación, ciudadanía, sostenibilidad, y medio ambiente	a. Promueve el desarrollo de decisiones conscientes, informadas y argumentadas frente a las consecuencias de la acción humana en el ambiente. b. Fomenta el compromiso del estudiante en cuestiones problemáticas actuales relacionadas con la ciudadanía, la sostenibilidad y la protección del ambiente.
Conocimientos (C)	C.P1 – Relacionados con el enfoque de temas	a. Sugiere el enfoque contextualizado de temas actuales, relacionados con los conocimientos previos de los estudiantes y con su vida cotidiana. b. Propone la discusión de temas científicos en función de su utilidad social.
	C.P2 - Discusión de temas polémicos relacionados con los avances científico-tecnológicos	a. Analiza situaciones en que diferentes realidades sociales son el origen de nuevos descubrimientos científicos e innovaciones tecnológicas (cuestiones éticas, desigualdades socioculturales...) b. Trata las ventajas y los límites del conocimiento científico-tecnológico, así como sus impactos en la sociedad y en el ambiente.
	C.P3 – Influencia recíproca entre los avances científico-tecnológicos y los cambios socio-ambientales	a. Pone de manifiesto las relaciones recíprocas entre la ciencia y la tecnología. b. Destaca los cambios en las condiciones de vida de las personas (hábitos, estilo de vida, creación de nuevos recursos, etc.) relacionadas con los avances tecnológicos a lo largo del tiempo. c. Enfatiza los impactos de la sociedad y del ambiente en los avances científico-tecnológicos.
	C.P4 - Diversidad de contenidos científicos	a. Da prioridad al estudio de contenidos científico-tecnológicos relacionados con otros campos del saber donde se exige la comprensión de las inter-relaciones CTSA.
	C.P5 – Discusión de cuestiones relacionadas con la naturaleza del conocimiento científico-tecnológico	a. Presenta datos relacionados con la naturaleza y la historia de la ciencia y/o diferentes visiones del conocimiento científico a lo largo de los tiempos; b. Propone el conocimiento de una forma no dogmática; c. Informa sobre el trabajo y función del científico, así como de posibles presiones sociales, políticas, religiosas o económicas que puede sufrir.
Procedimientos (P)	P.P1 – Naturaleza y diversidad de actividades y estrategias de la enseñanza	a. Incita al estudiante para utilizar diferentes recursos dentro y fuera del aula. b. Propone la realización de actividades prácticas, experimentales, de laboratorio, salidas de campo...para explorar las relaciones CTSA c. Involucra activamente al estudiante en actividades de debates, resolución de problemas, discusiones, indagación sobre cuestiones donde se manifieste la interacción CTSA.

Ilustración 2 Instrumento de análisis de documentos curriculares desde la perspectiva CTSA Tomado de Fernandes, I., Pires D. M., et al (2014)

### 5.1.2 Buenas Prácticas de laboratorio

En la industria farmacéutica norteamericana sobre el año 1960 surge el concepto BPF relacionado con buenas prácticas de fabricación debido que a causa de varios errores técnicos en fabricación de medicamentos se habían producido gran cantidad de muertes donde por esto surge el concepto de BPL buenas prácticas de laboratorio donde

posteriormente se elaboraron e implementaron las primeras BPL en Cuba; donde posteriormente se integrarían las BPL con las normas ISO o implementación de sistemas de gestión de calidad debido a la gran globalización y diversidad de industrias

Según el curso de gestión de calidad y buenas prácticas de laboratorio de la Organización Panamericana de salud, (2016) las BPL son definidas como un conjunto de normas o reglas las cuales por medio de procedimientos operacionales y de prácticas establecidas que buscan asegurar tanto la calidad como integridad de los datos producidos en determinados procesos de laboratorio de esto se logran protocolos, información y documentación en cuanto procedimientos operativos estandarizados, esto se evidencia a partir del proceso a seguir en el laboratorio para obtener resultados confiables además de seguir una serie de procesos estandarizados para obtener resultados precisos de remoción de cromo hexavalente con cáscara de naranja.

Donde como se menciona Prieto O. en su artículo de buenas prácticas de laboratorio y las normas ISO 9001:2000, (2008) los principios y partes de las buenas prácticas de laboratorio:

1. Organización y personal.
2. Instalaciones y locales
3. Documentación
4. Equipos e instrumentos
5. Materiales y reactivos
6. Muestras de ensayo y de referencia
7. Métodos de ensayo y validación
8. Autoinspecciones y auditorías
9. Aseguramiento de calidad de los ensayos

Donde se detallan cada uno de los apartados donde es necesaria la aplicación de buenas prácticas además de hacer procesos que pueden repetirse como es la preparación de soluciones. Sin embargo, también se evidencian diferentes requisitos básicos para las buenas prácticas de laboratorio donde cabe hacer énfasis en los estudiantes en el parámetro número cinco que menciona la importancia de los registros se hacen de forma que expongan que las muestras requeridas, los procedimientos de inspección y ensayo se ejecutaron en realidad. Cualquier desviación será cuidadosamente registrada e investigada, caso tal como se realizó en la implementación.

Así las buenas prácticas de laboratorio permiten amplio abordaje en procesos de laboratorio relacionados con actividades de diagnósticos, de estudios, la docencia y la investigación como se aplicó en este trabajo donde al ser un sistema de organización se realiza un estudio encaminado a propósito definido de la enseñanza de Buenas prácticas de laboratorio a partir del enfoque CTSA, Durango P. , (2015) menciona que las prácticas de laboratorio es una estrategia didáctica que contribuye a la enseñanza-aprendizaje de las ciencias naturales, en especial de la química, y favorece el desarrollo de

competencias básicas en los estudiantes donde en algunas circunstancias la falta de recursos, tiempo o espacios para el trabajo experimental son razones de las cuales se ha dejado de incluir el trabajo práctico en el laboratorio.

Por lo que para la enseñanza-aprendizaje de la química en cierta parte dependerá del docente mediado por actividades que generen motivación e interés en los estudiantes por las ciencias por lo que una de las estrategias debe ser el trabajo experimental siendo una estrategia fundamental a la hora de enseñar la química donde Niño J.A., y Fernández F.H. (2019) mencionan la actividad experimental que brinda la posibilidad de corroborar, en algunos casos, de manera sencilla y de forma adecuada, fenómenos químicos que se estudian en la teoría además de que permite que los estudiantes puedan enfrentarse al aprendizaje de la química no desde lo abstracto de la ciencia sino desde una perspectiva enfocada en algo real y cotidiano y situaciones que nos rodean y problemáticas reflejadas en la CTSA.

## 5.2 Referente Disciplinar

### 5.2.1 Aguas residuales

La contaminación de las fuentes hídricas es una de las mayores problemáticas que afectan a las sociedades hoy en día afectando el ambiente que nos rodea perdiendo la biodiversidad de fauna y flora además de la pérdida de la calidad del aire, del suelo y de las fuentes hídricas, estimando que la tasa de contaminación del agua está en aproximadamente 2000 millones de metros cúbicos diarios y con un creciente aumento debido a mayor población de las ciudades, de las que presentan un exceso de contenido en materia orgánica en el caso de aguas residuales domésticas así como aguas residuales industriales cargadas de compuestos en muchos casos altamente tóxicos y perjudicial para el medio y el hombre como son los metales pesados, insecticidas, combustibles, detergentes entre miles de compuestos más.

Debido al actual crecimiento de la población que consigo ha traído una masiva demanda de recursos naturales como es el agua, diferentes materias primas de sectores industriales como las curtiembres para la producción de cuero, además del exceso de demanda de alimentos, pero, así como aumenta su demanda, aumentan sus desechos que son arrojados a las fuentes hídricas y a rellenos sanitarios sin darles un adecuado manejo o reutilización como en el caso de los desechos agrícolas.

En el caso de nuestro país; “Colombia es un país privilegiado en recursos hídricos esto no solo por su posición de encontrarse en la zona ecuatorial, además de limitar con los océanos pacífico y atlántico, la cuenca amazónica y la presencia de la cordillera de los andes”, Guhl E., (2016) lo que a pesar de la perspectiva global de escases de agua, nuestro país no se ve tan afectado, por ello este recurso no es cuidado dado que se tiene la idea de ser ilimitado, por esta misma falta de conciencia el agua sigue siendo contaminada con residuos devastadores como son los hidrocarburos, los pesticidas y los metales pesados, dentro de los cuales se encuentra el elemento Cr un metal pesado, “producto de Drenajes ácidos de minería, procesados térmicos de metales, corrosión metálica, efluentes líquidos de procesos de recubrimiento como es la galvanoplastia, las curtiembres, pinturas y pigmentos”. Caviedes I., Muños A., et al, (2015)

Donde Valladares M., Valerio P., et al (2016) mencionan que dependiendo su origen las aguas residuales pueden contener cualquier tipo de contaminantes, donde muchos actualmente han sido clasificados como contaminantes peligrosos debido a su alta toxicidad para la vida acuática y la salud humana donde frente a esta situación la ciencia y tecnología han desarrollado y buscado diferentes alternativas de tratamiento de aguas residuales.

Por lo que los contaminantes orgánicos presentes en las aguas residuales como mencionan Valladares M., Valerio P., et al (2016) incrementan la demanda Biológica de oxígeno (DBO) así como la demanda química de oxígeno (DQO) lo que provoca por lo tanto la disminución drástica de oxígeno en el agua lo que provoca la hipertroficación

lo que amenaza la vida acuática, lo que se evidencia en el Rio Bogotá donde en un punto de su cuenca alta este pierde vida.

El desecho de metales sobre fuentes hídricas produce efectos tóxicos sobre animales, plantas y seres humanos en pequeñas cantidades como es el proceso de biomagnificación en las cadenas tróficas esto ocurre con metales como plomo(Pb), cromo(Cr), mercurio (Hg), Talio (Tl) , Selenio (Se), Zinc(Zn), arsénico (As), cadmio (Cd),Cobalto (Co), Cobre (Cu) y níquel (Ni) siendo un problema ambiental dado que estos no son degradables donde es necesario buscar formas de removerlo sin ocasionar mayores problemáticas ambientales y de salud.

### **5.2.2 cromo**

El cromo es un metal pesado el cual es uno de los más contaminantes se encuentra en efluentes como Cr (VI) y Cr (III), “este metal no es química ni biológicamente degradables” Tejada C. , Quiñones E. , et al , (2015), el cual tiene número atómico 24, pertenece al grupo VI B de la tabla periódica y tiene un peso molecular de 51,9961 es un elemento que ocurre naturalmente en rocas, animales, plantas y en el suelo, en donde existe en combinación con otros elementos para formar varios compuestos, este se presenta en dos estados de oxidación estables como, Cr (III) y Cr (VI).

Pequeñas cantidades de Cr (III) son necesarias para mantener buena salud. Donde según el resumen de salud pública del Cromo (2012) este al ser un oligoelemento presente en el organismo en forma trivalente Cr (III), indispensable en el metabolismo de la glucosa, colesterol, ácidos grasos y cristalino, involucrado en otros múltiples procesos biológicos. Pero por otro lado el cromo en estado hexavalente Cr (VI) el más importante toxicológicamente puesto que es “tóxico y cancerígeno”, y puede causar irritaciones en la piel y daños en los riñones, el hígado y el estómago” Acosta H. ,Barranza C. , & et al, (2016) , lo presentan los cromatos ( $CrO_4^{2-}$ ), dicromatos ( $Cr_2O_7^{2-}$ ), y el ácido crómico, por ello su gran importancia para removerlo del agua y aguas residuales para la protección tanto del ambiente como de la salud.

### **5.2.3 Impacto y toxicidad del cromo**

Las principales fuentes de contaminación por Cr se dan por vertimientos de aguas residuales de curtiembres, el cual mencionan Acosta H. ,Barranza C. , & et al, (2016) donde históricamente ha sido ampliamente utilizado tanto en revestimiento de piezas metálicas, pigmentos y conservantes de textiles, aleaciones, pinturas, catalizadores, agente curtiente en la industria del cuero en uno de sus mayores usos para la marroquinería y calzado.

Dentro de la toxicidad del cromo este puede influir sobre el medio ambiente y sobre la salud humana puesto que esta toxicidad se debe a los derivados Cr(VI) que, penetran

en el organismo por cualquier vía con mayor facilidad. El Cr (VI) es considerado carcinógeno del grupo I por la International Agency for Research on Cancer (IARC).

Esta toxicidad se manifiesta en el ser humano con dolor de cabeza, diarrea, náuseas, vómito y como agente carcinógeno, dentro de los niveles máximos permitidos por la (USEPA) United States Environmental Protection Agency y por la Organización Mundial de la Salud desde 1958 se encuentra en 0,05 mg/L mientras que según la legislación colombiana se encuentra en 0,5 mg/L". Caviedes D. , Muños A. et al, (2015)

El problema de la contaminación está ligado a factores económicos, sociales y políticos, que han conducido a un deterioro de los recursos naturales por el propósito de acumular capital, la satisfacción de necesidades de una población que crece aceleradamente y que suele concentrarse en grandes centros urbanos , por lo que es de vital importancia buscar alternativas que vinculen a los factores de Ciencia, Tecnología, Sociedad y ambiente (CTSA) para dar solución a esta problemática además de que para que sean atractivas ara la pequeñas y medianas empresas deben ser de bajo costo y de fácil implementación por ello la adsorción mediante residuos agroindustriales resulta ser una alternativa bastante llamativa.

#### **5.2.4 Proceso de Curtido**

En Colombia existen numerosas industrias de curtiembres las cuales son las responsables de la mayor carga de Cr (VI) presentes en fuentes hídricas, donde según estudios de Tejada C. , Quiñones E. , et al , (2015) el 60% de estas industrias se encuentran en Bogotá y su sabana, y de este el 90% se encuentra en Tunjuelito donde este recibe aproximadamente 138 vertimientos procedentes de estas industrias, de las cuales el 79,81% corresponde a cromo que en solución acuosa tiende a encontrarse en Cr (VI), y el 19,19 % al zinc y el 1% restante a otros metales superando las disposiciones normativas de la legislación colombiana donde establecen un máximo de 0,05 ppm de Cr (VI).

El curtido de pieles busca mejorar las propiedades de las pieles provenientes de especies animales donde consiste en transformar el colágeno de la piel en cuero por la reacción química de los curtientes sintéticos , donde se usan sustancias químicas nocivas como menciona Cuesta D. (2017) donde la presencia de hidrocarburos aromáticos policíclicos, sustancias halogenadas, metales pesados, taninos, azufre, entre otras, esto produce residuos tóxicos y materia orgánica como pelos y sangre; de las cuales se vierten cargas significativas de DBO y DQO, reduciendo el oxígeno disuelto presente en estos efluentes.

Dentro de los procesos fundamentales en la producción del cuero sintético Duque O, (2019) menciona las siguientes

### Etapas del proceso de Curtición



Ilustración 3. Etapas del proceso de Curtición Tomado de Guía de Curtición más limpia para el sector de Curtiembres Bogota, (2021)

#### 5.2.4.1 Proceso de Pelambre o Ribera

En esta primera etapa la piel es limpiada y preparada para la operación de curtido donde consiste en el proceso de remojo, descarnado y pelambre donde se generan altos volúmenes de aguas residuales además de concentraciones altas de DBO, DQO y sólidos suspendidos e insumos químicos que se vierten sobre las fuentes hídricas además de que la piel genera grandes cantidades de materia orgánica. Duque O, (2019)



Ilustración 4. Etapa de Pelambre o Ribera, Tomado de Guía de Curtición más limpia para el sector de Curtiembres Bogota, (2021)

### 5.2.4.2 Proceso de Curtición:

En esta etapa es donde se emplea generalmente cromo como material curtiente donde se emplean sales básicas de este en un solo baño, donde la el proceso químico está basado en la reacción de la piel con una sal trivalente usualmente el sulfato básico de cromo en un pH promedio de 3, 5 o menor y posteriormente aumentando el pH para favorecer su penetración sobre la piel donde el cuero al termino el cuero esta curtido y tiene estabilidad hidrotérmica. Duque O, (2019)



**1. Desencalado:**  
Remover la cal, el sulfuro y demás insumos alcalinos de la piel, utilizando principalmente sales de amonio, ácidos orgánicos tamponados, azúcares y melazas, ácido sulfoftálico, entre otros. Permite neutralizar la piel y detener su hinchamiento.

**2.Purga enzimática:**  
Alojar las fibras de colágeno con enzimas proteolíticas, pancreáticas y/o bacterianas y limpiar la piel de restos de epidermis, pelo y grasa no eliminados en operaciones anteriores.

**3. Piqueado:**  
Llevar las pieles al pH requerido para el curtido (entre 2.8 y 3.5) con sal y ácidos (sulfúrico, clorhídrico o fórmico). Adicionalmente, detener cualquier tendencia al hinchamiento ácido y fijar las sales de cromo entre las células.

**4. Curtido al cromo:**  
Transformar la piel en un producto resistente a la putrefacción (wet-blue), haciendo reaccionar el colágeno de la piel con el agente curtiente, principalmente con sales de cromo trivalente o taninos vegetales.

**5. Ecurrido:**  
Retirar la humedad, estirar las partes arrugadas y mantener un espesor uniforme.

**6. Rebajado:**  
Dar un calibre final al wet blue, utilizando una máquina provista de cuchillas que giran a gran velocidad.

Ilustración 5 Etapa de Curtido, Tomado de Guía de Curtición más limpia para el sector de Curtiembres Bogota,( 2021)

### 5.2.4.3 Proceso de re-Curtición

En esta etapa el objetivo es dar cuerpo al curtido primario donde se busca mejorar las características reduciendo homogeneidad original, lograr efectos uniformes del teñido y mejorar el comportamiento del cuero ante ciertas operaciones mecánicas. Donde el teñido consiste en colorear los cueros a fin de lograr colores que resistan las condiciones normales de uso. Duque O, (2019)

- **1. Recurtido:**  
Conceder al wet-blue sus características finales, en cuanto a resistencia y firmeza, dependiendo de su uso final.
- **2. Teñido y engrase:**  
Proporcionar un color determinado, dar textura, llenura, suavidad y flexibilidad.
- **3. Ecurrido:**  
Retirar la humedad y eliminar las arrugas del lado de la flor mediante rodillos con felpa.



Fuente: Autores.

Ilustración 6. Etapa de Re-Curtido, Tomado de Guía de Curtición más limpia para el sector de Curtiembres (Bogotá, 2021)

#### 5.2.4.4 Proceso de Acabado del Cuero

Finalmente, la piel se somete a diferentes operaciones mecánicas, además de adicionar acondicionadores que permitan obtener la apariencia esperada de color y brillo y así controlar posibles imperfecciones, estos últimos no generan impactos significativos ambientalmente.



- **1. Secado:**  
Extraer un porcentaje considerable de humedad al wet-blue.
- **2. Ablandado:**  
Mitigar la firmeza del cuero para generar más suavidad.
- **3. Esmerilado:**  
Lijar para igualar y corregir defectos del lado de la flor.
- **4. Desempolvado:**  
Eliminar de la superficie del wet-blue el polvo fino residual de la operación de esmerilado.
- **5. Pigmentado:**  
Pintar la superficie del cuero por diferentes métodos.
- **6. Planchado:**  
Prensar el cuero en una placa caliente que puede ser lisa o tener figuras.
- **7. Lacado:**  
Lograr un terminado de calidad que protege al acabado.
- **8. Medido:**  
Determinar el área del cuero.
- **9. Almacenado:**  
Depositar el cuero terminado para su protección, uso y/o comercialización.

Fuente: Autores.

## 5.2.5 Marco Normativo

Dentro del Marco normativo en la regulación del metal pesado Cr(VI) se encuentra el Decreto 3930 de 2010 donde se reglamenta parcialmente en cuanto a usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones destacando en este caso el tema de vertimientos y planes de seguimiento como lo mencionan los artículos 41, el artículo 42 donde habla de los requisitos para solicitar el permiso de vertimientos, el artículo 43 del mismo se describe el contenido de la Evaluación Ambiental del Vertimiento contemplado en el presente documento.

Por otro lado la resolución 0883 del 2018 por la cual establece parámetros y valores límites máximos permisibles en vertimientos puntuales a cuerpos de aguas donde se parte de unos límites en los parámetros fisicoquímicos donde se definen niveles máximos de metales pesados en un máximo de 0,5 mg/L en actividades de hidrocarburos, actividades de producción de fabricación y manufactura de bienes y 0,2 mg/L en actividades como Minería, agroindustria, actividades de elaboración de productos alimenticios y bebidas.

## 5.2.6 Técnicas de remoción de metales pesados en aguas Residuales

La necesidad de generar técnicas de remoción de metales pesados en aguas residuales es de gran importancia dado que es necesario empezar a recuperar los daños que se han venido teniendo desde hace tiempo al usar las fuentes hídricas como una forma rápida de salir de los desechos de los cuales se están viviendo las consecuencias ambientalmente como en la salud humana por ello se encuentran diferentes técnicas de remoción subdivididas en convencionales y no convencionales de los principales actividades y residuos de metales que generan las industrias de la **Tabla 3**.

