

**RELACIONES ENTRE CIENCIA, TECNOLOGÍA, SOCIEDAD Y AMBIENTE EN
DOCENTES EN FORMACIÓN AL ABORDAR EL PROCESO DE ADSORCIÓN
DE AMOXICILINA SOBRE CARBÓN ACTIVADO**

**KAREN YESSENIA TRIANA ROA
CRISTIAN ANDRES BARRETO SÁNCHEZ**

Universidad Pedagógica Nacional

Faculta de ciencia y tecnología

Departamento de química

Bogotá D.C.

2022

**RELACIONES ENTRE CIENCIA, TECNOLOGÍA, SOCIEDAD Y AMBIENTE EN
DOCENTES EN FORMACIÓN AL ABORDAR EL PROCESO DE ADSORCIÓN
DE AMOXICILINA SOBRE CARBÓN ACTIVADO.**

KAREN YESSENIA TRIANA ROA

CRISTIAN ANDRES BARRETO SÁNCHEZ

**Trabajo de grado para optar por el título de
LICENCIADOS EN QUÍMICA**

DIRECTOR

Diego Alexander Blanco Martínez

MSc. en Educación.

Universidad Pedagógica Nacional

Faculta de ciencia y tecnología

Departamento de química

Bogotá D.C.

2022

Nota de aceptación

DIEGO ALEXANDER BLANCO MARTÍNEZ

Director

DIANA CATALINA CARRIÓN PÉREZ

Evaluadora

MARTHA ELIZABETH VILLARREAL HERNÁNDEZ

Evaluadora

Bogotá D.C, 2022

AGRADECIMIENTOS

A mi hija, por sacrificar sus horas de sueño al acompañarme en cientos de desvelos.

A mi papá por creer en mí de principio a fin, apoyarme, y ser incondicional para que yo cumpla mis sueños.

A mi hermana Claudia, por sentirse orgullosa de mi proceso, escucharme y animarme siempre.

A mis compañeros, por abrazarme cuando más lo necesité.

A mis profesores, por su empatía ante mis quebrantos.

A la Universidad Pedagógica Nacional por hacer de su institución mi segundo hogar.

Karen Yessenia Triana Roa

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
2. JUSTIFICACIÓN	4
3. OBJETIVOS	6
3.1. OBJETIVO GENERAL.....	6
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	6
4. ANTECEDENTES	7
4.1. DESDE LA IDENTIFICACIÓN DE CONTAMINANTES EMERGENTES EN AGUA.	7
4.2. DESDE EL PROCESO DE ADSORCIÓN DE CONTAMINANTES EMERGENTES	9
4.3. DESDE LAS RELACIONES CTSA.....	11
5. MARCO REFERENCIAL	15
5.1. ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA A PARTIR DE HERRAMIENTAS DIDÁCTICAS...	17
5.2. ENFOQUE CTSA	18
5.3. CASO SIMULADO.....	20
5.4. CONTAMINANTES EMERGENTES	21
5.4.1. Amoxicilina.....	21
5.5. CARBÓN ACTIVADO	22
5.5.1. Factores que afectan la adsorción.....	23
5.5.2. Isoterma de adsorción	25
6. METODOLOGÍA	27
6.1. TIPO Y ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN	27
6.2. MUESTRA	27
6.3. FASES DE LA INVESTIGACIÓN.....	27
6.3.1. FASE DE PLANIFICACIÓN.....	28
6.3.2. FASE DE DISEÑO	29
6.3.3. FASE DE APLICACIÓN – ANÁLISIS.....	52
7. RESULTADOS Y ANÁLISIS	55
7.1. ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL CASO SIMULADO	55
7.2.1. PREGUNTA 1	55
7.2.2. PREGUNTA 2.....	59
7.2.3. PREGUNTA 3.....	63

8. CONCLUSIONES	70
9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	72
10. ANEXOS	77

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 - Concentraciones ($\mu\text{g/L}$) de los CE estudiados en las muestras de agua	8
Tabla 2 -Requisitos para la implementación del caso simulado.....	13
Tabla 3 - Concentraciones de nonilfenol (NP) en muestras de agua de todo el mundo.	16
Tabla 4 – Fases de investigación.....	27
Tabla 5 - Cronograma mensual	28
Tabla 6 - Etapas del diseño experimental de laboratorio	29
Tabla 7 - Características texturales y químicas del carbón activado CAG.....	36
Tabla 8 - Isotermas de Langmuir y Freundlinch y sus formas lineales.	38
Tabla 9 - Modelos cinéticos de p-seudo primer y segundo orden.....	38
Tabla 10 - Curva de calibración de la Amoxicilina	39
Tabla 11 - Tratamiento estadístico de la curva de calibración de la amoxicilina...	41
Tabla 12 - Limite de cuantificación y límite de detección	41
Tabla 13 - Datos de cinética de reacción.....	42
Tabla 14 - Modelos de P-seudo primer y segundo orden	43
Tabla 15 - Datos obtenidos de la ampliación de los modelos de p-seudo primer y segundo orden	43
Tabla 16 - Datos de adsorción sobre carbón activado.....	45
Tabla 17 - Datos de isotermas de Langmuir y Freundlinch.....	47
Tabla 18 - Fase de aplicación – análisis	52
Tabla 19 - Cs sobre CE	52
Tabla 20 Categorías de análisis de relaciones CTSA.....	54

LISTAS DE GRAFICAS

Grafica 1 - Curva de calibración de la Amoxicilina	40
Grafica 2 - Curva de Ringbom	40
Grafica 3 - Tiempo vs concentración inicial con CA	43
Grafica 4 - Modelo de p-seudo primer orden	44
Grafica 5 - Modelo de p-seudo segundo orden	44
Grafica 6 - Isoterma de adsorción de la Amoxicilina sobre carbón activado	46
Grafica 7 - isoterma de Langmuir	46
Grafica 8 - Isoterma de Freundlinch	47

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Isotermas de adsorción	10
Figura 2 - Establecimiento de relaciones CTSA según los estudiantes.....	13
Figura 3 - Estructura de la amoxicilina	21
Figura 4 - Distribución de la carga superficial de la FCA-filtro	24
Figura 5 - Diagrama de especiación de pentaclorofenol en disolución acuosa	25
Figura 6 - Isoterma de adsorción del Adenosín 5' -monofosfato sobre el WO ₃ a pH 10.....	25
Figura 7 - Isoterma de adsorción del nucleótido AMP'5 a pH 7 sobre el WO ₃ usado el modelo de Freundlinch	26
Figura 8 - Isoterma de adsorción – desorción de nitrógeno a 77 K en carbón activado granular.....	35
Figura 9 - Red conceptual de la relación entre el diseño experimental y el diseño del caso simulado.....	48
Figura 11 - Red semántica obtenida a partir de la pregunta 1 desde el rol de estudiantes.....	55
Figura 12 - Red semántica obtenida a partir de la pregunta 1 desde el rol de docentes.....	57
Figura 13 - Red semántica obtenida a partir de la pregunta 1 desde el rol de la farmacia.....	58
Figura 14 - Red semántica obtenida a partir de la pregunta 1 desde el rol del Acueducto	59
Figura 15 - Red semántica obtenida a partir de la pregunta 2 desde el rol de estudiantes.....	60
Figura 16 - Red semántica obtenida a partir de la pregunta 2 desde el rol de docentes.....	61
Figura 17 - Red semántica obtenida a partir de la pregunta 2 desde el rol de la farmacia.....	62

Figura 18 - Red semántica obtenida a partir de la pregunta 2 desde el rol del Acueducto	63
Figura 19 - Red semántica