Industria	Metales	Contaminación derivada
Minería de metales ferrosos	Cd, Cu, Ni, Cr, Co, Zn	Drenaje ácido de mina, relaves, escombreras
Extracción de minerales	As, Cd, Cu, Ni, Pb, Zn	Presencia en las menas como en los subproductos
Fundición	As, Cd, Pb, Tl	Procesado del mineral para obtención de metales
Metalúrgica	Cr, Cu, Mn, Pb, Sb, Zn	Procesado térmico de metales
Aleaciones y aceros	Pb, Mo, Ni, Cu, Cd, As, Te, U, Zn	Fabricación, eliminación y reciclaje de metales. Relaves y escoriales
Gestión de Residuos	Zn, Cu, Cd, Pb, Ni, Cr, Hg, Mn	Incineración de residuos o en lixiviados
Corrosión Metálica	Fe, Cr, Pb, Ni, Co, Zn	Inestabilidad de los metales expuestos al medio ambiente
Galvanoplastia	Cr, Ni, Zn, Cu	Los efluentes líquidos de procesos de recubrimiento
Pinturas y pigmentos	Pb, Cr, As, Ti, Ba, Zn	Residuos acuosos procedentes de la fabricación y el deterioro de la pintura vieja.
Baterías	Pb, Sb, Zn, Cd, Ni, Hg	Fluido de la pila de residuos, la contaminación del suelo y las aguas subterráneas.
Electrónica	Pb, Cd, Hg, Pt, Au, Cr, As, Ni, Mn	Residuos metálicos acuosa y sólida desde el proceso de fabricación y reciclaje
Agricultura y Ganadería	Cd, Cr, Mo, Pb, U, V, Zn, As, Mn, Cu	Contaminación de escorrentía, aguas superficiales y subterráneas, la bioacumulación planta

Por lo anterior se enuncian a continuación las diferentes técnicas de remoción mencionadas por de Caviedes D, Muños A.,et al, (2015)

### **5.2.6.1 Técnicas Convencionales**

- **Filtración por membrana**  
Se emplea generalmente para recuperar sales metálicas de residuos generados en procesos galvanoplásticos, reciclaje de aceites producción de alimentos y bebidas y explotación y producción de hidrocarburos.
- **Electrodialisis**  
Permite remover componentes iónicos de soluciones acuosas empleando membranas permeables selectivas en un campo eléctrico constante.
- **Osmosis Inversa**  
Proceso de permeación a través de una membrana para la separación por difusión controlada o cribado.
- **Nanofiltración**  
Se utilizan membranas con poros muy pequeños y requiere presiones del rango de 10-50 bar por lo que pueden retener especies neutras con peso molecular 200-300 g/mol.
- **Ultrafiltración**  
Proceso de fraccionamiento selectivo utilizando presiones de hasta 145 psi (10 bar)
- **Intercambio Iónico**  
Proceso por el cual iones en solución se transfieren a una matriz sólida que a su vez libera iones de un tipo diferente, pero de la misma carga.
- **Adsorción (convencional)**  
Uso de carbones activados, arcillas, biopolímeros, Zeolitas, perlas de sílice y plantas o desechos lignocelulósicos generalmente con procesos de modificación química.
- **Carbón Activado**  
Es un adsorbente eficiente para eliminar amplia variedad de contaminantes orgánicos e inorgánicos presentes en el medio acuático debido a sus áreas superficiales porosas.
- **Nanotubos de Carbono**  
Gran Capacidad de eliminar contaminantes orgánicos e inorgánicos y radionucleidos a partir de grandes volúmenes de aguas residuales.
- **Precipitación química**

Una de las técnicas más usadas en procesos industriales por su bajo costo y selectividad, aunque el mantenimiento es elevado por la gran generación de lodos produciendo grandes riesgos ambientales.

- **Electrocoagulación**

Proceso que aplica los principios de coagulación-floculación, en un reactor electrolítico

- **Coagulación- Floculación**

Método por el cual se logra desestabilizar el coloide y aglomerar posteriormente.

- **Electro floculación**

Proceso de adición electrolítica de iones metálicos, permitiendo que mediante burbujas de gas de oxígeno e hidrogeno salgan los iones metálicos a flote en la superficie.

- **Flotación**

Uso de especies iónicas de metales en aguas residuales hidrófobas mediante tensoactivos y posterior eliminación de especies hidrófobas por burbujas de aire.

### 5.2.6.2 Técnicas No convencionales

- **Adsorbentes de bajo costo y nuevos adsorbentes**

Uso de materiales biológicos especialmente de bacterias, algas y levaduras y hongos donde se han obtenido buenos rendimientos en la remoción de metales pesados.

- **Adsorción de metales pesados por materiales naturales agrícolas e industriales**

Son adsorbentes de bajo costo basados en la agroindustria están en proceso de exploración y viabilidad para eliminar metales pesados.

- **Fitorremediación:**

Uso de Plantas y Microbios para reducir concentraciones y efectos tóxicos de los contaminantes ambientales.

- **Biopolímeros**

Estos poseen un amplio número de grupos funcionales como hidroxilos y aminas que aumentan la absorción de iones metálicos lo que permite que sean capaces de reducir las concentraciones a partes por billón.

- **Hidrogeles**

Ampliamente utilizados para la purificación de aguas residuales por su capacidad de ampliar sus volúmenes debido a su alta expansión en el agua.

- **Ceniza Volante**

Son Subproductos industriales reconocidos como contaminante ambiental pero reutilizados como adsorbentes de bajo costo para eliminar compuestos orgánicos gases de combustión y metales pesados.

## 5.2.7 Bioadsorción

Se han usado diversas tecnologías para la remoción de estos iones metálicos en aguas residuales, entre las que destacan: precipitación química, intercambio iónico, membranas, extracción con solventes, osmosis inversa, entre otras; sin embargo, muchas son ineficientes, además de involucrar un gran uso de químicos, generando grandes cantidades de residuos contaminantes Tejada C., Villabona A., et al (2017).

Por lo que en el presente trabajo se pretende usar una técnica no convencional la cual tiene beneficios tanto en evitar costos como así mismo dar otra disposición final a los residuos agrícolas como es la cáscara de naranja, este método es la bioadsorción el cual, “en los últimos años, la necesidad de métodos seguros y económicos para la eliminación de metales pesados de aguas contaminadas ha requerido interés de investigación hacia la producción de alternativas de bajo costo, disponible comercialmente *Caviedes D, Muños A., et al, (2015)*

Entre las ventajas que presenta la bioadsorción, en comparación con las técnicas convencionales se tiene: el bajo costo, la alta eficiencia, minimización de productos químicos y lodos biológicos, no requieren nutrientes adicionales, además de regeneración de los bioadsorbente, y posibilidad de recuperación de metales. En el proceso de adsorción está formado por el adsorbente y el adsorbato. El adsorbente es aquel donde se concentra la sustancia o contaminante que se desea remover este puede ser una molécula o compuesto inorgánico, el adsorbato es aquella sustancia que se concentra en la superficie o la cual se une al adsorbente puede ser mediante fuerzas físicas de atracción, intercambio iónico y/o enlaces químicos. Baca J., (2018)

En este trabajo se tomaron bioadsorbente de tipo no convencional donde son materiales alternos y estos como menciona Valladares M. , Valerio C. et al , (2016) no necesariamente deben recibir un tratamiento previo para activarse; sin embargo, su activación mejora su capacidad de adsorción, usando los residuos agroindustriales y de la industria alimenticia y especies vegetales cuya aplicación es restringida o no tienen aplicación los cuales permiten reducir la carga orgánica de un efluente contaminado con metales, colorantes, pesticidas y algunos otros compuestos orgánicos denominados emergentes, estos adsorbentes surgen de la necesidad en el diseño de procesos sustentables para el tratamiento de aguas residuales.

### 5.2.7.1 Tipos de bioadsorción

- **Adsorción física o fisorción**

Esta es la forma más simple de adsorción en el cual “si el adsorbato y la superficie del adsorbente interactúan solo por medio de las fuerzas de van der Waals se trata de una absorción física Baca J., (2018)

- **Adsorción química o Quimisorción**

Este es el proceso por el cual “las moléculas absorbidas reaccionan químicamente con la superficie” Baca J., (2018) por lo que los enlaces se rompen y se enlazan.

### **5.2.7.2 Técnica de cuantificación de cromo**

Espectrofotometría visible:

Esta es una de las técnicas más frecuente y usada a nivel de laboratorio para el análisis químico donde una sustancia con color absorbe ciertas frecuencias del espectro visible. El rango visible se encuentra entre los 380 a 750 nm, el rango del ultravioleta es de 190 a 380 nm. El proceso de espectrofotometría visible consiste en medir la intensidad del color a una longitud de onda específica comparándola con otras soluciones estándar que contengan la misma especie absorbente. La coloración se debe al absorbente presente y esta puede ser de tipo natural o inducida, este método es usado para identificar diferentes grupos funcionales, además de contenido y fuerza de una sustancia permitiendo la determinación cuantitativa de los componentes de soluciones de iones de metales de transición.

### **5.2.8 La naranja**

Los cítricos son cultivos permanentes y en general tienen alta adaptabilidad a diversas condiciones climáticas, facilitando su cultivo en un gran número de países, Espinal M., (2005) de los cuales los mayores productores se encuentran Brasil y Estados Unidos, y dentro de las variedades de naranja encontramos la Lerma, Salerma, Hamlin, Valle Washington, Ruby, Rico, Valencia, común y ombligona, las tipo Navel, Navelate, Washington Navel, Navelina, Newall y Lane Late, las tipo Sanguinelli, las naranjas tipo Salustiana,. Espinal M., (2005)

La naranja pertenece a la familia de las Rutáceas y al género *Citrus*, la naranja es el fruto de una planta híbrida de mediano tamaño (aproximadamente 10 metros de altura) que crece en zonas subtropicales y tiene poca resistencia a los climas fríos. Se dice que la naranja se originó hace aproximadamente 20 millones de años en el sureste asiático. La distribución de los cítricos desde sus orígenes se dio a partir de movimientos migratorios, ya que la gente iba de un lugar a otro y en esos cambios llevaban consigo diferentes tipos de frutos, entre ellos la naranja que con el paso del tiempo se fue conociendo por más lugares; esta es una gran fuente de Vitamina C, ácidos orgánicos, carotenoides. Mencionado en un texto de la Universidad de La Salle , (2012)

**Tabla 1:** Composición fisicoquímica aproximada de la cáscara de naranja

Parámetro	Valor
Sólidos Solubles (°Brix)	7,1 ± 1,2
pH	3,93 ± 0,03
Total de acidez (g de ácido cítrico/100 mL)	0,29 ± 0,03
Índice de formol	34 ± 2,4
Humedad %	85,9 ± 1,6
Grasa % (DM)	1,55 ± 0,17
Ceniza % (DM)	3,29 ± 0,19
Proteína % (DM)	6,16 ± 0,23
Carbohidratos % (DM)	89,0 ± 1,1
Fibra soluble % (DM)	
Azucares Neutrales	3,8 ± 0,3
Ácido urónico	7,1 ± 0,9
Lignina	3,2 ± 0,4
Pectina % (DM)	17 ± 5

DM, materia seca

*Ilustración 9 Composición Fisicoquímica aproximada del naranja tomado de (Leon Vallejo & Alvarez de la Pava, 2000)*

La naranja es una especie subtropical, esta necesita temperaturas cálidas durante el verano para la correcta maduración de los frutos. Es una especie ávida de luz para los procesos de floración y fructificación, que tienen lugar preferentemente en la parte exterior de la copa y árbol. “En cuanto a suelos los prefiere arenosos o franco-arenosos, profundos, frescos y sin caliza, con pH comprendido entre 6.0 y 7.0. No tolera la salinidad, aunque la utilización de patrones supone una solución a este problema.” Universidad de La Salle , (2012)

En Colombia se encuentran cultivos de cítricos en 21 departamentos: entre los cuales según el texto de Universidad de La Salle , (2012):

1. Centro-Oriente: conformado por Santander, Norte de Santander, Boyacá, Cundinamarca, Tolima y Huila.
2. Suroccidente: conformado por los departamentos del Eje Cafetero (Caldas, Risaralda y Quindío), Antioquia, Valle del Cauca y Nariño.
3. Costa Atlántica: conformado por Atlántico, Bolívar, Cesar, Córdoba, Sucre, Magdalena y La Guajira.
4. Orinoquía: compuesto por Meta y Casanare.

### **5.2.8.1 Origen de la Naranja**

El naranjo dulce es originario del sureste de Asia y noreste de la India, pero han sido cultivados por tanto tiempo que no se conoce su estado silvestre, actualmente se han diseminado de una u otra forma y se cultiva en casi todas las zonas tropicales y subtropicales del mundo. Leon Vallejo, G. M., & Alvarez de la Pava, S. (2000).

### 5.2.8.2 Botánica y morfología

La naranja o (*Citrus sinensis* Osbek) es una especie del grupo de los cítricos que pertenece a la familia de *Rutaceae* subfamilia *Aurentoideae* del género *Citrus* y subgénero *Eurocitrus* el cual según se caracteriza por:

- Son árboles generalmente de porte medio, no presentan espinas en las ramas viejas sino en las jóvenes, la forma y tamaño de la hoja es variable, según la especie y variedad, las flores pueden ser solitarias o en racimos terminales o axilares; el cáliz tiene de 4 a 5 sépalos, presentan de 20 a 40 estambres y un pistilo en forma de cabezuela, el ovario es formado por 8 a 18 carpelos con flores extremadamente fragantes. Leon Vallejo, G. M., & Alvarez de la Pava, S. (2000).

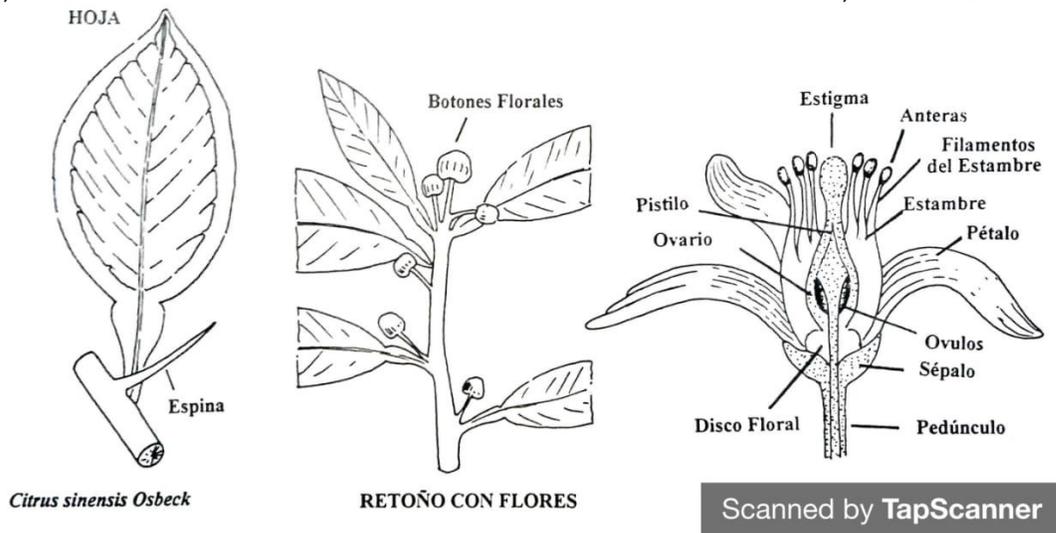
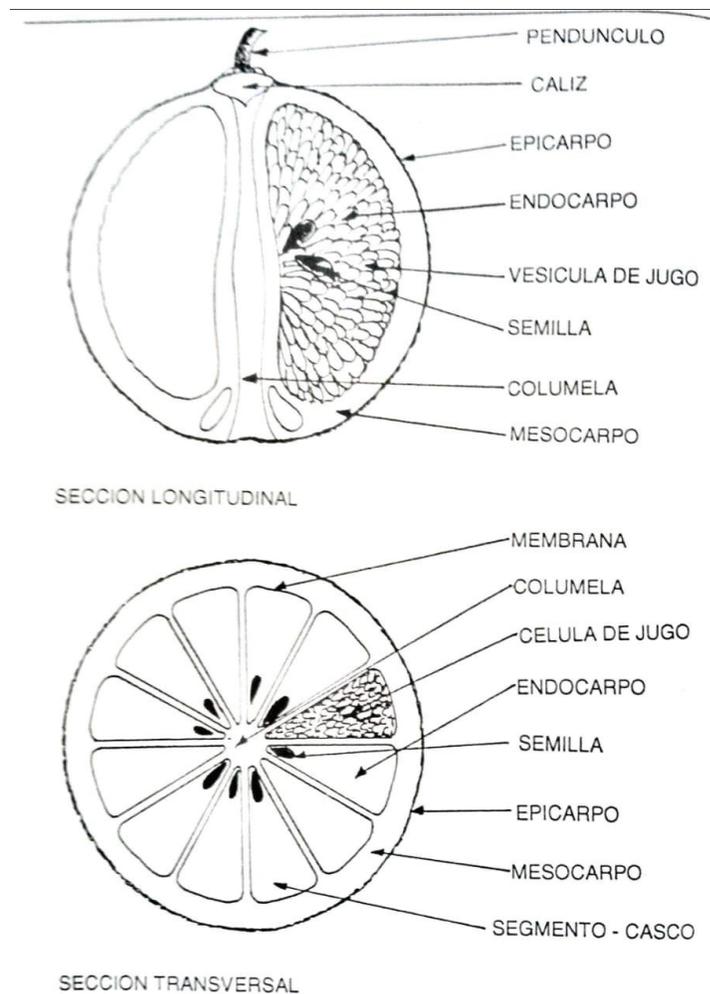


Ilustración 10 Características Fisiológicas de las hojas y florez del Naranja Tomado de Leon Vallejo, G. M., & Alvarez de la Pava, S. (2000).

- El fruto es una baya denominada hesperidio, policarpelear que tiene un epicarpio delgado, granuloso y de colores vivos o intensos; el mesocarpio o albedo es esponjoso y seco; y el endocarpio también denominado pulpa está dispuesto en forma de tabiques de células muy jugosas, las cuales envuelven la semilla y penetran hasta el centro del fruto.



*Ilustración 11 Características Morfológicas del Fruto de la Naranja corte longitudinal y trasversal Leon Vallejo, G. M., & Alvarez de la Pava, S. (2000).*

El jugo contenido en cada segmento de gajo está formado por azúcares, varios ácidos orgánicos que contienen una gran cantidad de vitamina C (ácido ascórbico) donde Leon Vallejo, G. M., & Alvarez de la Pava, S. (2000) en su libro Cultivo de cítricos donde Clasifica las naranjas en cuatro grupos: Naranjas dulces, de ombligo, sanguinadas y sin ácido.

- Las naranjas dulces en su mayoría son variedades existentes a nivel mundial como son: Valencia, Pineapple, Hamlin, Parson Brown y criollas o nativas.
- Las naranjas de ombligo se caracterizan por la presencia de fruto rudimentario y secundario incluido dentro del fruto principal.
- Las naranjas sanguinadas, tienen un color rojizo o rosado. Este grupo carece de importancia en nuestro país dado a las condiciones de la zona tropical.

- Las naranjas sin ácidos constituyen un grupo de frutos con muy bajo contenido de ácido por lo que tienen un sabor insípido, en Colombia comúnmente son llamadas naranjas limas.

### **5.2.8.3 Fisiología**

#### **Crecimiento**

- Dentro de las principales etapas de la vida de un naranjo se distinguen: Periodo de cultivo en vivero ( 12 a 36 meses), periodo no productivo( a1 a 3 años floraciones poco abundantes), Periodo de entrada en producción (5 a7 años primeras fructificaciones), Periodo de plena producción (20 años florece, fructifica y renueva sus ramificaciones), Periodo de envejecimiento(30 años disminuye su producción, Periodo de decrepitud ( se toma la decisión de arrancar los árboles los gastos de mantenimiento no cubren la producción). Leon Vallejo, G. M., & Alvarez de la Pava, S. (2000).

#### **Desarrollo del fruto**

El fruto tiene tres etapas esenciales en su desarrollo las cuales son: el cuajado, el crecimiento y la maduración:

- El cuajado es la primera etapa de desarrollo del fruto que sigue a la fecundación de los cuales se distinguen frutos de color verde amarillento (frutos en exceso y mal nutridos) y frutos de color verde brillante (promesa de una buena cosecha)
- Después del cuajado el crecimiento del fruto es rápido, pero dentro de los principales factores que pueden afectar son la edad y vigor del árbol de lo cual los árboles jóvenes tienden a dar frutos de mayor tamaño, de piel gruesa, pero de maduración más larga, por otra parte, las condiciones climáticas con exceso de calor y nutrición hídrica insuficiente dan frutos de pequeño calibre con duras cortezas y maduración tardía.
- La maduración del fruto se manifiesta por el cambio de coloración en su epidermis y por la calidad del jugo de su pulpa.

### **5.2.8.4 Importancia de la naranja**

La naranja al ser cultivadas y/o consumidas en casi todo el mundo comercialmente se distingue por su sabor típico, su alto contenido de Vitamina C su adaptación a climas variados, y su industrialización cada vez más desarrollada, además de su alto valor nutritivo, medicinal y terapéutico; Por lo que cabe resaltar la composición química de la naranja, pero esta va a depender de la variedad, el patrón, el suelo, el clima y la temperatura. Leon Vallejo, G. M., & Alvarez de la Pava, S. (2000).

12.

Elemento	% en pulpa	% en corteza
Agua	89.4	78.00
Acidos libres	0.65	0.12
Glucosa	4.44	7.35
Sacarosa	2.96	2.25
Proteínas	0.77	1.24
Celulosa	0.23	1.84
Lignina	0.04	0.84
Cenizas	0.32	70.05

Ilustración

*Composición química de la naranja tomado de León Vallejo, G. M., & Álvarez de la Pava, S. (2000).*

En Colombia el rango de temperatura donde se cultivan cítricos esta entre 18°C y 30°C las temperaturas extremas de crecimiento están entre 12.5°C y 39°C con una óptima de 23,5°C, por otro lado, la latitud óptima para el desarrollo de naranjas tipo valencia se encuentra entre los 0 y 1200 m.s.n.m. y para las naranjas ombligonas está entre los 1000 y 1500 m.s.n.m. y para alturas de 1200 a 1500 m.s.n.m. se recomiendan siembra de variedades nativas adaptadas a estas condiciones.

Así mismo las precipitaciones de agua en el huerto dependen de factores como son la variedad, la edad de los árboles, el patrón utilizado, la temperatura, la humedad atmosférica, los vientos, la insolación y las condiciones del suelo principalmente, para las regiones templadas las necesidades hídricas de los cítricos se estiman entre 900 y 1200 mm por año, mientras en el trópico las demandas están entre 1000 y 1500 mm /año , en Colombia la mayor parte de plantaciones dependen de aguas lluvias durante unos meses del año y se complementa con riego en las estaciones secas.

### **Luminosidad**

El brillo solar para los cítricos esta entre 1800 y 2000 horas al año.

### **Suelos**

Los mejores suelos para cítricos son los que contienen entre 15 a 20% de arcilla, 15 a 20% de limo, 20 a 30% de arena fina y 30 a 50% de arena gruesa, es importante conocer el pH del suelo se consideran adecuados entre 5.5 y 6.5 dentro de estos niveles están disponibles la mayor parte de nutrientes que la planta necesita. los cítricos son muy sensibles a la acidez.

#### **5.2.8.5 Variedades**

Dentro de las principales variedades de naranja cultivadas en Colombia encontramos:

• Naranjas de Jugo:

- “Valencia” tiene el mayor rango de adaptación desde el nivel del mar hasta los 1200 m.s.n.m.

- Nativas como “Lerma”, “Salerma”, son de excelente producción y calidad de jugo en la zona cafetera.
- “Hamlin” es de buena adaptación en la zona cafetera pero el tamaño es muy pequeño.
- Naranja de mesa: Ombregonas como Valle Washington, Washington Navel, Carter Navel.

La coloración de la cáscara de los cítricos influye en gran medida de la temperatura y los cambios de esta entre el día y en la noche, esas fluctuaciones de temperatura hacen que la clorofila de la cáscara se deteriore y ocurra la formación de pigmentos carotenoides que le dan la coloración naranja o rojiza a los cítricos. Leon Vallejo, G. M., & Alvarez de la Pava, S. (2000).

Así mismo la humedad relativa influye directamente sobre la naranja así:

- Tamaño: A mayor temperatura y humedad relativa mayor tamaño en la zona cafetera alta 1500 m.s.n.m. la naranja valencia es de tamaño muy pequeño, mientras que en la costa atlántica la naranja Valle – Washington es demasiado grande.
- Forma: cuando la humedad relativa es baja los frutos son normalmente ovalados o alargados mientras la humedad relativa alta favorece las formas redondeadas.
- Aspecto externo: alta humedad relativa favorece proliferación de hongos.
- Corteza: humedad relativa alta corteza más delgada.
- Aceite de cáscara: En regiones secas producción de aceite en cáscara es menor.

### **5.2.9 Disposición de Residuos de origen Agrícola**

Según menciona Peñaranda Gonzalez , L. V., Montenegro Gomez , S., & Giraldo Abad, P. A. (2017) se estima que a nivel mundial se desecha hasta una tercera parte de los alimentos para el consumo donde se generan diferentes residuos desde el cultivo de la materia prima hasta su debida comercialización, dado que en Colombia se generan residuos principalmente de la actividad agrícola al ser su principal actividad económica a nivel de exportación de alimentos y materia prima , que en la gran mayoría de los casos son incinerados o llevados a rellenos sanitarios.

En el caso de los cítricos se producen más de 120 millones toneladas, de las cuales el 40% es utilizado para la extracción de menos de la mitad del peso del fruto como zumo, quedando como residuos la piel o cáscara, las semillas y la pulpa Gonzalez , L. V., Montenegro Gomez , S., & Giraldo Abad, P. A. (2017) en Colombia, el cítrico más

producido nacionalmente es la naranja con una producción de alrededor de 228.128 t/año, seguido de las mandarinas con 109.768 t/año. Los cítricos tienen componentes muy similares y sus residuos están compuestos generalmente de agua, azúcares, pectina, fibra, ácidos orgánicos, aminoácidos, minerales, aceites esenciales, flavonoides y vitamina; los cuales, si son recuperados de manera adecuada, brindarían valor agregado a la producción de estas frutas.

### **5.2.10 Usos alternativos de la naranja**

Como pulpa González, L. V., Montenegro Gómez, S., & Giraldo Abad, P. A. (2017) es necesario desarrollar estudios enfocados a nuevas tecnologías que permitan utilizar los subproductos o residuos generados para la producción de sustancias o materiales que tengan un Valor agregado, por lo que a continuación se mencionan y describen algunos usos alternativos en cuanto a la cáscara de Naranja:

#### **5.2.10.1 Producción de Bioetanol**

El mundo hoy en día se enfrenta a un agotamiento progresivo de los recursos energéticos claro ejemplo de los subproductos del petróleo, los cuales se calculan que en algún momento estos tiendan a escasear, por lo que Beltran Siñani, M. I., & Gil Bravo, A. (2018) mencionan que se han planteado alternativas renovables de combustibles además que sean amigables con el medio ambiente, por ello uno de los combustibles líquidos alternativos en el que se están centrando muchos de los estudios es el bioetanol donde este se obtiene por medio de plantas cultivados y restos orgánicos como pueden aplicarse la cáscara de naranja donde además de darle un uso alternativo a residuos de la industria de cítricos, posibilita así mismo la mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero.

Aunque su uso hoy en día aun es escaso es necesario implementar estos tipos de combustible dado que combate otra problemática CTSA que es el efecto invernadero y estos mitigan el impacto de los combustibles fósiles, donde la cáscara de naranja estaría inmerso en los biocombustibles de segunda generación dado que se emplean materias biodegradables derivadas de la industria, la agricultura, actividad forestal y residuos domésticos mencionados en Beltran Siñani, M. I., & Gil Bravo, A. (2018) y en la Grafica Numero 3. Se muestra el proceso para la elaboración de bioetanol.

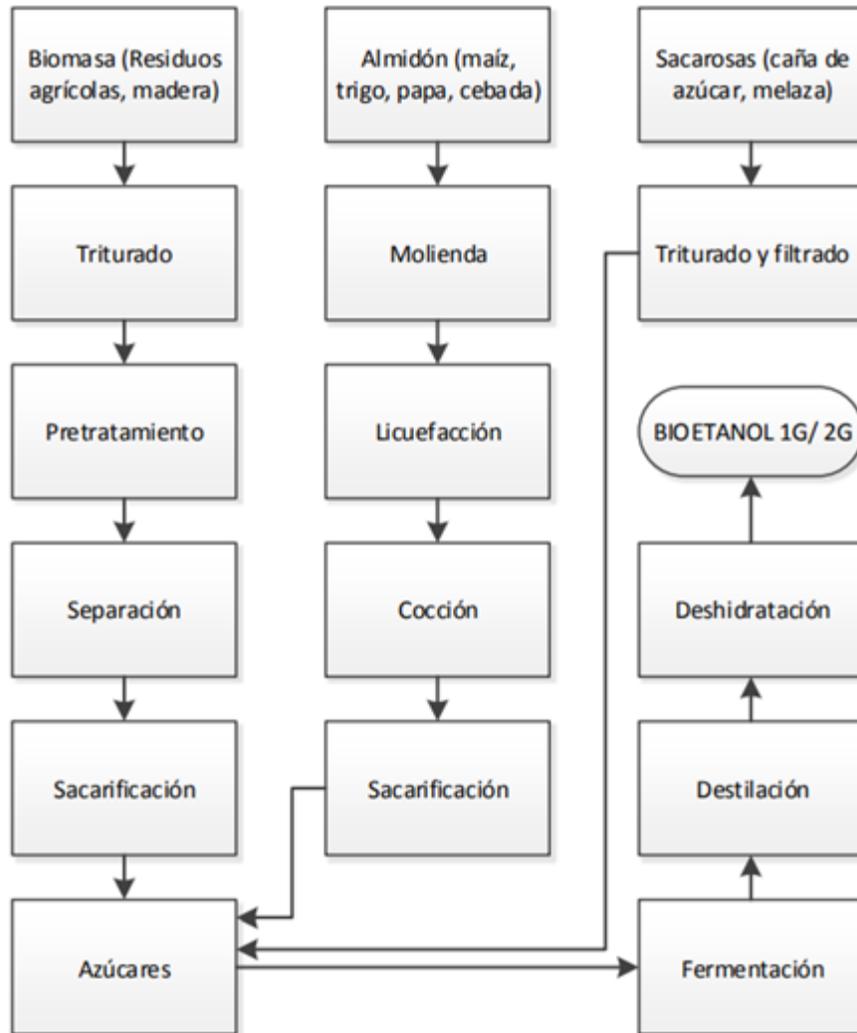


Ilustración 13 Diagrama de Proceso de bioetanol con residuos agrícolas de cáscara tomado Beltran Siñani, M. I., & Gil Bravo, A. (2018)

### 5.2.10.2 Comida de animales.

La cáscara de naranja puede ser usada para alimento de ganado en tiempos de escasez de pastos, dado que uno de los principales problemas que presenta todo el sector ganadero, son las temporadas de escasos de pastos ya que es muy difícil seguir practicando la ganadería por faltas de estos, estas sequías son eventos periódicos donde se genera déficit, además de esto garantizar supervivencia de los animales a un menor costo donde Torres, E., Sánchez, A., & Díaz R. (2017). que los insumos para la alimentación animal por lo general tienen un elevado costo, por lo que los pequeños productores como alternativa a esto usan recursos alimenticios no convencionales que

poseen en sus fincas estos son productos agrícolas, residuos de cosecha convirtiéndose este en una opción para los países en desarrollo.

#### **5.2.10.3      *Obtención de materiales de uso agrícola***

Como menciona en su trabajo de grado Forero, D., & Navarro, J. P. (2017) es necesario el aprovechamiento de residuos resultado de las actividades agrícolas, donde es una de las principales alternativas generar productos con un valor agregado que pueden ser usados en suelos como abonos orgánicos, donde se mitiga el impacto ambiental de dichos residuos además de poder reutilizarse en los suelos, esto lo realizo a partir de un proceso de pirolisis donde menciona se pueden emplear residuos sólidos de Naranja(cáscara), Mazorca , Papa , Plátano , Cascarillas, Malezas, cáscaras de Huevo, cilantro, cebolla siendo de gran ayuda como abono de suelos.

#### **5.2.10.4      *Compostaje***

El proceso de compostaje para los residuos sólidos urbanos de origen vegetal está compuesto principalmente de almidón y celulosa como lo es la naranja y desechos relacionados.” Estos componentes son biopolímeros que se constituyen en la materia prima necesaria para diferentes procesos de biodegradación conducentes a la obtención de productos de valor agregado como jarabes azucarados y etanol, y a la estabilización y tratamiento de los residuos orgánicos con generación de biogás y compost” como mencionan Alvarado, T. L., & Hernández, A. T. (2018).de igual forma mencionando significados del compostaje como aquel proceso de potencialización de la descomposición natural de los residuos orgánicos.

El compostaje en los suelos con residuos de origen vegetal mejora la estructura del suelo, la fertilidad y el crecimiento de las plantas; esto contribuye con la sostenibilidad de la producción agrícola y con la mitigación de los impactos generados por el manejo de este tipo de residuos que tienden a ir directamente a rellenos sanitarios.

#### **5.2.10.5      *Producción de aceites esenciales y pectina de la naranja.***

Dado que la principal producción de cítricos en Colombia según Ceron , I., & Cardona , C. (2011). “se compone en un 71% de naranjas, 15% de mandarinas, 12% de lima acida, y el 2% de toronja, el tangelo y otros”, estos productos al ser aprovechados generan de igual modo desechos es necesario buscar alternativas como es la extracción de aceites esenciales y pectina como valor agregado. Así mismo estos tienen unas ventajas como es el aceite esencial de naranja el cual funciona como un antidepresivo, sedante y aromatizante, efectivo para la celulitis y circulación, en productos cosméticos y fármacos y la pectina por su uso en la industria alimenticia por sus propiedades espesantes, estabilizantes y gelificantes en la producción de néctares y mermeladas.

Este aceite se extrae principalmente por métodos mecánicos según menciona Ceron , I., & Cardona , C. (2011). por medio de la presión en frío de la cáscara”, también el proceso de extracción se puede realizar por hidroddestilación, destilación con vapor, hidroddestilación asistida por microondas y extracción con solvente. La pectina a nivel industrial se extrae con solvente.

Adicionalmente se muestra el proceso de obtención y de aceites esenciales de cáscara y pectinas en la Imagen **Numero 4**.



Ilustración 14 Esquema de obtención de aceite esencial y pectinas de cáscara de naranja Ceron , I., & Cardona , C. (2011).

## 6 Metodología

### 6.1 Tipo de investigación:

Se implementó una metodología tipo mixta en la cual se agruparon los resultados de tipo cualitativo y cuantitativo donde se pretende recolectar datos de los instrumentos; en cuanto a la parte pedagógica se inició con una prueba de conceptos previos, dibujos y postura frente a la problemática, el uso de aula invertida explicando el proceso de remoción de cromo, y sus respectivos cálculos para determinar la concentración antes y después del tratamiento. Esto con el fin de recolectar la información y analizar los resultados de los instrumentos propuestos.

Donde se divide en tres fases

#### 6.1.1 Fase 1:

Inicialmente se realizó una consulta de antecedentes en cuanto a la disposición de desechos residuales sobre las fuentes hídricas tanto domésticas como industriales, donde se reconoce el río Bogotá en sus diferentes cuencas gravemente afectado, se hace una revisión sobre la contaminación inicial del río por curtiembres donde se afecta por vertimientos del metal pesado Cr (VI), también se consultó sobre cómo los desechos agrícolas pueden servir para remover este cromo de aguas contaminadas, a partir de la técnica de bioadsorción y la determinación de la remoción de estos metales así buscando una enseñanza de buenas prácticas en el laboratorio que permitan al estudiante a partir de un enfoque CTSA buscar procedimientos que permitan obtener resultados precisos.

#### 6.1.2 Fase 2:

En esta fase se realizó la aplicación de los instrumentos donde se obtuvo información para el análisis de estos.

Se diseñó una secuencia de actividades la cual consta de 4 sesiones programadas cada una para 2 horas dentro de las cuales se encuentran una actividad de iniciación y tres de desarrollo.

La estrategia de enseñanza con enfoque CTSA, busco estrategias alternativas actuales para el uso de residuos agrícolas (cáscara de naranja) y remoción de metales pesados como el Cr(VI) en aguas residuales industriales además de la enseñanza de buenas prácticas de laboratorio de forma teórico-práctica, esto mediado por un uso pleno de las TICs por medio de plataformas como Kahoot, Mentimeter, Classroom y aulas invertidas como proceso de laboratorio en Camtasia.

A continuación, se presenta la tabla de instrumentos aplicados durante la Fase 1.

Actividad	Metodología	Meta	Desempeño	Evaluación	Anexo
1	Prueba Inicial	Reconocer e identificar los conceptos previos de los estudiantes en cuanto a CTSA, metales pesados, cromo, BPL, contaminación de fuentes hídricas	Reconocer, describir y analizar los conceptos previos de los estudiantes en cuanto al abordaje de r	Preguntas de selección múltiple.	Anexo 1. Enlace prueba de Google formularios.
2.	*Conferencia sobre el cromo origen y procedencia de este, toxicidad y aplicaciones en la industria.	Identificar y reconocer el cromo su procedencia y sus aplicaciones.	Reconoce y explica la procedencia el proceso de obtención, las características, toxicidad y aplicaciones del cromo	Prueba en Kahoot.	Anexo 2. Diapositivas
2.	*El cromo y su impacto en el ambiente. *Nacimiento y recorrido del río Bogotá. *Problemática de contaminación de fuentes hídricas por curtiembres	Identificar y explicar la problemática de la contaminación del río Bogotá en su recorrido y tomar posturas frente a esto.	Reconoce problemáticas socio ambientales en torno al río Bogotá y su contaminación especialmente por curtiembres.	Diagrama sobre el recorrido del río Bogotá y explicación de fuentes de contaminación Juego de roles. Realizar un story Telling	Anexo 3. Videos de apoyo.
3.	Residuos agrícolas problemáticas y usos alternativos de los residuos de naranja.	Se pretende que los estudiantes identifiquen los residuos agrícolas y sus posibles usos alternativos, además de las	Reconoce y explica que son los residuos agrícolas, la bioadsorción, e indaga sobre las propiedades de	Trabajo en plataforma Mentimeter. Revisión de trabajos de remoción de	Anexo 4. presentación

	La bioadsorción como proceso de remoción de metales pesados	características de la cáscara de naranja y sus propiedades para ser un bioadsorbente eficaz.	la cáscara de naranja como bioadsorbente.	como cáscara.	con	
--	---	--	---	---------------	-----	--

*Ilustración 15 de instrumentos fase 1.*

## Fase No 2

### Implementación de laboratorios

Sesión	Proceso	Tiempo	Anexo
1	Determinación de cromo a diferentes concentraciones (10, 20, 30, 50) ppm con el espectrofotómetro visible por el método difenil Carbazida, y en una muestra problema inicialmente, luego con tres tipos de cáscara de naranja de diferentes variedades determinar el porcentaje de remoción por el método de bioadsorción.	2 horas	Proceso explicado a partir de un aula invertida elaborado en la plataforma de Camtasia.  Anexo 5. Enlace
2	Elaboración de informe final con respecto a los resultados obtenidos en el aula invertida y aporte de los estudiantes	2 horas	Informes de laboratorio recibidos de los estudiantes

*Ilustración 16 Instrumentos Fase 2.*

## 6.2 Población

El presente trabajo se aplicó a una población de estudiantes de la licenciatura en química en la asignatura de métodos de análisis químico 1 en el periodo 20201 de la Universidad Pedagógica Nacional (UPN) en la Ciudad de Bogotá Colombia, esto a partir de una estrategia didáctica de enfoque CTSA para la enseñanza de buenas prácticas en el laboratorio mediado por las tics, a partir de la problemática de contaminación de fuentes hídricas de curtiembres , y buscando una solución a partir de la remoción de Cr(VI) con cascara de naranja.

## 6.3 Caracterización

El presente trabajo se buscó la enseñanza de buenas prácticas de laboratorio basados en el enfoque CTSA, partiendo de la remoción del Cr (VI) de aguas residuales industriales por bioadsorción con cascara de naranja de tres diferentes variedades (tangelo, Sweet Navel y valencia) esto se realizó partiendo de unos conceptos previos de los estudiantes de la licenciatura en química del espacio académico de métodos de análisis químico 1. por ello se aplicó una prueba de conocimientos previos en los cuales se determinó el nivel de la población muestra en cuanto al tema de estudio, por otro lado, cabe resaltar que los resultados en cuanto a la prueba para determinar la remoción con cada una de las variedades son resultados supuestos debido a las dificultades causadas por la pandemia esta parte no pudo realizarse en el laboratorio

Implementación de instrumento prueba de entrada previa a la secuencia de actividades:

La finalidad de la prueba de entrada es verificar el nivel en que el alumno se encuentra, identificando que aprendizajes previos antes de iniciar la secuencia de actividades

La siguiente prueba busca conocer que sabe el estudiante de: CTSA, cáscara de naranja, contaminación de fuentes hídricas, metales pesados, cromo e implicaciones en la salud.

Esta prueba de entrada se encuentra en el **anexo 1**.

## 7 Resultados

### Pregunta 1- 4



Ilustración 17. Resultados preguntas Iniciales pre test

El gráfico anterior representa los resultados obtenidos de los estudiantes en las primeras preguntas donde en cada una de las preguntas la mayor cantidad de estudiantes respondió de forma acertada siendo la mayor cantidad de personas en cada una de las preguntas.

### Pregunta 5.

La pregunta se realizó de forma abierta donde cada uno de los estudiantes menciona lo que considera son contaminantes domésticos y contaminantes industriales sobre las fuentes hídricas donde las respuestas se resumen en el siguiente cuadro:

<u><b>Domésticos</b></u>	<u><b>Industriales</b></u>
Aceites	Basuras
Plásticos	Contaminación atmosférica
Papel	Plásticos
Tecnología	Quema Combustibles
Colorantes	exceso de uso de aceites
Quema de Basuras	Gasto excesivo de energía
Detergentes	Lodos

Materia Orgánica	Curtiembres
Blanqueadores	Metales
Pilas	Sales
Electrodomésticos	Fertilizantes
Ambientadores	desechos químicos
Espray	Petróleo
Productos de Higiene	Mercurio
Productos de limpieza	Plaguicidas
PVC	Minería

Ilustración 18 Contaminantes domésticos e industriales propuestos por los estudiantes

De los conceptos mencionados se evidencia que se reconoce la problemática ambiental que tienen aun actualmente las fuentes hídricas, como es la contaminación con desechos humanos como la materia orgánica, y desechos industriales, como desechos químicos , plaguicidas, productos de minería , fertilizantes, combustibles que afectan a la sociedad que vive entorno a estas fuentes hídricas al convivir con malos olores, plagas, enfermedades respiratorias entre otras ; como al ambiente que se ha deteriorado de forma tal de llegar a ser ríos sin vida.

### Preguntas

Se evidencia a partir de estas preguntas que La mayoría de los estudiantes desconoce las consecuencias del cromo (VI) en los seres vivos y en el medio ambiente, además de que en estado de oxidación III es un oligoelemento esencial para la vida, donde hay una mayor diversidad de respuestas dado que en su gran mayoría considera que los metales pesados son perjudiciales en las fuentes hídricas por las problemáticas CTSA que se ven en las noticias como es daños ambientales por minería o curtiembres pero no conoce las consecuencias de estas en la salud y en el medio ambiente.

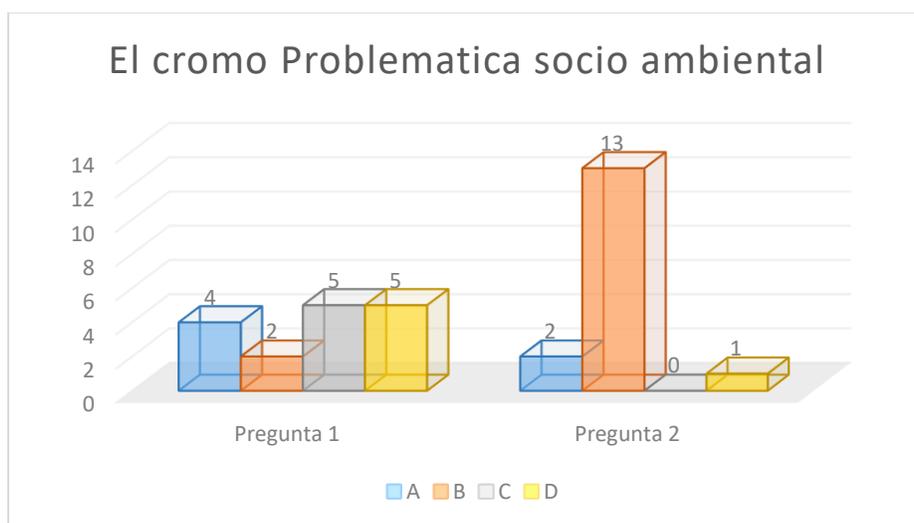
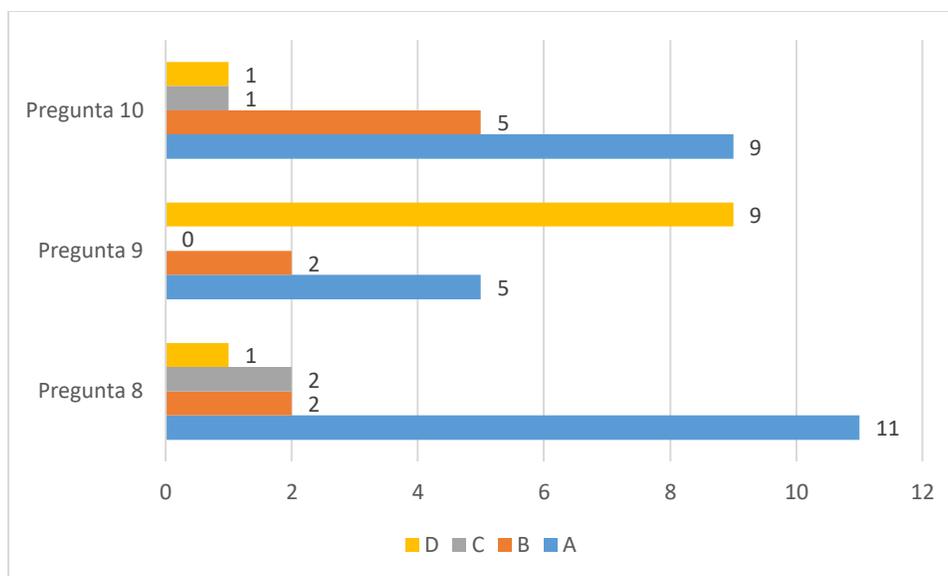


Ilustración 19 Resultados respuestas entorno al cromo y CTSA prueba pretest

## Pregunta 8 - 10

Se indaga sobre el conocimiento previo de los estudiantes de los desechos agrícolas, además de los mayores residuos de la industria de cítricos que son los residuos de naranja y sus posibles usos debido a sus componentes y propiedades.



*Ilustración 20 Resultados respuestas entorno a bioadsorción, la naranja prueba pretest*

Se evidenció que algunos estudiantes confunden lo que es residuo agrícola con otros conceptos similares, además de que se desconoce el posible uso de los residuos de cáscara de naranja, aunque se conozcan algunos de sus componentes, además de que es poco conocido el método de espectrofotometría visible y sus posibles aplicaciones, además que se evidencia el interés de los estudiantes por seguir procedimientos para resultados óptimos en el laboratorio.

Donde según Meroni, G., Copello, M. I., & Paredes, J. (2015) el énfasis de la enseñanza se coloca, entonces, en las relaciones entre la ciencia, la vida cotidiana y los aspectos sociales, con la finalidad de formar ciudadanos capaces de tomar decisiones fundamentadas en cuestiones científicas y tecnológicas.

De lo anterior se determina que a partir de problemáticas CTSA se pueden abarcar y enseñar buenas prácticas en el laboratorio por medio de una problemática donde en este caso a partir de problemáticas socio ambientales como es la contaminación de fuentes hídricas con desechos de curtiembres es posible remover este metal pesado a partir de procesos científicos y determinar de forma cualitativa como cuantitativa por métodos de análisis su efectividad, permitiendo procesos óptimos, replicables y verídicos.

## Resultados Actividad 2.

Al realizar una retroalimentación del cromo, sus datos básicos, sus usos su toxicidad y su inadecuada disposición sobre las fuentes hídricas se realizó una prueba en la plataforma Kahoot donde cabe resaltar la disposición y el interés de los estudiantes participando y compitiendo con sus compañeros. **Anexo 2.**

- Se partió de preguntas básicas como el número atómico del cromo, su posición de grupo y periodo en la tabla periódica, de que mineral se obtiene principalmente y su estado de oxidación III como un oligoelemento esencial donde la mayoría de los estudiantes respondió acertadamente.

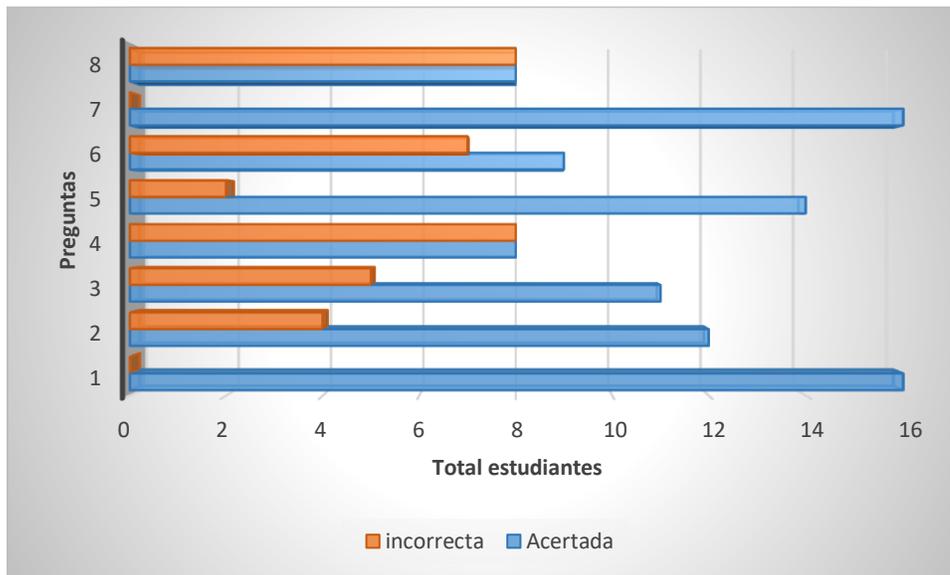


Ilustración 21 Resultados respuestas instrumento 1 entorno al cromo y CTSA prueba Kahoot

Se evidencia que los estudiantes luego de ver la problemática ambiental y en la salud reconocen algunas de las posibles implicaciones; además de reconocer los usos que se le dan al cromo y como este ha afectado las fuentes hídricas desde el nacimiento del río en el caso del río Bogotá. Donde se evidencia que con problemáticas actuales con enfoque CTSA los estudiantes muestran un mayor interés a la solución de estas.

### Resultados Actividad 3.

En esta Actividad los estudiantes plasmaron en dibujos y o poster por grupos de trabajo la parte de la cuenca Alta, Media o baja que más les gusto a partir de los videos de la actividad.



Ilustración 22 Resultados instrumento Anexo 3.



Ilustración 23 Resultados instrumento Anexo 3.



Ilustración 24 Resultados instrumento Anexo 3.



Ilustración 25 Resultados instrumento Anexo 3.

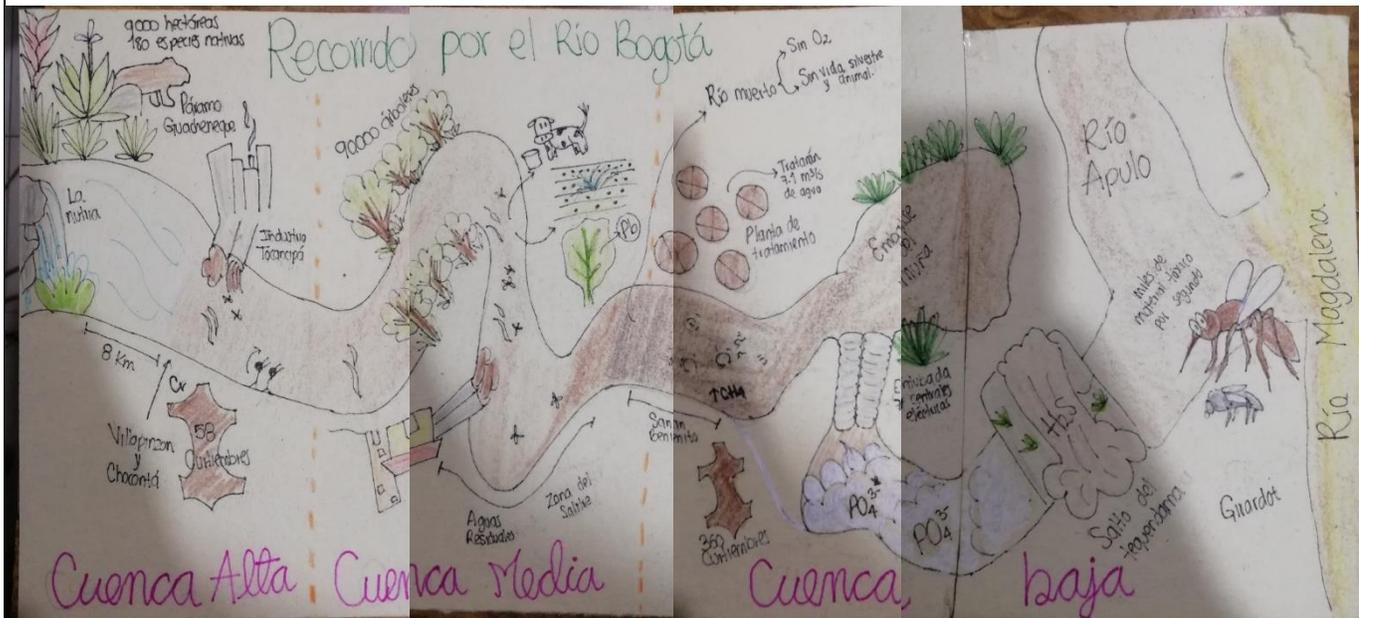


Ilustración 26 Resultados instrumento Anexo 3.



Ilustración 27 Resultados instrumento Anexo 3.

Ilustración 28 Resultados instrumento Anexo 3.



Se verificó que a partir de los videos los estudiantes plasmaron lo que más les llamó la atención de cada cuenca, además de que muestran la problemática y profundizan sobre las cargas químicas y biológicas que reciben las fuentes hídricas al recibir los vertimientos de la ciudad, lo que resalta que se reconoce la problemática social y ambiental.

Por otro lado, se realizó un story telling donde los estudiantes a partir del uso de dos personajes como un trabajador de curtiembre, el alcalde, un pescador de la cuenca baja, un funcionario del car y un adulto abasteciéndose de la cuenca media realizan un párrafo entorno a la problemática.

Como se realizó a continuación.

- a. ***“Los caudales de un río son ahora los lugares donde se depositan basuras y se hacen cosas que no se deben como lavar ropa como lo hace Juan ya que en su casa no tiene agua y la cercanía del río se lo permite, también es usado para dejar escombros y basura como lo hace don Carlos y así mismo las industrias que depositan sus desechos directamente al río, todo esto causa mucho daño al río el cual no lo ven como un problema pero gracias a esta contaminación los daños ambientales son bastantes y lo más notorio es como los animales se deben adaptar a esta contaminación, estamos dañando su hábitad y nuestro propio suministro de agua sería bueno hacer que las personas tomen conciencia de los daños que se está causando por no saber tratar los residuos y hacer la fácil botarlos en el río.” Tomado de Instrumento aplicado.***
  
- b. ***“En el municipio de Girardot un pescador habitual de la zona, cerca de la unión entre el río Bogotá y en Magdalena, evidencia que día por día la cantidad de peces que recolecta disminuye, lo que lo lleva a una preocupación máxima, pues de esto mantiene a su familia, decide hablar con el alcalde municipal y comentarle la situación, el alcalde inmediatamente se comunica con la CAR de Cundinamarca y habla con un funcionario, el cual le dice que el problema radica desde la cuenca alta del río Bogotá, pues uno de los factores más contaminantes del río son las curtiembres, después de hablar con varios afectados de la zona y con los trabajadores de las curtiembres, se disponen a crear un plan de acción entre autoridades ambientales y población en general, para contribuir a la descontaminación del río.” Tomado de instrumento aplicado***

Donde de igual forma los estudiantes al reconocer esta problemática social y ambiental dan sus ideas a partir de un juego de roles donde además de en grupos de trabajo dar sus posturas comparten sus diferentes propuestas para dar un mejor manejo a los residuos.

El alcalde de Villa Pinzón debe tener planes de control para la descontaminación en la parte alta del río.



La descontaminación en el río se complica porque los habitantes lavan y ejercen trabajos que contaminan con jabones y detergentes a base de fosforo y no son biodegradables



Las curtiembres del municipio no tienen plantas de tratamiento por lo que contaminan con agentes químicos.



El funcionario de la CAR debe controlar en la región Andina donde está situado todo el río a lo largo del municipio de Cundinamarca, administrando dentro del área de jurisdicción, el medio ambiente y los recursos naturales renovables y propender por su desarrollo sostenible.



Ilustración 29 Resultados Juego de Roles Grupo x.

#### Resultados Actividad 4.

Se realizó una actividad donde se habló del proceso de bioadsorción a partir del uso de residuos agrícolas como la cáscara de naranja al igual que sus diferentes usos y aprovechamientos que se le pueden dar a estos residuos como es el caso de su uso en la remoción de metales pesados como lo es el cromo producto del proceso de cromado de pieles en las curtiembres posteriormente se implementó la plataforma mentimeter donde los estudiantes mostraron gran afianzamiento y participación frente a la temática.

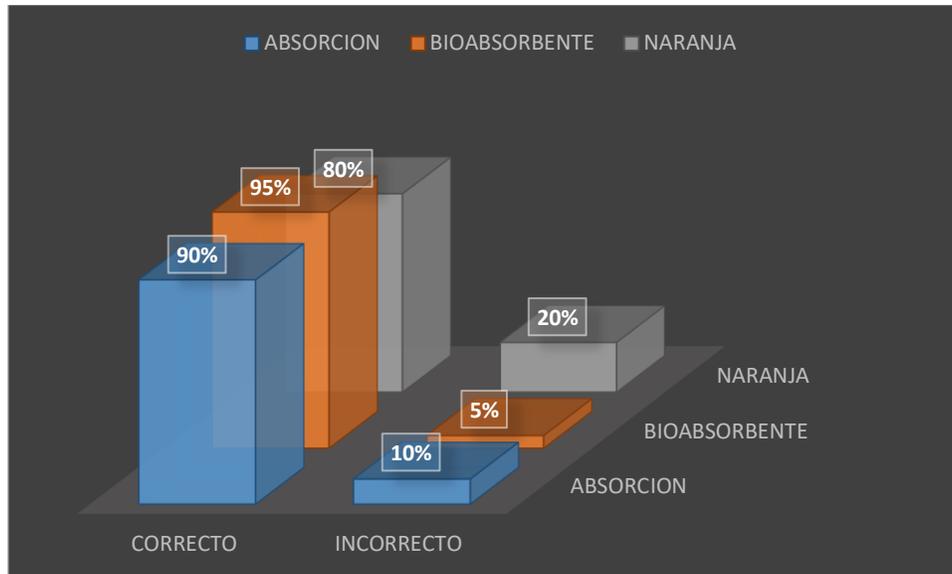


Ilustración 30 Resultados Actividad Plataforma Mentimeter

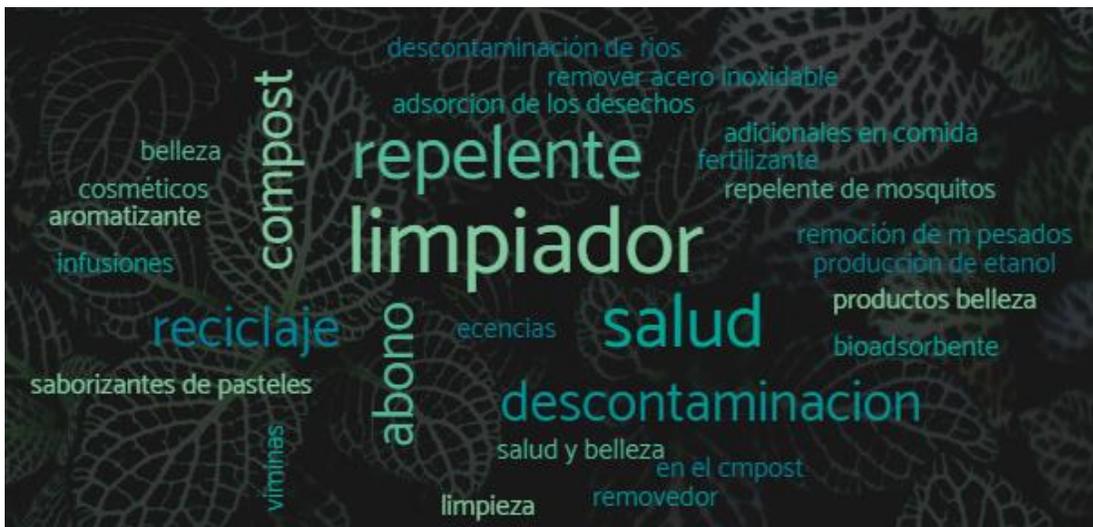


Ilustración 31. Lluvia de Ideas Plataforma Mentimeter

De la implementación anterior se demostró que los estudiantes reconocen la aplicación CTSA que se le da al proceso en cuanto como a partir de ciencia y tecnología esto por medio de la apropiación de conceptos como la absorción, bioadsorbente como es la naranja es posible dar solución a una problemática social y ambiental al usar estos residuos agrícolas en la remoción de metales pesados como el cromo VI de fuentes hídricas.

Por otro lado, los estudiantes reconocen diferentes alternativas de uso de los residuos agrícolas de la cáscara de naranja en vez de ser desechados como es en saborizantes, removedor, compost, cosméticos, fertilizantes, artesanías entre miles de aplicaciones más.

## 7.1 Resultados Informe final.

Se realizó un video de aula invertida en la plataforma de Camtasia donde ya el estudiante estando familiarizado con la problemática social y ambiental se propuso a partir de un proceso científico la determinación de ppm de cromo en una muestra antes y después de un tratamiento con diferentes variedades de naranja donde se buscó la mayor eficiencia de remoción en las variedades a partir del uso del espectrofotómetro visible , esta es la parte donde se aplica la ciencia como alternativa para el aprendizaje de los estudiantes en torno a la remoción de cromo hexavalente de las aguas residuales a partir de residuos agrícolas donde se lleva una secuencia:

1. Se seleccionaron las tres variedades de naranja más comunes en el mercado, el naranja tipo navel, valencia, y tangelo.



*Ilustración 32 naranja variedad tangelo. Fotografía propia*



*Ilustración 33 naranja variedad Sweet navel. Fotografía propia*



*Ilustración 34 naranja variedad Valencia. Fotografía propia*

2. Luego de su consumo se recogió la cáscara y esta se cortó en pequeños trozos donde se dejaron secar en un promedio de 30 días.



*Ilustración 35 Proceso de pelado y corte en trozos para secado Fotografía Propia.*



Ilustración 36 Fotografía de las tres variedades en el proceso de secado.

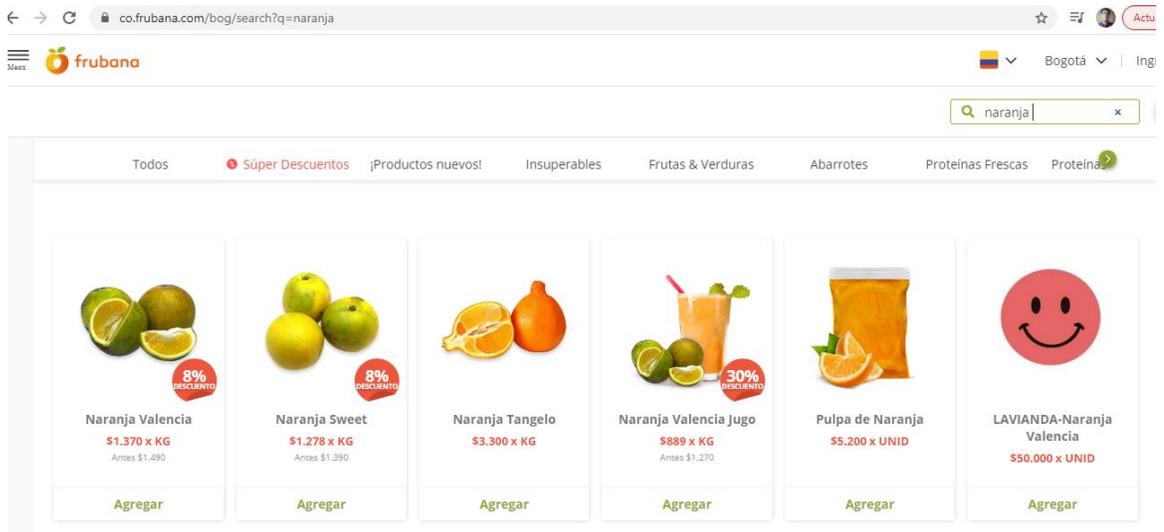


Ilustración 37 Fotografía de la página donde se pidieron las variedades de naranja.

3. Se procede a hacer la molienda de la cáscara donde se aumenta la superficie de contacto.



*Ilustración 38. Molienda de la cascara tomado de <https://blogdelagua.com/actualidad/internacional/crean-polvo-de-naranja-para-tratar-aguas-residuales/>*

Luego de realizar el pretratamiento del absorbente se procede a realizar la práctica de laboratorio. La cual es explicada en la siguiente aula invertida Realizada en la plataforma de Camtasia.  
**[https://www.youtube.com/watch?v=ErOutzsUoLY&feature=emb\\_imp\\_woyt](https://www.youtube.com/watch?v=ErOutzsUoLY&feature=emb_imp_woyt)**

Donde luego de que los estudiantes ven el video y se relacionan con la práctica de laboratorio sintetizan esto en el siguiente esquema.

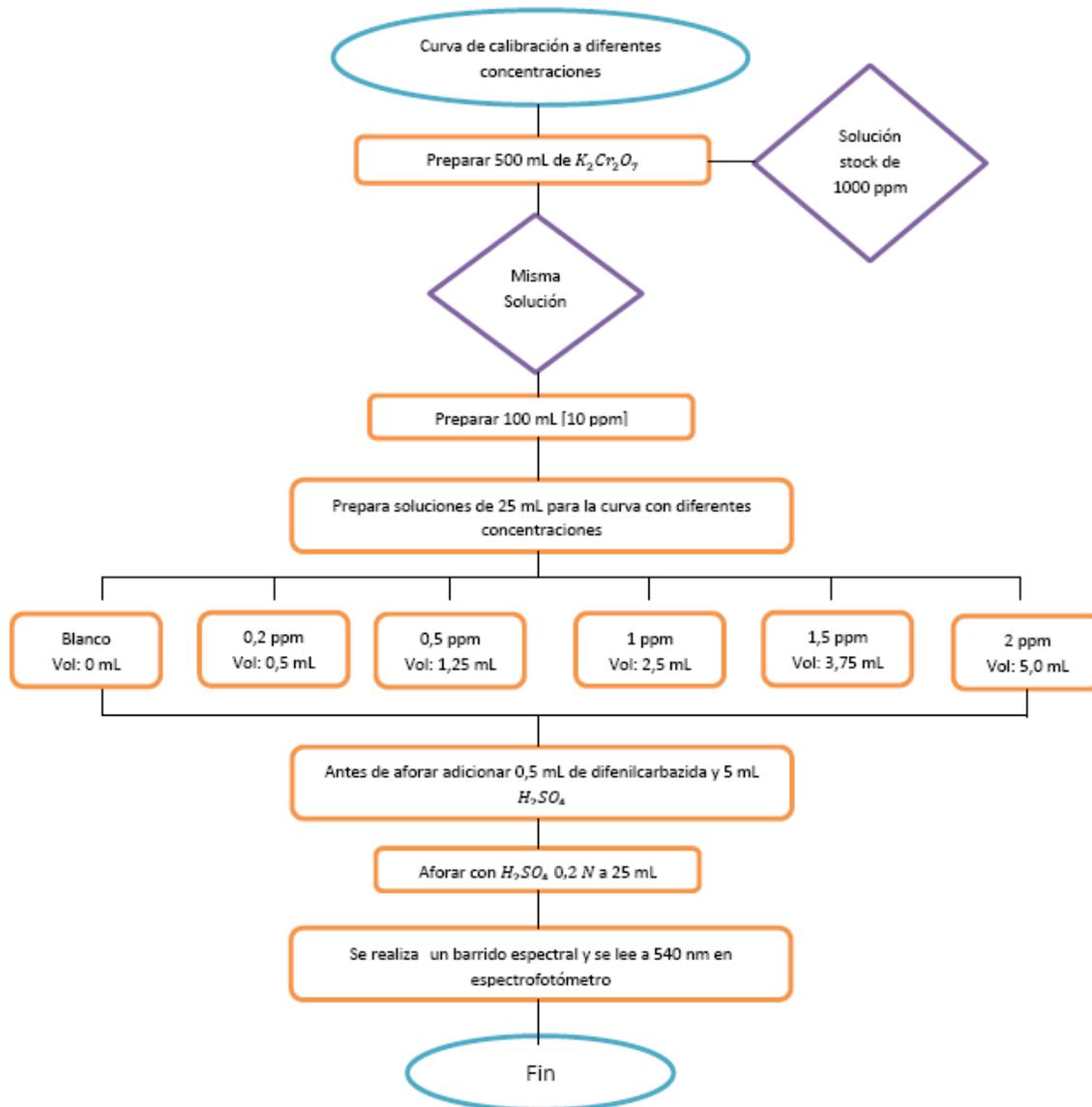


Ilustración 39 .. Preparación de la curva de calibración para remoción de Cr (VI) con difenil carbazida Tomado de informe laboratorio grupo 3

Se realizó el proceso para la determinación de cromo total por espectrofotometría visible con el uso del reactivo difenil carbazida; donde en el diagrama anterior se realizó la respectiva curva de calibración donde se obtuvieron los siguientes resultados en el espectrofotómetro visible en un rango de 540 nm donde se aplicaron los procedimientos para la determinación de cromo en solución preparada. A continuación, se muestra el proceso de preparación de soluciones

- Preparación solución intermedia de 10 ppm

$$\text{Volumen ml solución stock de 1000 ppm} = \frac{10 \text{ ppm} * 100 \text{ ml}}{1000 \text{ ppm}} = 1 \text{ ml}$$

1 ml de solución stock se lleva a balón de 100 ml

- Preparación curva

$$\text{Volumen ml solución intermedia de 10 ppm} = \frac{0,2 \text{ ppm} * 25 \text{ ml}}{10 \text{ ppm}} = 0,5 \text{ ml}$$

0,5 ml de solución intermedia se lleva a balón de 25 ml

$$\text{Volumen ml solución intermedia de 10 ppm} = \frac{0,5 \text{ ppm} * 25 \text{ ml}}{10 \text{ ppm}} = 1,25 \text{ ml}$$

1,25 ml solución intermedia se lleva a balón de 25 ml.

$$\text{Volumen ml solución intermedia de 10 ppm} = \frac{1 \text{ ppm} * 25 \text{ ml}}{10 \text{ ppm}} = 2,5 \text{ ml}$$

2,5 ml solución intermedia se lleva a balón de 25 ml

$$\text{Volumen ml solución intermedia de 10 ppm} = \frac{1,5 \text{ ppm} * 25 \text{ ml}}{10 \text{ ppm}} = 3,75 \text{ ml}$$

3,75 ml solución intermedia se lleva a balón de 25 ml

$$\text{Volumen ml solución intermedia de 10 ppm} = \frac{2 \text{ ppm} * 25 \text{ ml}}{10 \text{ ppm}} = 5,00 \text{ ml}$$

5,00 ml solución intermedia se lleva a balón de 25 ml

\*Cabe resaltar que este aforo se realiza con 0,5 ml de difenil carbazida y 5 ml de ácido sulfúrico  $H_2SO_4$  1N, y se termina de aforar con  $H_2SO_4$  0,2 N.

Luego de preparar las respectivas soluciones se procedió a su lectura en el espectrofotómetro donde se obtuvieron los siguientes resultados:

Cr (VI) ppm	Absorbancia
0,2	0,142
0,5	0,36
1,0	0,701
1,5	0,945
2,0	1,311

Ilustración 40. Resultados Obtenidos en el laboratorio para la curva de calibración

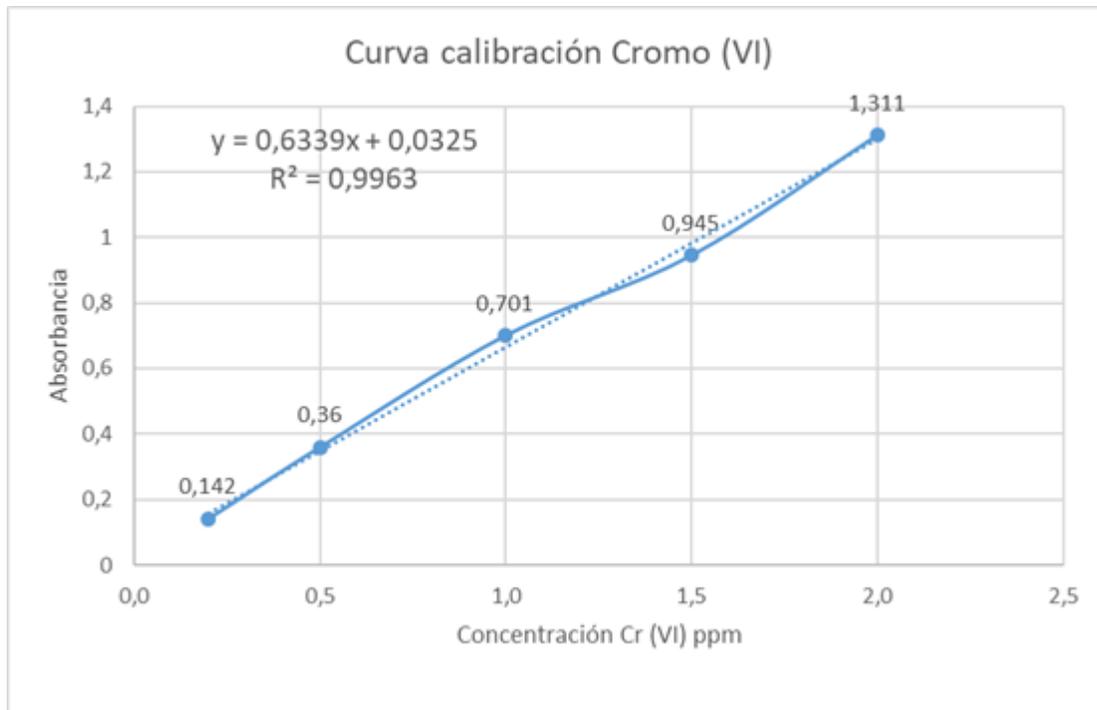


Ilustración 41 Curva de calibración para Cr (VI)

Ecuación recta  $y = 0,6339 x + 0,0325$

Pendiente = 0,6339; Intercepto = 0,0325

$$[\text{Ppm Cr (VI)}] = \frac{\text{Absorbancia} - \text{Intercepto}}{\text{Pendiente}}$$

$$[\text{Ppm Cr (VI)}]_{\text{final}} = \frac{[\text{ppm Cr (VI)}]}{\text{f.dilución}}$$

Luego de obtener la respectiva curva de calibración se realizó la determinación de cromo total removido en una muestra con cada una de las diferentes variedades de naranja (Tangelo, Valencia y Navel) donde se determinó cuál de las variedades según la variación de su acidez y estado de maduración es la más eficaz al momento de remover Cr VI de aguas residuales.

- Preparación solución de trabajo de 100 ppm

$$\text{Volumen ml solución stock de } K_2Cr_2O_4 \text{ 1000 ppm} = \frac{100\text{ppm} \cdot 500 \text{ ml}}{1000\text{ml}} = 50 \text{ ml}$$

50mL solución stock que se lleva a balón de 500 mL

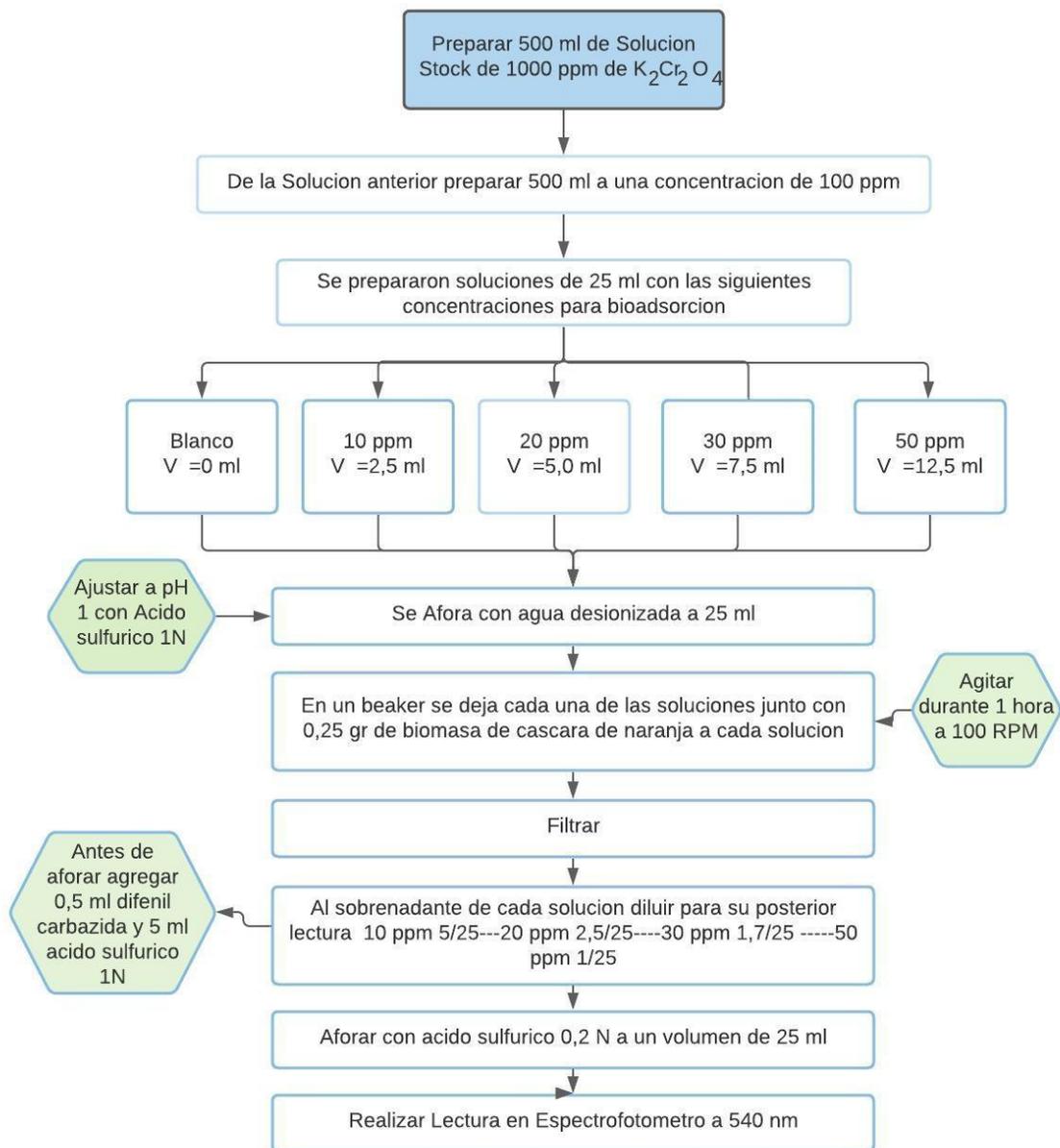


Ilustración 42 Diagrama de proceso determinación de cromo en Variedades de Naranja

- Preparación de soluciones para Bioadsorción:

$$\text{Volumen ml solución de trabajo 100 ppm} = \frac{10 \text{ ppm} \cdot 25 \text{ ml}}{100 \text{ ppm}} = 2,50 \text{ ml}$$

2,50 ml de solución de trabajo se lleva a balón de 25 ml

$$\text{Volumen ml solución de trabajo 100 ppm} = \frac{20 \text{ ppm} \cdot 25 \text{ ml}}{100 \text{ ppm}} = 5,00 \text{ ml}$$

5,00 ml solución de trabajo se lleva a balón de 25 ml

$$\text{Volumen ml solución de trabajo } 100 \text{ ppm} = \frac{30 \text{ ppm} \cdot 25 \text{ ml}}{100 \text{ ppm}} = 7,50 \text{ ml}$$

7,50 ml solución de trabajo se lleva a balón de 25 ml

$$\text{Volumen ml solución de trabajo } 100 \text{ ppm} = \frac{50 \text{ ppm} \cdot 25 \text{ ml}}{100 \text{ ppm}} = 12,50 \text{ ml}$$

12,50 ml solución de trabajo se lleva a balón de 25 ml



*Ilustración 43. Muestras en agitador magnético a diferentes concentraciones de Cr (VI)*



*Ilustración 44. Proceso de filtrado tras 1 hora en agitador magnético*

Preparación soluciones después de la bioadsorción antes de leer al espectrofotómetro, haciendo el cálculo para obtener una concentración de 2 ppm

Volumen ml solución inicial de 10 ppm =  $\frac{2\text{ppm} \cdot 25\text{ ml}}{10\text{ppm}} = 5,00\text{ ml}$  solución FILTRADA se lleva a balón de 25 ml

Volumen ml solución INICIAL de 20 ppm =  $\frac{2\text{ppm} \cdot 25\text{ ml}}{20\text{ppm}} = 2,50\text{ ml}$  solución FILTRADA se lleva a balón de 25 ml

Volumen ml solución INICIAL de 30 ppm =  $\frac{2\text{ppm} \cdot 25\text{ ml}}{30\text{ppm}} = 1,70\text{ ml}$  solución FILTRADA se lleva a balón de 25 ml

Volumen ml solución INICIAL de 50 ppm =  $\frac{2\text{ppm} \cdot 25\text{ ml}}{50\text{ppm}} = 1,00\text{ ml}$  solución FILTRADA se lleva a balón de 25 ml

Donde finalmente se obtuvieron los siguientes resultados por cada una de las variedades tras realizar el procedimiento con cada una de las cáscaras y aplicar la ecuación de recta obtenida inicialmente:

Bioadsorbente	Cr (VI) ppm inicial	factor de dilución	Absorbancia	Cr (VI) final	Cr (VI) ppm final	% Remoción
cáscara naranja tangelo	10	5,0/25	0,034	0,011	0,011	99,8
	20	2,5/25	0,039	0,1	0,1	99,5
	30	1,7/25	0,048	0,36	0,36	98,8
	50	1,0/25	0,046	0,769	0,532	98,9

Ilustración 45 Resultados de remoción de cromo Variedad Tangelo

Bioadsorbente	Cr (VI) ppm inicial	factor de dilución	Absorbancia	Cr (VI) ABS final	Cr (VI) ppm final	% Remoción
cáscara naranja sweet navel	10	5,0/25	0,112	0,627	0,627	93,7
	20	2,5/25	0,14	1,7	1,7	91,5
	30	1,7/25	0,134	2,35	2,35	92,2
	50	1,0/25	0,12	3,45	3,45	93,1

Ilustración 46 Resultados de remoción de cromo Variedad Sweet Navel

Bioadsorbente	Cr (VI) ppm inicial	factor de dilución	Absorbancia	Cr (VI) ABS final	Cr (VI) ppm final	% Remoción
cáscara naranja valencia	10	5,0/25	0,018	-0,114	0	100
	20	2,5/25	0,006	-0,418	0	100
	30	1,7/25	0,001	-0,731	0	100
	50	1,0/25	0,001	-1,242	0	100

Ilustración 47 Resultados de remoción de cromo Variedad Valencia

Los estudiantes de métodos de análisis 1 al ver los resultados realizan los respectivos procedimientos y analizan las diferentes causas de estos resultados, a partir de un informe de la anterior practica por medio del aula invertida donde se relacionan factores

como el pH de la solución donde se realizó el proceso, la superficie de contacto del adsorbente, así como la variedad o maduración del fruto.

## 8 Análisis de Resultados

El objetivo Principal de la CTSA como lo menciona Fernandes, I., Pires, D. M., & Villamañan, R. M. (2014). “es el desarrollo de la cultura científica en los estudiantes, preparándolos para el ejercicio de una ciudadanía activa y consciente”, por lo que el enfoque de este trabajo inicialmente se da al reconocer la problemática que se ocasiona en las curtiembres tras el exceso consumo de agua además de los vertimientos de residuos de Cr(VI) que son arrojados indiscriminadamente sobre las fuentes hídricas sin pensar en los daños ambientales y sociales como es la situación del rio Bogotá donde desde un inicio en la cuenca alta empieza la contaminación al cargarse de compuestos orgánicos y químicos productos de desechos humanos y más graves aun las de las curtiembres donde por tener un proceso rápido y económico han acabado estos ecosistemas además de consumir cantidades de agua absurdas como se muestra en el siguiente grafico se muestra en la siguiente tabla:

Ítems verificados	Cant.	Unidad de medida
Pieles recibidas	40,0	pieles
Peso promedio de pieles (entrada)	25,0	kg / piel
Peso total lote de piel (entrada)	1.000,0	kg/ lote
Agua promedio consumida por cuero	350,0	L
Agua promedio consumida en el proceso productivo del curtido	14.000,0	L
Cantidades de insumos químicos requeridos en el proceso productivo del curtido	670,0	kg

*Ilustración 48. Insumos gastados en proceso de curtido Tomado de Bermudez Bernate, C. A. (2018)*

*Por lo que así como menciona Ariza , L. B., Torres , L. J., & Blanco , D. A. (2016). el uso del enfoque CTSA en la enseñanza de las ciencias permite que los estudiantes establezcan relaciones donde se comprende la dinámica científica y de como esta no se encuentra aislada del contexto social, cultural y político como en este caso donde se reconoció la problemática social y ambiental partiendo de la contaminación de las fuentes hídricas en el rio Bogotá donde por influencia de las curtiembres y sus desechos de Cr(VI) se ve un deterioro significativo sobre la biodiversidad y el ambiente ,por lo que por medio de los instrumentos se evidencia el interés de los estudiantes buscar a partir de procesos tecnológicos y científicos minimizar o buscar una solución viable para el*

*manejo de desechos o reconocer tratamientos de remoción de estos sobre las fuentes hídricas; donde se evidencia claramente como la ciencia y la tecnología son dos sistemas que interactúan social e intelectualmente así como Fernandes, I., Pires, D. M., & Villamañan, R. M. (2014). la necesidad de seleccionar problemas y ejemplos de la vida cotidiana y no una enseñanza que enfatice la ciencia pura básica y descontextualizada, donde con esto se fomenta una adecuada educación científica.*

Cabe resaltar que se retoman y aplican diferentes recursos dentro y fuera del aula enfocados a la CTSA donde se propusieron actividades prácticas, experimentales de laboratorio y posibles salidas de campo donde se pueda evidenciar las problemáticas y relaciones CTSA como se pudo haber realizado al ir y recorrer el nacimiento del río Bogotá así como un muestreo de las aguas hasta ver sus características físico químicas al pasar por el pueblo de Villa pinzón donde se encuentran las primeras curtiembres que empiezan a afectar el río.

Finalmente se logró vincular activamente al estudiante en actividades como fue el juego de roles, resolución de problemas, discusiones e investigaciones sobre la contaminación del cromo y como estas relaciones se manifiestan e interactúan con el medio.

De lo cual se evidencia según Ariza , L. B., Torres , L. J., & Blanco , D. A. (2016). se concluye que este trabajo de investigación se realizó con un enfoque CTSA partiendo de las diferentes perspectivas de este enfoque y siendo destacado en cada uno de los instrumentos practicados donde se favorecen las aplicaciones tecnológicas a partir del proceso de bioadsorción para remover el Cr(VI) de aguas contaminadas además de indagar sobre otras posibles soluciones ,del mismo modo hay una historia donde se menciona el recorrido del río Bogotá y su impacto ambiental de hoy pasando por cada una de sus cuencas y simulando un juego de roles así como los antecedentes de esta problemática.

Del mismo modo se evidencio el razonamiento lógico donde los estudiantes toman una posición y acción frente al tema de discusión donde ponen sus conocimientos adquiridos en discusión y se crean de este modo asuntos éticos y juicios de valor , la axiología al crear valores y pensamientos ecológicos , así como este es un tema sociocultural donde se vinculó a todos con la problemática y se sientan participes donde se ratifica la importancia de la necesidad de una formación en los estudiantes no solo en ciencia y tecnología sino también para generar procesos de cambio social.

En cuanto a la ciencia y tecnología así mismo es necesario crear procedimientos adecuados para lograr los resultados más precisos y realizar prácticas adecuadas por lo que es necesario seguir una serie de procedimientos y de buenas prácticas en el laboratorio Castillo, M., Hurtado , J. M., & Palacio, I. R. (2018). las definen como un conjunto de reglas y procedimientos operativos y prácticos establecidas para asegurar calidad y exactitud en los resultados generados por el laboratorio donde se evidencia un procedimiento a seguir inicialmente tras realizar la respectiva observación de la problemática en la contaminación de las fuentes hídricas producto de las curtiembres

donde los estudiantes indagaron sobre el proceso de bioadsorción y como los residuos agrícolas de naranja podían remover el metal pesado.

Donde se realizó de acuerdo a las buenas prácticas de laboratorio una planeación del trabajo donde de igual forma se explica el procedimiento realizado a partir del video del aula invertida en camtasia y de lo cual los estudiantes identifican el protocolo y lo organizan de forma lógica , además de diseñar herramientas de análisis para la comprensión de los estudios realizados a partir del informe de laboratorio donde se analiza cada uno de los aspectos que hacen fundamental la realización de buenas prácticas de laboratorio como son la organización personal de los instrumentos equipos, uso de elementos de protección personal, las instalaciones que cuenten con adecuada ventilación además de despejada teniendo en cuenta la respectiva documentación de procedimientos a seguir en la práctica y en caso de alguna emergencia, contar con los equipos necesarios como es el caso de balanzas de precisión, agitadores magnéticos , pH metro , espectrofotómetro visible para la determinación así como los diferentes reactivos fundamentales, de igual forma teniendo un adecuado manejo de instrumentos que den calidad a cada uno de los ensayos.

Así como mencionan Conceicao, T., Baptista, M., & Reis , P. (2019) en cuanto al estudiante puede realizar actividades experimentales y este no solo corrobora conceptos sino que también construye su propio conocimientos desde el hacer y esta situación le permite plantear hipótesis y desarrollar un método que lo conlleva a resultados, siendo por lo tanto este trabajo una validación de esto al demostrar que el estudiante está construyendo su propio conocimiento y a partir de prácticas guiadas bien sean presencial o virtual es posible plantear hipótesis y desarrollar métodos que permitan precisión, además de que los estudiantes generan discusiones entorno a los resultados obtenidos, y proponen soluciones a situaciones socio ambientales.

Por lo tanto Conceicao, T., Baptista, M., & Reis , P. (2019) menciona que las prácticas de laboratorio se convierten entonces, en esa herramienta que potencializa la enseñanza y el aprendizaje de la química tanto que ellas aportan al desarrollo de habilidades y destrezas en los estudiante, siendo estrategias didácticas de enseñanza-aprendizaje tiene entre otras ventajas que promueven un ambiente motivador y propicio para el aprendizaje de los estudiantes, donde esto fue evidenciado e los estudiantes a partir del enfoque CTSA y el abordaje de buenas prácticas de laboratorio se dio una calidad en los estudiantes en cuanto motivación, y participación frente a la problemática además que el laboratorio realizado por el aula invertida demostró ser entendido por los estudiantes que incluso en el informe de laboratorio ampliaron sus puntos de vista e indagaron más sobre la remoción de la cascara como bioadsorbente.

Luego de realizar la práctica de laboratorio se obtuvieron los resultados hipotéticos donde se evidencio que la naranja de variedad Valencia fue la que logro un porcentaje mayor de remoción de cromo sobre aguas preparadas donde su remoción fue del 100% de lo cual a partir de las deducciones de los estudiantes en los informes de laboratorio se presentan los diferentes factores que influyeron en la remoción de las variedades y que

factores se tuvieron en cuenta para comparar los resultados obtenidos en el laboratorio con la teoría.

En primera instancia dentro de la selección de cada una de las variedades su cultivo se centra sobre regiones subtropicales, pero en las regiones tropicales presenta un buen comportamiento y según su variedad el color, tamaño, grosor de la cáscara y calidad interna en cuanto a jugos, acidez y azúcares varían inicialmente partiendo de la zona del cultivo y el suelo donde en su mayoría están son cultivadas en la zona cafetera del país dependiendo específicamente la cáscara en factores como:

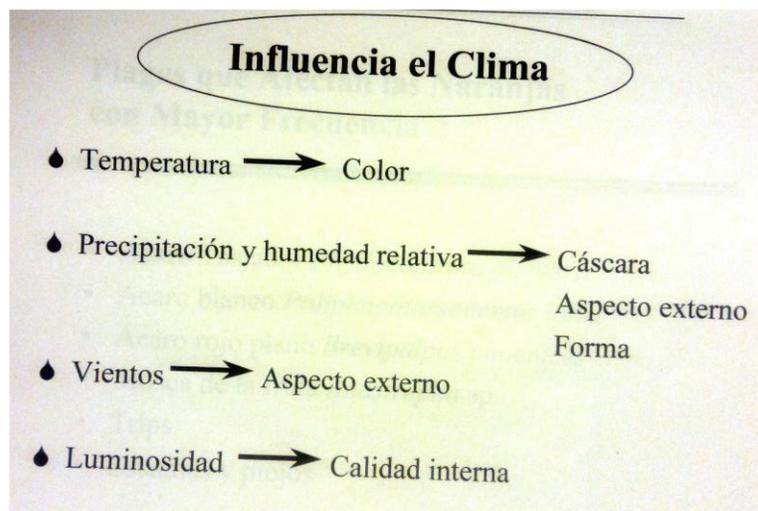


Figura Numero 27. Factores que influyen sobre la calidad de la cáscara

- La temperatura tiene influencia en el color de la cáscara altamente influenciada por los cambios entre el día y la noche donde permite la formación de pigmentos carotenoides que le dan la coloración rojiza y naranja de los cítricos.
- La Precipitación y la humedad donde a mayor temperatura y humedad relativa mayor tamaño donde el cultivo de la naranja valencia se da en la zona cafetera a más de 1.500 m.s.n.m donde por ello su tamaño es más pequeño.
- La luminosidad se evidencia con el aumento de sólidos totales en los frutos donde es directamente proporcional la vitamina C a la luminosidad recibida.
- Un factor determinante en la calidad de la fruta y variación en la cascara es la acidez donde los más altos brix y altas relaciones brix/acido ocurren en frutas ubicadas en la parte externa de la fruta, de igual forma el ácido ascórbico en más alto en frutas ubicadas en la parte exterior de la copa del árbol.

## Influencia de la Nutrición en la Calidad de la Naranja

- **Nitrógeno** Color, rendimiento, textura y forma
- **Fósforo** Corteza, madurez, Brix, acidez
- **Potasio** Tamaño piel, color, porcentaje de jugo

Ilustración 49. Influencia de la Nutrición en la calidad interna y externa de la naranja.

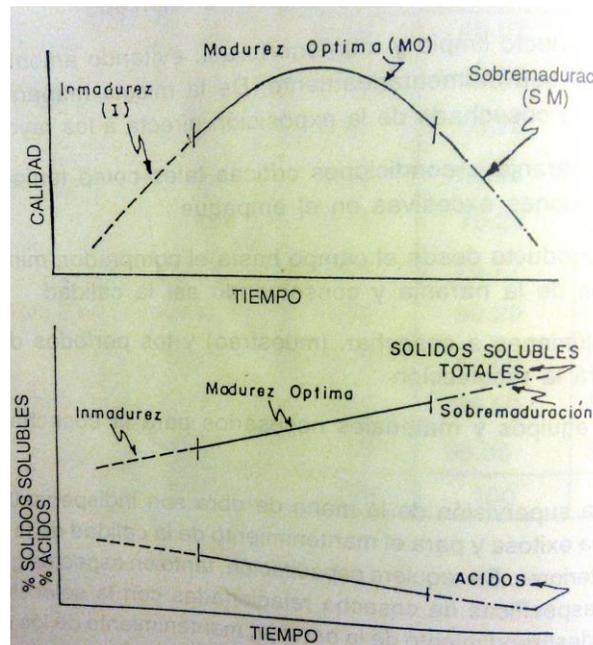


Ilustración 50 Relación de la calidad, tiempo, ácidos y sólidos solubles totales

Se tomaron las tres variedades de naranja en un estado de inmadurez donde se encontraba la fruta en un punto de mayor acidez pero menor porcentaje de sólidos solubles totales, donde esta acidez al ser mayor es un factor importante en cuanto el pH del absorbente directamente donde se va favorecer pH menores en la remoción de cromo en estas aguas se midió el estado de maduración según la escala de cada una de las variedades en el caso del mayor porcentaje de remoción de cáscara de naranja valencia fue a partir de la siguiente escala:



*Ilustración 51 Escala de madurez visual para la naranja Valencia cultivada a más de 900 m.s.n.m*

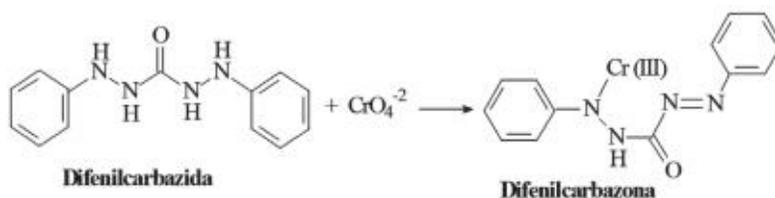
Se tomo la maduración de la fruta en una escala de 1 lo que fue un factor fundamental para la distinción entre cada variedad para la remoción lo que es un factor determinante en la diferencia de remoción de cada una de las variedades y que se encuentra ligado al pH en este caso del adsorbente.

A continuación, se realizó el método de bioadsorción con cáscara de tres variedades diferentes de estos son residuos agrícolas los cuales en su composición química se encuentran principalmente formados por La cáscara del limón contiene citronela, felandreno, vitamina C, ácido cítrico, málico y fórmico, hesperidina y pectinas, esto se llevó al agitador magnético durante una hora. y posteriormente se filtró.



*Ilustración 52 Agitación magnética con cáscara de limón en muestras con cromo VI*

La determinación de la remoción de Cr(VI) se determinó a partir del uso del espectrofotómetro visible a una longitud de onda de 540 nm, se realizó el método con difenil carbazida el cual en presencia del cromo presenta un color violeta como se muestra en la siguiente reacción.



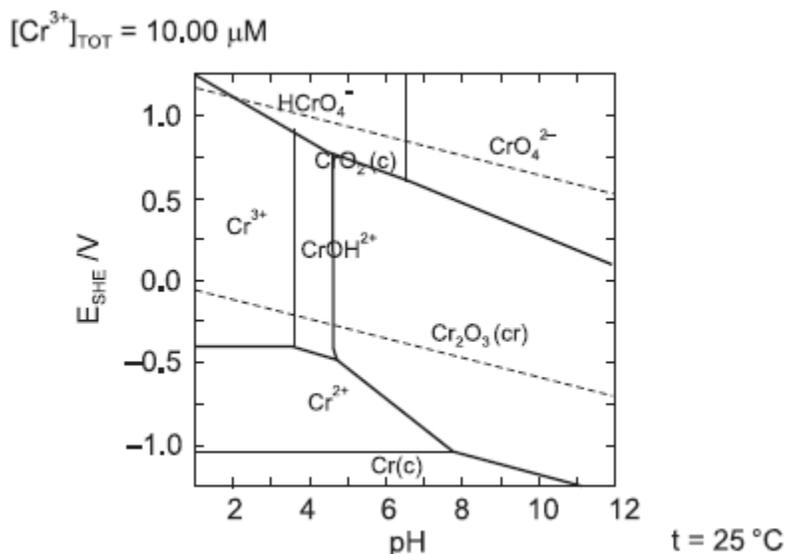
**Figura 1. Estructura del a complejante 1,5-difenilcarbazona**

*Ilustración 53.* Estructura del a complejante 1,5-difenil carbazona. Tomada de Doria H., Paz O., (2013)

Así mismo se realizó un ajuste de pH 1 a la solución con H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>1N esto dado a que a valores de pH ácidos el porcentaje de remoción de la cáscara tiende a ser más efectivo además de este ion metálico en solución tiene la capacidad de cambiar su estado de oxidación Oliveros A. Bastidas C. et al., (2009, p. 61). El pH óptimo de trabajo del agente a complejante es de 1.0; por tanto, los análisis se realizaron a este pH.

Las paredes celulares de los materiales bioadsorbente poseen polisacáridos, proteínas y lípidos, que tienen numerosos grupos funcionales capaces de enlazar metales pesados en la superficie de estos como los grupos amino, carboxílico, hidroxilo, fosfato y tiol, que difieren en su afinidad y especificidad para unirse a iones metálicos, siendo los grupos hidroxilo y carboxílico los más asociados a la retención del Cr (VI). La cáscara de naranja como un bioadsorbente logra remover iones cromo presentes en soluciones preparadas en el laboratorio.

A Continuación, en el siguiente diagrama se evidencia el comportamiento del cromo a estos pH diferentes:



*Ilustración 54* Diagrama de Pourbaix del cromo

A partir del cuadro anterior se evidencia que se realiza el ajuste del pH en donde es más favorable dicha remoción.

Por otro lado, actualmente los procesos de adsorción están siendo ampliamente utilizados por varios investigadores para la eliminación de metales pesados. Los flujos de residuos y carbón activado se han usado con frecuencia como un adsorbente. A pesar de su amplio uso en las industrias de tratamiento de agua y aguas residuales, el carbón activado se mantiene como un material costoso. En los últimos años, la necesidad de métodos seguros y económicos para la eliminación de metales pesados de aguas contaminadas ha requerido interés de investigación hacia la producción de alternativas de bajo costo, disponible comercialmente. Por lo tanto, existe una urgente necesidad de que todas las fuentes posibles de los adsorbentes de bajo costo basados en la agroindustria deben explorarse y su viabilidad para la eliminación de metales pesados debe ser estudiada en detalle.

Finalmente, de los resultados del informe de los estudiantes se mencionan de igual forma diferentes factores que también influyen en el proceso de remoción de metales pesados con cáscara de naranja como mencionan:

- ***En el proceso de adsorción, los factores que afectan la cantidad de sustancia adsorbida son la cantidad del adsorbente (superficie disponible), presión o concentración del adsorbato (cantidad de material disponible) y la temperatura (generalmente es un proceso exotérmico); sin embargo, se debe tener en cuenta que, al ser manipulados los factores mencionados anteriormente, el proceso de adsorción en este caso se verá afectado directamente por la naturaleza del adsorbato como la del adsorbente. Grupo 3***
- ***Cuando las naranjas comienzan a desarrollarse, suelen tener niveles de azúcar bajos y niveles de acidez altos. Cuando continúan creciendo, sus niveles de azúcar se incrementan mientras que sus niveles de acidez disminuyen. El ácido cítrico, como ya se sabe, es el principal ácido encontrado en todas las frutas cítricas. Grupo 2.***

El efecto del pH se analiza desde el punto de que la práctica se manejó en un pH de 1 esto se debe a que en este valor se da de la protonación de la superficie del adsorbente lo que induce a una fuerte atracción por los iones de Cr(VI) de la solución cargados negativamente por lo que la bioadsorción incrementa al aumentar la acidez en solución, donde en esta parte del proceso se aplicaron las técnicas de buena prácticas de laboratorio, así como la parte científica al determinar los porcentajes de remoción de cada una de las cáscaras

En cuanto a lo tecnológico dado que las curtiembres actualmente siguen siendo un foco de contaminación bastante fuerte se deben tener en cuenta diferentes procesos que actualmente se estén realizando para reemplazar los curtientes de cromo por vegetales, Bermudez, C. A. (2018). así como una reducción en la cantidad de agua que se usa en las etapas de ribera y piquelado ,la disminución en los tiempos de operación en algunas

etapas del proceso; y usar otras técnicas de curtición que no sean a base cromo. De las alternativas a mejorar se decidió realizar evaluaciones experimentales del cuero curtido con agentes curtientes que sean libres de cromo junto con el uso del agua proveniente de la planta de tratamiento de agua residual en todo el proceso productivo.

## 9 Conclusiones

- Se aplicó las buenas prácticas de laboratorio en la determinación y cuantificación de Cr (VI) obtenido de la remoción en aguas residuales sintéticas con cáscara de Naranja, en función del enfoque CTSA demostrando un mayor interés hacia el aprendizaje de las ciencias.
- Los estudiantes establecieron la importancia de la bioadsorción para la remoción de metales pesados con residuos agrícolas, al reconocerlo como una alternativa social y ambiental que permite ser una estrategia prometedora para la remoción de Cr (VI) en aguas.
- Se logró que los estudiantes aplicaran el enfoque CTSA al reconocer el papel de la ciencia y tecnología en la vida cotidiana y la participación de estos, en un ejercicio de ciudadanía activa y consciente de igual forma aplicaron algunas de las buenas prácticas de laboratorio con residuos agrícolas para la remoción de Cr (VI) con cáscara de naranja.

## 10 Recomendaciones

- Retomar sobre diferentes procesos que se puedan realizar para la desorción de metales pesados en los residuos agrícolas de cascara
- Poner en práctica el procedimiento de la remoción con las diferentes variedades dado que por cuestiones de aislamiento causada por el COVID 19- no fue posible realizar esta parte del laboratorio con las variedades dado que la práctica se pudo realizar previamente pero en el momento de buscar poner a prueba las variedades no se pudo realizar la práctica por lo que se tomaron supuestos en los datos obtenidos de las variedades así como verificar su eficacia con aguas recolectadas de fuentes hídricas con esta problemática como el rio Tunjuelito.
- Sería Ideal buscar una alternativa a gran escala que permita que las curtiembres empiecen a realizar este tipo de remoción en sus aguas residuales antes de verterlas a los ríos.
- Plantear laboratorios y prácticas que permitan a los estudiantes a partir de otros procedimientos estandarizados y buenas prácticas de laboratorio proponer diferentes alternativas para otros usos de las cascara de naranja y como estos se pueden aplicar en la industria.
- Cabe tener en cuenta que esta investigación se puede realizar en aguas reales de diferentes industrias de metales pesados como curtiembres, industrias de galvanoplastias, tinturas.

## 11 Bibliografía

- Doria Herrera, G. M., Paz Ordoñez, P. A., & Hormaza Anaguano, A. (2013). Estandarización de la difenilcarbazida como indicador y acomplejante en la identificación de cromo hexavalente - Cr (VI). *SCielo*.
- Acosta Arguello, H. A., Barranza Yance , C. A., & Albis Arrieta, A. R. (2016). Adsorción de Cromo (VI) utilizando Cascara de Yuca (Manihot esculenta) como biosorbente: Estudio Cinético. *Ingeniería y desarrollo*, 20.
- Alvaerado Davila, T. L., & Hernandez Sierra, A. T. (2018). Revisión de Alternativas sostenibles para el aprovechamiento del orujo de naranja. *SENA*, 24.
- AMERICAS, O. R. (2016). *CURSO DE GESTION DE CALIDAD Y BUENAS PRACTICAS DE LABORATORIO*. WASHINGTON DC: ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD.
- Ariza Traslaviña, L. B., Torres Romero , L. J., & Blanco Martinez, D. A. (2016). EL ENFOQUE CTSA: UNA ALTERNATIVA PARA MEJORAR LOS NIVELES DE LA ALFABETIZACION CIENTIFICA Y TECNOLOGICA DESDE EL ESTUDIO DE AEROGEL DE CARBONO. *Revista Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 7.
- Baca Meza, J. F. (2018). "INFLUENCIA DEL pH Y GRANULOMETRÍA DE LA CÁSCARA DE CITRUS SINENSIS (naranja) EN LA BIOADSORCIÓN DE CROMO EN EFLUENTE DE ETAPA DE CURTIDO, CURTIEMBRE ECOLÓGICA DEL NORTE". Trujillo Peru, Peru.
- Beltran Siñani, M. I., & Gil Bravo, A. (2018). *Estudio del contenido de azúcares totales en cáscaras de Naranja para su uso en la producción de bioetanol*. Pamplona: Universidad Pública de Navarra.
- Bermudez Bernate, C. A. (2018). PROPUESTA DE UNA ALTERNATIVA DE CAMBIO DE AGENTES CURTIENTES EN LA ETAPA DE CURTIDO PARA LA EMPRESA ECOCAIMÁN. *FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA*, 138.
- Bogotá, A. M. (20 de 02 de 2021). *Guía de producción más limpia para el sector curtiembres de Bogotá Enfoque en vertimientos y residuos*. Obtenido de <http://www.ambientebogota.gov.co/documents/24732/3987253/Gu%C3%ADa+de+producci%C3%B3n+m%C3%A1s+limpia+para+el+sector+curtiembres+de+Bogot%C3%A1.+Enfoque+en+vertimientos+y+residuos.pdf>
- Borges Fernandes, I. M., Pires, D. M., & Delgado Iglesias, J. (2018). ¿Qué mejoras se han alcanzado respecto a la Educación Científica desde el enfoque Ciencia-Tecnología-Sociedad-Ambiente en el nuevo Currículo Oficial de la LOMCE de 5º y 6º curso de Primaria en España? *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 15.

- Bravo Zapata, L. M. (2020). "Efecto del pH en la adsorción de cromo hexavalente por la pectina de *Citrus reticulata* en soluciones sintéticas". *Lima Peru Universidad Privada Del Norte*, 58.
- C., R., R., D., & Armijo, J. (2010). *REDUCCIÓN DE CROMO (VI) A CROMO (III) USANDO CAMU CAMU*. Obtenido de <https://pdfs.semanticscholar.org/d0f9/e283f9f87cbd5701a4917bab79303e601d13.pdf>
- Casallas Rodriguez, E., & Martinez, L. F. (2016). ESTADO DE ARTEPRELIMINARDE LOS APORTESDEL ENFOQUE CTSA EN LA FORMACIÓN CIUDADANA Y EN LOS PROCESOS DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS NATURALES. *Revista Tecné, Episteme y Didaxis: TED.*, 7.
- Castillo Hudiel, M., Hurtado Gamez, J. M., & Palacio Rayo, I. R. (2018). Propuesta de un Manual de Buenas Prácticade Laboratorio (BPL) para la industria Fitofarmacéutica ISNAYA. *UNAN*, 17.
- Caviedes Rubio, D. I., Muños Calderon, R. A., Perdomo Gualtero, A., & Rodriguez Acosta, D. (2015). *Tratamientos para la remocion de Metales Pesados Comunmente presentes en Aguas Residuales Industriales Una revision*. Huila: Revista Ingenieria y Region 73-90.
- Ceron Salazar , I., & Cardona Alzate , C. (2011). Evaluacion del proceso integral para la obtencion de aceite esencial y pectina a partir de cascara de Naranja. *Ingenieria y Ciencia*, 65-86.
- COLOMBIA, U. I. (28 de 10 de 2020). *CARTILLA DE PRODUCCION MAS LIMPIA EN CURTIEMBRES*. Obtenido de CAR- UNIVERSIDAD NACIONAL: <http://sie.car.gov.co/bitstream/handle/20.500.11786/35718/09279.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Conceicao, T., Baptista, M., & Reis , P. (2019). La contaminacion de los recursos hidricos como punto de partida para el activismo socio cientifico. *Revista Eureka sobre la enseñanza y divulgacion de la ciencia*, 13.
- Cuesta Parra, D. M. (2017). *Evaluacion Ambiental Asociada a los vertiminetos de aguas residuales generados por una empresa de curtiembres en la cuenc del Rio Aburra*. Bogota: Universidad de Manizales.
- Davila Martinez , T. A., Sanchez Peña, N., Ordoñez, D. A., & Muñoz Lopez, J. (2017). EVALUACIÓN DE RESIDUOS AGROINDUSTRIALES COMO BIOFILTROS: REMOCIÓN DE CR (VI) EN EFLUENTES DE CURTIEMBRES SINTÉTICOS. *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustria*, 10.
- Diaz , N. A., Bárcena Ruiz, A., Fernández Reyes, E., Galván Cejudo, A., Jorrín Novo, J., Peinado Peinado, J., . . . Túnez Fiñana, I. (s.f.). *Espectrofometría: Espectros de absorción y cuantificación colorimétrica de biomoléculas*. Obtenido de

[https://www.uco.es/dptos/bioquimica-biol-mol/pdfs/08\\_ESPECTROFOTOMETRIA.pdf](https://www.uco.es/dptos/bioquimica-biol-mol/pdfs/08_ESPECTROFOTOMETRIA.pdf)

- Duque Arias, O. (2019). *Diseño de un sistema de Recuperacion de cromo en el proceso de curtido de cuero al cromo en Curtiembres Bufalo*. Medellin: Universidad de Antioquia.
- Durango Usuga, P. A. (2015). Las practicas de Laboratorio como una estrategia didactica alternativa para desarrollar las competencias basicas en el proceso de enseñanza aprendizaje de la quimica. *Universidad Nacional de Colombia*, 77.
- EEUU, D. d. (2012). Resumen de Salud Publica Cromo. *Agencia para sustancias toxicas y registro de enfermedades*, 8.
- Fernandes, I., Pires, D. M., & Villamañan, R. M. (2014). EDUCACIÓN CIENTÍFICA CON ENFOQUE CIENCIA-TECNOLOGÍA-SOCIEDAD-AMBIENTE. CONSTRUCCIÓN DE UN INSTRUMENTO DE ANÁLISIS DE LAS DIRECTRICES CURRICULARES. *SCIELO*, 5.
- Forero Gutierrez, D., & Navarro Muñoz, J. P. (2017). *Implementacion de alternativa de aprovechamiento de residuos solidos organicos mediante el proceso de pirolisis lenta para la obtencion de materiales de uso agricola*. Bogota: Universidad de la Salle.
- Guhl Nannetti, E. (2016). *Nuestra Agua ¿ De donde viene y para donde va?* Bogota: Acueducto y alcantarillado de Bogota.
- lasallista, U. (2012). *Citricos Cultivo poscosecha e industrializacion*. Bogota: Cooperacion Universitaria la sallista.
- Leon Vallejo, G. M., & Alvarez de la Pava, S. (2000). *El manejo Post cosecha de la Naranja*. Quindio: Convenio Sena Reino Unido.
- Martin Gordillo, M., Tedesco, J. C., & Lopez, J. A. (2019). Educacion, Ciencia Tecnologia Y Sociedad. *OEI*, 84.
- Martinez, L. F. (2014). Cuestiones sociocientíficas en la formación de profesores de ciencias: aportes y desafíos. *TED*, 18.
- Martinez, L. F., & Praga Lozano, D. L. (2013). LA EMERGENCIA DE LAS CUESTIONES. *GONDOLA*, 13.
- Meroni, G., Copello, M. I., & Paredes, J. (2015). Enseñar química en contexto. Una dimensión de la innovación didáctica en educación secundaria. *Educacion Quimica* 26- 275 a 280, 6.
- Monroy, A. (2020). *Laboratorio remoción de Cromo VI con cáscara de naranja*. Bogotá.
- Muschiatti Piana, M. D., Civeira, G., & Muschiatti, M. (2017). La intervension docente en educacion universitaria: una experiencia con practicas de laboratorio para

- estudiantes de ciencias ambientales . *Instituto Nacional de Tecnologia Agropecuaria Argentina*, 13.
- Niño Vega, J. A., & Fernandez Morales, F. H. (2019). Una Mirada a la enseñanza de conceptos científicos y tecnológicos a través del material didáctico utilizado. *Revista Espacios*, 14.
- Odelin Prieto, Y. (2007). Buenas Prácticas de Laboratorio y las normas ISO 9001:2000. *Centro Nacional de Investigaciones Científicas (CNIC), Dirección de Diagnóstico Microbiológico*, 4.
- Odelin Prieto, Y. (2008). Buenas Prácticas de Laboratorio y las normas ISO 9001:2000. *Centro Nacional de Investigaciones Científicas Cuba*, 4.
- Organización Panamericana de salud. (2016). *Curso de gestión de Calidad y Buenas Prácticas de Laboratorio*. Washington D,C: Colabiocli.
- Peñaranda Gonzalez , L. V., Montenegro Gomez , S., & Giraldo Abad, P. A. (2017). Aprovechamiento de residuos agroindustriales en Colombia. *Revista de investigación agraria y ambiental*, 10.
- Reverte Sevillano, N. (Julio de 2020). ATENCIÓN PRESTADA A LAS INTERACCIONES CTSA EN LA EDUCACIÓN CIENTÍFICA. Valencia, España, VALENCIA: UNIVERSITAT DE VALÈNCIA.
- Rodríguez Florez, K. (2017). Eficiencia de tres variedades de cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) para la remoción de cromo hexavalente de aguas contaminadas a nivel laboratorio. *Universidad Cesar Vallejo*, 97.
- Strieder, R. B., Bravo Torija, B., & Gil Quilez, M. J. (2017). Ciencia-tecnología-sociedad: ¿Qué estamos haciendo en el ámbito de la investigación en educación en ciencias? *Enseñanza de las Ciencias*, 22.
- Tejada Tovar, C., Quiñones Bolaños , E., Tejada Benitez, L., & Marimon Bolivar, W. (2015). Absorción de Cromo Hexavalente en soluciones acuosas de Cáscara de Naranja. *Producción + Limpia*, 13.
- Tejada Tovar, C., Villabona Ortiz, A., & Garcés Jaraba , L. (2015). Adsorción de metales pesados en aguas residuales usando materiales de origen biológico. *Tecno Lógicas*, 15.
- Tejada Tovar, C., Villabona Ortiz, A., & Jimenez Villadiego, M. (2017). REMOCIÓN DE CROMO HEXAVALENTE SOBRE RESIDUOS DE CACAO PRETRATADOS QUÍMICAMENTE. *Artículo científico*, 9.
- Torres Navarrete, E., Sánchez Laiño, A., & Díaz Ocampo , R. (2017). Composición química de productos y subproductos agrícolas utilizados en alimentación animal . *Revista Amazonica Ciencia y tecnologia Volumen 6*, 13.

Valladares Cisneros, M. G., Valerio Cardenas, C., De la Cruz Burelo, P., & Melgoza Aleman, R. (2016). Adsorbentes no convencionales, alternativas sustentables para el tratamiento de aguas residuales. *Revista Ingenierias Universidad de Medellin*, 19.

YARA. (s.f.). *Yara.com*. Obtenido de <https://www.yara.com.co/nutricion-vegetal/citricos/solidos-solubles-totales-sst-en-citricos/>

## 12 Anexos

### Anexo 1. Prueba pre-Test

Link: Instrumento Numero 1. Google forms :

<https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLScJxZ9RUiAtwD2VArTvjlfdC3vzDjhu8h3xgkDGH5bMOKOWA/viewform>

5. Actualmente la actividad humana está contaminando las fuentes hídricas como es el caso del río Bogotá que, tras nacer en el páramo de Guacheneque, tan solo a 11 km se ve contaminado en Villa pinzón, mencione mínimo 5 contaminantes Domésticos y 5 Industriales.
6. El cromo es un elemento que se encuentra normalmente en rocas, animales, plantas y el suelo. Este se encuentra principalmente en la naturaleza en forma de cromo (VI) y cromo (III), cuál de las siguientes afirmaciones es incorrecta:
  - a. El Cr (III) predomina en organismos vivos, y es un elemento residual para mantener un buen estado de salud.
  - b. El Cr (VI) es una forma producida normalmente en los procesos industriales como el curtido de cuero y colorantes.
  - c. El Cr (III) Y el cromo (VI) se utilizan en el cromado, pigmentos, curtido de cuero y preservación de la madera.
  - d. El Cr (VI) predomina en organismos vivos, y es un elemento residual para mantener un buen estado de salud en cantidades controladas.
7. Una de las mayores problemáticas en la utilización del cromo es la disposición final de este dado que se puede encontrar en el aire en forma de material particulado por la quema de combustibles, descarga de desechos en las aguas producto de manufactura de colorantes, pigmentos y curtido de cueros, esto tiene efectos sobre:

- a. No tiene efectos sobre el medio ambiente dado que estos residuos se sedimentan con facilidad, en cuanto a la biota ocurre el proceso de bioacumulación y biomagnificación.
  - b. Afecta el agua en cuanto disminuye la presencia de oxígeno disuelto, aumenta la salinidad, además de acelerar la erosión en los suelos, además que destruye casi y completamente el microbiota.
  - c. No tiene efecto sobre el ambiente ni el microbiota, por lo que solo pretende crear leyes en contra de las pequeñas industrias de curtiembres para que no se sigan lucrando.
  - d. No tiene efectos sobre el suelo, pero si sobre las especies del ecosistema dato que produce mutaciones, y posterior muerte de animales y vegetales.
8. ¿Qué entiende por residuos agrícolas?
- a. Estos residuos se obtienen de los restos de cultivos o de limpiezas que se hacen del campo para evitar las plagas o los incendios y pueden aparecer en estado sólido, como la leña, o en estado líquido, como los purines u otros elementos residuales obtenidos en actividades agropecuarias.
  - b. Son los producidos por los propios animales al usar la biomasa vegetal como alimento. Este tipo de residuo se incluye dentro del grupo de la biomasa animal, y puede ser originada por un animal vivo o uno muerto.
  - c. Los específicos de la actividad sanitaria propiamente dicha, potencialmente contaminados con sustancias biológicas al haber estado en contacto con pacientes o líquidos biológicos
  - d. Los compuestos por restos de medicamentos cito tóxicos y todo material que haya estado en contacto con ellos, y que presentan riesgos carcinogénicos, mutagénicos y teratogénicos.
9. La industria alimentaria genera grandes volúmenes de residuos sólidos orgánicos, que se descartan, y si ellos no son reciclados o procesados apropiadamente, generan diversos problemas ambientales, en Colombia unos de los mayores residuos son de la industria de cítricos de los cuales pueden ser aprovechados dado que se encuentran altamente compuestos de:
- a. Carbohidratos, Minerales, vitaminas, flavonoides
  - b. Proteínas, carbohidratos, grasas, pectinas.
  - c. Hormonas, grasas, beta carotenos, agua.
  - d. Agua, vitaminas, enzimas, antioxidantes

Anexo # 2 Diapositivas y prueba en kahoot.

Enlace de Acceso plataforma de Classroom

<https://classroom.google.com/c/NzY4MDMxNjE5MDda?cjc=ok5zixh>

Presentación sobre el Cromo



Link de instrumento: <https://classroom.google.com/u/4/w/NzY4MDMxNjE5MDda/t/all>

Anexo 3.

<b>Universidad Pedagógica Nacional de Colombia</b> <b>Facultad de Ciencia y Tecnología</b> <b>Departamento de Química</b> <b>Licenciatura en Química</b>		 UNIVERSIDAD PEDAGOGICA NACIONAL	
<b>Instrumento No 3.</b> Relación del cromo en el impacto ambiental, recorrido por el río Bogotá y sus problemáticas (Curtiembres)			
Nombre:		Edad:	Fecha:
<b>Asignatura:</b> Métodos de Análisis químico I		<b>Asesor:</b> Dora Luz Gómez Aguilar <b>Aplicador:</b> Adrian Camilo Monroy Moreno	

El presente instrumento tiene el objetivo identificar las diferentes problemáticas entorno al río Bogotá lo cual han llevado a que sea uno de los más contaminados del mundo:

- Ingrese al material que se encuentra en la clase “recorrido por el río Bogotá y su problemática” vea los videos que allí se presentan y realice un dibujo donde muestre lo más representativo en cada una de las cuencas (cuenca alta, media y baja).
- Videos de apoyo en el aula Virtual de classroom:
- A partir de la problemática presentada realice un juego de roles donde deberá tener los siguientes personajes.

		
<p>Trabajador Curtiembre</p>	<p>Alcalde</p>	<p>Funcionario de la CAR</p>
		
<p>Pescador unión del río Bogotá y río magdalena</p>	<p>Adulto lavando y abasteciéndose del río en la cuenca media</p>	

- Realice un story telling(una historia corta de máximo 35 palabras donde tenga en cuenta mínimo 3 personajes y gire en torno a la problemática.
- A continuación, (Estas noticias se encuentran en el tercer momento en Noticias Instrumento 3.) se presentan algunas noticias relevantes escoja una de las mencionadas, leerla y estas se socializarán en la siguiente clase



#### Anexo 4.

Enlace de acceso Prezi : <https://prezi.com/view/ziDfmc8NlyfTCVAYp2Tx/>



Kahoot! Home Discover Library Reports Groups Upgrade now Create

**El cromo**  
 0 favorites 4 plays 33 players  
 Play Edit

A public kahoot  
 adrianmonroy199  
 Created 12 months ago

3 - Quiz  
 ¿De qué mineral se obtiene el cromo principalmente?  
 10 sec

4 - True or false  
 El Cr(VI) es un oligoelemento esencial en el cuerpo  
 10 sec

5 - True or false  
 Después de ser respirado el Cr (VI) puede causar irritación y sangrado de la nariz.  
 10 sec

6 - Quiz  
 Dentro de los principales usos del cromo se encuentran  
 10 sec

## Anexo 5.

Enlace

Video

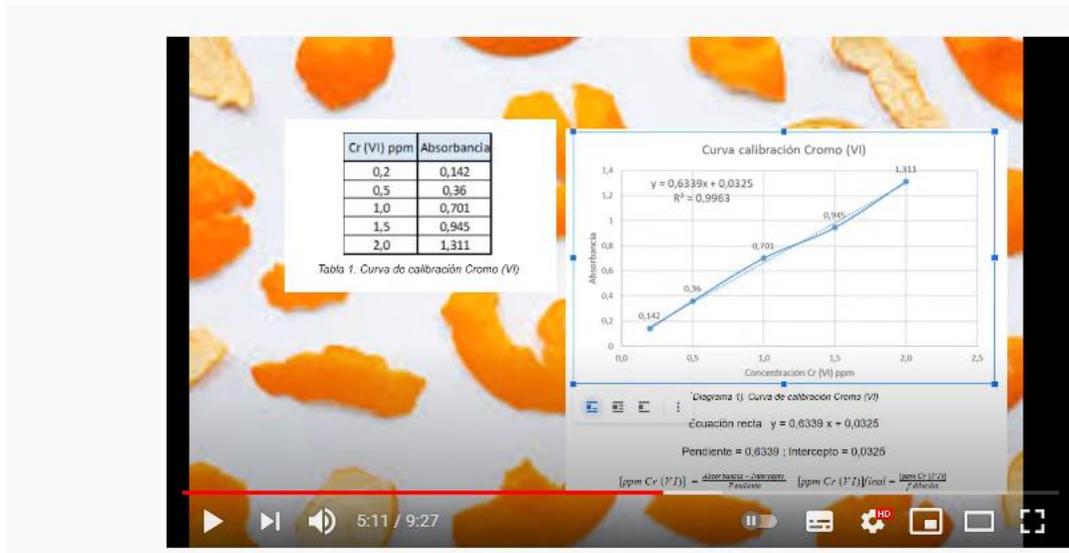
Aula

Invertida.

[https://www.youtube.com/watch?v=ErOutzsUoLY&feature=emb\\_imp\\_woyt](https://www.youtube.com/watch?v=ErOutzsUoLY&feature=emb_imp_woyt)



youtube.com/watch?v=ErOutzsUoLY&t=376s



## Anexo 6. Actividades de los estudiantes.



### Juego de Roles Grupo 3.

El alcalde de Villa Pinzón debe tener planes de control para la descontaminación en la parte alta del río.

La descontaminación en el río se complica porque los habitantes lavan y ejercen trabajos que contaminan con jabones y detergentes a base de fosforo y no son biodegradables



Las curtiembres del municipio no tienen plantas de tratamiento por lo que contaminan con agentes químicos.

El funcionario de la CAR debe controlar en la región Andina donde situado todo el río a lo largo del municipio de Cundinamarca, administrando dentro del área de jurisdicción, el medio ambiente recursos naturales renovables y propender por su desarrollo sostenible.

### Anexo Resumen Noticia:



está  
y los

## **RANIPET, LA INDIA: CIUDAD ENVENENADA CON CROMO**

India es un país que ha sido muy reconocido por su arquitectura, por sus tradiciones y fiestas, por sus lugares turísticos enriquecidos de paisajes y diferentes climas, por tener una de las siete maravillas del mundo, el Taj Mahal; sin embargo, muchos de estos atractivos hacen parte de una sola cara de la India. Este país también es conocido por su alta contaminación, no solo por tener uno de los mayores niveles de emisión de vehículos y desechos de basura, sino también por la contaminación en sus aguas.

Un reconocido ejemplo de esta contaminación es el mar de Ganges, en donde los hindús botan los cuerpos de sus seres queridos fallecidos, donde se bañan y adicional botan basura. Para hablar de otro ejemplo en aguas, el video describe como en Ranipet, una ciudad que pertenece a India, hay un alto grado de contaminación por su industrialización, la mayor actividad económica es el tratamiento de cuero pero este proceso usa primeramente bases de sales de cromo y no agentes vegetales, este primer proceso es altamente tóxico y ha contaminado altamente las aguas, la fertilidad de suelos y así mismo la economía de familias y su vida ya que el promedio de vida son los 40 años. La exposición al cromo produce laceraciones, úlceras, anemias y la muerte dependiendo si ha sido ingerido, respirado o por contacto con aguas contaminadas. Para tratar de solucionar esta contaminación se han cerrado fábricas de producción de dicho compuesto, sin embargo, estas fábricas son usadas para arrojar desechos tóxicos del mismo impidiendo la recuperación del recurso hídrico y del medio ambiente.

### **Ranipet: Contaminación por cromo**

Ranipet es una ciudad de la India, situada como una de las ciudades más contaminadas del mundo, concretamente es la novena ciudad en cuanto a contaminación. Esta contaminación es causada principalmente por las plantas químicas que durante años han estado afectando esta zona de la india.

El Cr es un elemento que se encuentra naturalmente y que puede existir en varias formas químicas y estados de valencia en el ambiente. La biodisponibilidad del Cr, así como la capacidad de atravesar las membranas celulares, constituye un factor importante que determina la toxicidad de los diferentes compuestos. Estudios de la inhalación de mezclas de Cr(+3) y (+6) .

Por el mal uso de los recursos (hídricos) y por no hacer el correcto proceso para la recolección de residuos, en este caso por el proceso de curtiembres, esta población está seriamente atacada. Esta contaminación se debe principalmente por una enorme cantidad de desperdicios venenosos aportados por las industrias de metales pesados y sustancias están provocando la contaminación irreversible de espacios disponibles para el cultivo de alimentos.

Esta contaminación está empeorando la salud de los pobladores de esta ciudad, generando mutaciones genéticas, asma, enfermedades respiratorias, digestivas, cardíacas y de la piel.

Todos estos problemas se van empeorando por no tener la conciencia respectiva, sobre el terrible daño que le ha causado a la naturaleza y por ende al ser humano. El gobierno de esta ciudad debería poner más cuidado y tener ciertos reglamentos para esta industria y para las demás que usen metales pesados, para mitigar estos problemas y mejorar la calidad de vida.

Actividad realizada en uno de los instrumentos donde los estudiantes identifican una situación en una ciudad de la india donde los vertimientos de cromo se salieron totalmente de control.

## **Anexo. Resumen de documental realizado grupo de aplicación.**

### **DOCUMENTAL CURTIEMBRES DE SAN BENITO-BOGOTA**

**Dirección: Andrés Ramírez**

**Producción: Luis Fernando Patiño.**

San Benito, un barrio totalmente urbano de la localidad de Tunjuclito fue fundado hacia 1948 por poblaciones que venían del Altiplano cundiboyacense los cuales, en su mayoría se asentaron en este lugar para la obtención de agua del río, el procesamiento del cuero del ganado y elaboración de artículos de cuero el cual genera una gran cantidad de contaminación para lo que es el agua del río y el medio ambiente. Las normativas ambientales sobre el tratamiento de residuos y vertimientos de agua propiciaron una búsqueda urgente sobre nuevas alternativas para el vertimiento de residuos líquidos y sólidos ya que la mayoría de estas etapas de procesamiento requieren la utilización de químicos los cuales han sido una de las problemáticas más notorias para la contaminación medio ambiente. Actualmente, a pesar de que se han generado algunas soluciones provisionales, la gran cantidad de agua utilizada en el proceso de pelambre o sulfurado nunca llega a ser apta para el consumo humano ya que se generan sulfuros de hidrógeno, nitrógeno amoniacal mercaptanos, que sumados a otros contaminantes derivados de los otros procesos como sales ácidas con cromo, carbonatos de sodio, ácidos orgánicos grasas y aceites hacen que el barrio San Benito sea catalogado desde hace más de 70 años como un generador de impacto ambiental altamente negativo.

## **Anexo de resultados indagados y detallados de dos de los grupos aplicación**

### **ANÁLISIS DE RESULTADOS**

En el proceso de adsorción, los factores que afectan la cantidad de sustancia adsorbida son la cantidad del adsorbente (superficie disponible), presión o concentración del adsorbato (cantidad de material disponible) y la temperatura (generalmente es un proceso exotérmico); sin embargo, se debe tener en cuenta que, al ser manipulados los factores mencionados anteriormente, el proceso de adsorción en este caso se verá afectado directamente por la naturaleza del adsorbato como la del adsorbente.

El sabor de una naranja es determinado por el balance de azúcar y acidez. Su proporción de dulzura puede ser calculada dividiendo el nivel de azúcar por el nivel de acidez.

El contenido de SST en los frutos se obtiene normalmente evaluando los grados Brix del fruto. El SST o contenido de azúcar mide e incluye los carbohidratos, ácidos orgánicos, proteínas, grasas y minerales del fruto. Eso representa 10-20% del peso fresco del fruto y aumenta con la maduración para producir un fruto menos ácido y más dulce (YARA, s.f.)

### nivel de azúcar / nivel de acidez = brix

La ratio Brix-Ácido variará dependiendo del tipo de cítrico, pero se debe resaltar que es inversamente proporcional al nivel de acidez y directamente proporcional al nivel de azúcar. O dicho de una forma más común “Cuanto más grados Brix, mayor presencia de azúcares, por lo tanto, la fruta es más dulce”.

Cuando las naranjas comienzan a desarrollarse, suelen tener niveles de azúcar bajos y niveles de acidez altos. Cuando continúan creciendo, sus niveles de azúcar se incrementan mientras que sus niveles de acidez disminuyen. El ácido cítrico, como ya se sabe, es el principal ácido encontrado en todas las frutas cítricas.

Así se toma como referencia que la Naranja Tangelo (*Citrus x tangelo*) es un cítrico híbrido, resultado del cruce entre pomelo y mandarina y que la naranja Sweet Navel, es un cítrico de madurez precoz, su color es naranja intenso y el sabor dulce y agradable; mientras que la naranja Valencia se caracteriza por tener una piel fina y lisa (característica esencial a la hora de llevar a cabo la adsorción), un color más pálido, elevado contenido de zumo y acidez relativamente elevada. Con lo expuesto anteriormente, se puede inferir que el sabor del cítrico al ser elevado en contenido de azúcar tendría niveles más bajos en acidez.

Adicionalmente, si retomamos desde el punto de vista químico de carácter oxidativo, el grupo funcional carboxilo presenta una ventaja respecto al grupo hidroxilo. Así, la eficiencia de adsorción radica en la presencia de estos grupos funcionales que se encuentran presentes en las naranjas, por lo que se puede afirmar que la cáscara de la naranja Valencia, con mayor acidez, a pesar de que también posee fructosa como las demás debe su éxito rotundo a la presencia en mayor cantidad de ácidos como se expresa a continuación.

El ácido L-ascórbico ( $C_6H_8O_6$ ), comúnmente llamado vitamina C, es considerado uno de los más potentes agentes antioxidantes del organismo, es hidrosoluble y posee propiedades ácidas y fuertemente reductoras. Tales propiedades se deben a su estructura enediol y a la posibilidad de ionizar el hidroxilo situado sobre el carbono 3, formando un anión que queda estabilizado por resonancia. Eventualmente puede disociarse el hidroxilo del carbono 2, formando un bianión, aunque no adquiere la misma estabilidad que la del carbono 3.

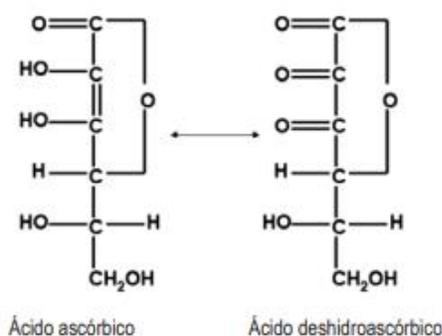


Figura 1. Estructura química de los isómeros de la vitamina C.

Obtenido de: (C., R., & Armijo, 2010) (C., R., & Armijo, 2010)

Por otro lado, el ácido cítrico ( $C_6H_8O_7$ ) es un sólido cristalino incoloro o blanco, inodoro y de fuerte sabor agrio, soluble en alcohol, éter y agua. El ácido cítrico es un ácido triprótico, es decir, solo tres de sus ocho hidrógenos (los que pertenecen a los grupos carboxilo) se ionizan.

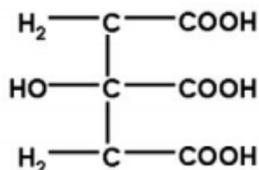


Figura 2. Estructura del ácido cítrico.

Obtenido de: (C., R., & Armijo, 2010)

Para el análisis de las muestras con cromo se utiliza el método espectrofotométrico del difenil carbazida. Con base en la ecuación química siguiente:

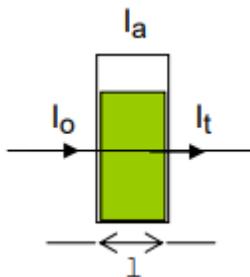


Obtenido de: (C., R., & Armijo, 2010)

El ácido ascórbico contenido en la cáscara de naranja cumple con el papel reductor, lo que demuestra que la capacidad de adsorción a pH bajos o ácidos aumenta y verifica que la reducción del  $Cr^{6+}$  a  $Cr^{3+}$  sea efectiva. De allí la relación inversa entre pH y proceso de reducción del metal pesado.

*La espectrofotometría UV-visible es una técnica analítica que permite determinar la concentración de un compuesto en solución. Se basa en que las moléculas absorben las radiaciones electromagnéticas y a su vez que la cantidad de luz absorbida depende de forma lineal de la concentración. Para hacer este tipo de medidas se emplea un espectrofotómetro, en el que se puede seleccionar la longitud de onda de la luz que pasa por una solución y medir la cantidad de luz absorbida por la misma.*

*Cuando un rayo de luz de una determinada longitud de onda de intensidad  $I_o$  incide perpendicularmente sobre una disolución de un compuesto químico que absorbe luz o cromóforo, el compuesto absorberá una parte de la radiación incidente ( $I_a$ ) y dejará pasar el resto ( $I_t$ ), de forma que se cumple:  $I_o = I_a + I_t$*

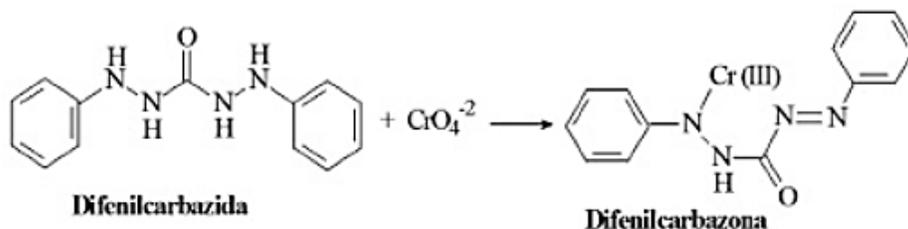


(Diaz , y otros)

La absorbancia ( $A$ ) es un concepto más relacionado con la muestra puesto que nos indica la cantidad de luz absorbida por la misma, y se define como el logaritmo de  $1/T$ , en consecuencia:  $A = \log 1/T = -\log T = -\log I_t/I_o$ . Cuando la intensidad incidente y transmitida son iguales ( $I_o = I_t$ ), la transmitancia es del 100% e indica que la muestra no absorbe a una determinada longitud de onda, y entonces  $A$  vale  $\log 1 = 0$ .

La cantidad de luz absorbida dependerá de la distancia que atraviesa la luz a través de la solución del cromóforo y de la concentración de éste. Obtenido de: (Diaz , y otros)

Finalmente, la lectura en el espectrofotómetro muestra que la absorbancia es menor en los resultados obtenidos con la cascara de naranja Valencia, debido a que con el tratamiento de esta cascara de naranja se retuvo o removieron los iones de  $Cr^{6+}$  con mayor eficiencia y un % de remoción del 100 %, expresando que han bajado la concentración de los iones de cromo inmersos en la solución de tal manera que absorbe mejor la luz. por otra parte, el uso del indicador de Difetil carbazida sirve para la determinación de iones pesados en este caso los de  $Cr^{6+}$  determinados en la espectrometría, debido a que la colorimetría es considerada uno de los procedimientos más sencillos, económicos y eficientes debido a la gran exactitud y precisión en la cuantificación de iones. Así mismo este indicador es un agente acomplejante del ion  $Cr^{3+}$  que han quedado reducidos por la acción del bioadsorbente (cascara de naranja), como se muestra en la siguiente reacción dando la formación del complejo 1,5-difenilcarbazona.



Obtenido de: ( Doria Herrera, Paz Ordoñez, & Hormaza Anaguano, 2013)

Cabe aclarar que para esta lectura en el espectrofotómetro es importante también añadir una solución buffer o reguladora de pH es decir que permita mantenerlo constante, por último se puede indicar que al realizar espectros de absorción de distintas sustancias para determinar su  $\lambda_{Máx}$  (referente a la longitud de onda a lo largo del espectro de absorción donde una sustancia tiene su absorción de fotones más fuerte) y comprobar que hubo un cambio en la estructura de la molécula, ya que se han reducido los iones de  $Cr^{6+}$  y supone una modificación en su espectro como ocurrió con mayor % en la cascara de Valencia.

En conclusión, se pudo comprobar que la cáscara de naranja tiene dos centros activos de adsorción, grupos hidroxilo y carboxilo; y que este bioadsorbente lignocelulósico tiene un buen porcentaje de remoción y puede ser implementando para la remediación de aguas residuales industriales.

### 13 Bibliografía

- Doria Herrera, G. M., Paz Ordoñez, P. A., & Hormaza Anaguano, A. (2013). Estandarización de la difenilcarbazida como indicador y acomplejante en la identificación de cromo hexavalente - Cr (VI). *SCielo*.
- Acosta Arguello, H. A., Barranza Yance, C. A., & Albis Arrieta, A. R. (2016). Adsorción de Cromo (VI) utilizando Cascara de Yuca (Manihot esculenta) como biosorbente: Estudio Cinético. *Ingeniería y desarrollo*, 20.
- Alvaerado Davila, T. L., & Hernandez Sierra, A. T. (2018). Revisión de Alternativas sostenibles para el aprovechamiento del orujo de naranja. *SENA*, 24.
- AMERICAS, O. R. (2016). *CURSO DE GESTION DE CALIDAD Y BUENAS PRACTICAS DE LABORATORIO*. WASHINGTON DC: ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD.
- Ariza Traslaviña, L. B., Torres Romero, L. J., & Blanco Martínez, D. A. (2016). EL ENFOQUE CTSA: UNA ALTERNATIVA PARA MEJORAR LOS NIVELES DE LA ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA DESDE EL ESTUDIO DE AEROGEL DE CARBONO. *Revista Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 7.
- Baca Meza, J. F. (2018). "INFLUENCIA DEL pH Y GRANULOMETRÍA DE LA CÁSCARA DE CITRUS SINENSIS (naranja) EN LA BIOADSORCIÓN DE CROMO EN EFLUENTE DE ETAPA DE CURTIDO, CURTIEMBRE ECOLÓGICA DEL NORTE". Trujillo Peru, Peru.
- Beltran Siñani, M. I., & Gil Bravo, A. (2018). *Estudio del contenido de azúcares totales en cáscaras de Naranja para su uso en la producción de bioetanol*. Pamplona: Universidad Pública de Navarra.
- Bermudez Bernate, C. A. (2018). PROPUESTA DE UNA ALTERNATIVA DE CAMBIO DE AGENTES CURTIENTES EN LA ETAPA DE CURTIDO PARA LA EMPRESA ECOCAIMÁN. *FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA*, 138.
- Bogotá, A. M. (20 de 02 de 2021). *Guía de producción más limpia para el sector curtiembres de Bogotá Enfoque en vertimientos y residuos*. Obtenido de <http://www.ambientebogota.gov.co/documents/24732/3987253/Gu%C3%ADa+de+producci%C3%B3n+m%C3%A1s+limpia+para+el+sector+curtiembres+de+Bogotá%3%A1.+Enfoque+en+vertimientos+y+residuos.pdf>
- Borges Fernandes, I. M., Pires, D. M., & Delgado Iglesias, J. (2018). ¿Qué mejoras se han alcanzado respecto a la Educación Científica desde el enfoque Ciencia-Tecnología-Sociedad-Ambiente en el nuevo Currículo Oficial de la LOMCE de 5º y 6º curso de Primaria en España? *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 15.
- Bravo Zapata, L. M. (2020). "Efecto del pH en la adsorción de cromo hexavalente por la pectina de Citrus reticulata en soluciones sintéticas". *Lima Peru Universidad Privada Del Norte*, 58.
- C., R., R., D., & Armijo, J. (2010). *REDUCCIÓN DE CROMO (VI) A CROMO (III) USANDO CAMU CAMU*. Obtenido de <https://pdfs.semanticscholar.org/d0f9/e283f9f87cbd5701a4917bab79303e601d13.pdf>

- Casallas Rodriguez, E., & Martinez, L. F. (2016). ESTADO DE ARTE PRELIMINAR DE LOS APORTES DEL ENFOQUE CTSA EN LA FORMACIÓN CIDADANA Y EN LOS PROCESOS DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS NATURALES. *Revista Tecné, Episteme y Didaxis: TED.*, 7.
- Castillo Hudiel, M., Hurtado Gamez, J. M., & Palacio Rayo, I. R. (2018). Propuesta de un Manual de Buenas Prácticas de Laboratorio (BPL) para la industria Fitofarmacéutica ISNAYA. *UNAN*, 17.
- Caviedes Rubio, D. I., Muños Calderon, R. A., Perdomo Gualtero, A., & Rodriguez Acosta, D. (2015). *Tratamientos para la remocion de Metales Pesados Comunmente presentes en Aguas Residuales Industriales Una revision*. Huila: Revista Ingenieria y Region 73-90.
- Ceron Salazar, I., & Cardona Alzate, C. (2011). Evaluacion del proceso integral para la obtencion de aceite esencial y pectina a partir de cascara de Naranja. *Ingenieria y Ciencia*, 65-86.
- COLOMBIA, U. I. (28 de 10 de 2020). *CARTILLA DE PRODUCCION MAS LIMPIA EN CURTIEMBRES*. Obtenido de CAR- UNIVERSIDAD NACIONAL: <http://sie.car.gov.co/bitstream/handle/20.500.11786/35718/09279.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Conceicao, T., Baptista, M., & Reis, P. (2019). La contaminacion de los recursos hidricos como punto de partida para el activismo socio cientifico. *Revista Eureka sobre la enseñanza y divulgacion de la ciencia*, 13.
- Cuesta Parra, D. M. (2017). *Evaluacion Ambiental Asociada a los vertiminetos de aguas residuales generados por una empresa de curtiembres en la cuenc del Rio Aburra*. Bogota: Universidad de Manizales.
- Davila Martinez, T. A., Sanchez Peña, N., Ordoñez, D. A., & Muñoz Lopez, J. (2017). EVALUACIÓN DE RESIDUOS AGROINDUSTRIALES COMO BIOFILTROS: REMOCIÓN DE CR (VI) EN EFLUENTES DE CURTIEMBRES SINTÉTICOS. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustria*, 10.
- Diaz, N. A., Bárcena Ruiz, A., Fernández Reyes, E., Galván Cejudo, A., Jorrín Novo, J., Peinado Peinado, J., . . . Túnez Fiñana, I. (s.f.). *Espectrofometría: Espectros de absorción y cuantificación colorimétrica de biomoléculas*. Obtenido de [https://www.uco.es/dptos/bioquimica-biol-mol/pdfs/08\\_ESPECTROFOTOMETRIA.pdf](https://www.uco.es/dptos/bioquimica-biol-mol/pdfs/08_ESPECTROFOTOMETRIA.pdf)
- Duque Arias, O. (2019). *Diseño de un sistema de Recuperacion de cromo en el proceso de curtido de cuero al cromo en Curtiembres Bufalo*. Medellin: Universidad de Antioquia.
- Durango Usuga, P. A. (2015). Las practicas de Laboratorio como una estrategia didactica alternativa para desarrollar las competencias basicas en el proceso de enseñanza aprendizaje de la quimica. *Universidad Nacional de Colombia*, 77.
- EEUU, D. d. (2012). Resumen de Salud Publica Cromo. *Agencia para sustancias toxicas y registro de enfermedades*, 8.
- Fernandes, I., Pires, D. M., & Villamañan, R. M. (2014). EDUCACIÓN CIENTÍFICA CON ENFOQUE CIENCIA-TECNOLOGÍA-SOCIEDAD-AMBIENTE. CONSTRUCCIÓN DE UN INSTRUMENTO DE ANÁLISIS DE LAS DIRECTRICES CURRICULARES. *SCIELO*, 5.

- Forero Gutierrez, D., & Navarro Muñoz, J. P. (2017). *Implementacion de alternativa de aprovechamiento de residuos solidos organicos mediante el proceso de pirolisis lenta para la obtencion de materiales de uso agricola*. Bogota: Universidad de la Salle.
- Guhl Nannetti, E. (2016). *Nuestra Agua ¿ De donde viene y para donde va?* Bogota: Acueducto y alcantarillado de Bogota.
- lasallista, U. (2012). *Citricos Cultivo poscosecha e industrializacion*. Bogota: Cooperacion Universitaria la sallista.
- Leon Vallejo, G. M., & Alvarez de la Pava, S. (2000). *El manejo Post cosecha de la Naranja* . Quindio: Convenio Sena Reino Unido.
- Martin Gordillo, M., Tedesco, J. C., & Lopez, J. A. (2019). Educacion, Ciencia Tecnologia Y Sociedad. *OEI*, 84.
- Martinez, L. F. (2014). Cuestiones sociocientificas en la formación de profesores de ciencias: aportes y desafíos. *TED*, 18.
- Martinez, L. F., & Praga Lozano, D. L. (2013). LA EMERGENCIA DE LAS CUESTIONES. *GONDOLA*, 13.
- Meroni, G., Copello, M. I., & Paredes, J. (2015). Enseñar química en contexto. Una dimensión de la innovación didáctica en educación secundaria. *Educacion Quimica 26- 275 a 280*, 6.
- Monroy, A. (2020). *Laboratorio remoción de Cromo VI con cáscara de naranja*. Bogotá.
- Muschietti Piana, M. D., Civeira, G., & Muschietti, M. (2017). La intervencion docente en educacion universitaria: una experiencia con practicas de laboratorio para estudiantes de ciencias ambientales . *Instituto Nacional de Tecnologia Agropecuaria Argentina*, 13.
- Niño Vega, J. A., & Fernandez Morales, F. H. (2019). Una Mirada a la enseñanza de conceptos científicos y tecnologicos a traves del material didactico utilizado. *Revista Espacios*, 14.
- Odelin Prieto, Y. (2007). Buenas Prácticas de Laboratorio y las normas ISO 9001:2000. *Centro Nacional de Investigaciones Científicas (CNIC), Dirección de Diagnóstico Microbiológico*, 4.
- Odelin Prieto, Y. (2008). Buenas Prácticas de Laboratorio y las normas ISO 9001:2000. *Centro Nacional de Investigaciones Científicas Cuba*, 4.
- Organizacion Panamericana de salud. (2016). *Curso de gestion de Calidad y Buenas Practicas de Laboratorio*. Washington D,C: Colabiocli.
- Peñaranda Gonzalez , L. V., Montenegro Gomez , S., & Giraldo Abad, P. A. (2017). Aprovechamiento de residuos agroindustriales en colombia. *Revista de investigacion agraria y ambiental*, 10.
- Reverte Sevillano, N. (Julio de 2020). ATENCIÓN PRESTADA A LAS INTERACCIONES CTSA EN LA EDUCACIÓN CIENTÍFICA. Valencia, España, VALENCIA: UNIVERSITAT DE VALÈNCIA.
- Rodriguez Florez, K. (2017). Eficiencia de tres variedades de cáscara de plátano (Musa paradisiaca) para la remoción de cromo hexavalente de aguas contaminadas a nivel laboratorio. *Universidad Cesar Vallejo*, 97.

- Strieder, R. B., Bravo Torija, B., & Gil Quilez, M. J. (2017). Ciencia-tecnología-sociedad: ¿Qué estamos haciendo en el ámbito de la investigación en educación en ciencias? *Enseñanza de las Ciencias*, 22.
- Tejada Tovar, C., Quiñones Bolaños, E., Tejada Benitez, L., & Marimon Bolivar, W. (2015). Absorción de Cromo Hexavalente en soluciones acuosas de Cascara de Naranja. *Produccion + Limpia*, 13.
- Tejada Tovar, C., Villabona Ortiz, A., & Garces Jaraba, L. (2015). Adsorción de metales pesados en aguas residuales usando materiales de origen biológico. *Tecno Lógicas*, 15.
- Tejada Tovar, C., Villabona Ortiz, A., & Jimenez Villadiego, M. (2017). REMOCIÓN DE CROMO HEXAVALENTE SOBRE RESIDUOS DE CACAO PRETRATADOS QUÍMICAMENTE. *Artículo científico*, 9.
- Torres Navarrete, E., Sanchez Laiño, A., & Diaz Ocampo, R. (2017). Composición química de productos y subproductos agrícolas utilizados en alimentación animal. *Revista Amazonica Ciencia y tecnologia Volumen 6*, 13.
- Valladares Cisneros, M. G., Valerio Cardenas, C., De la Cruz Burelo, P., & Melgoza Aleman, R. (2016). Adsorbentes no convencionales, alternativas sustentables para el tratamiento de aguas residuales. *Revista Ingenierias Universidad de Medellin*, 19.
- YARA. (s.f.). *Yara.com*. Obtenido de <https://www.yara.com.co/nutricion-vegetal/citricos/solidos-solubles-totales-sst-en-citricos/>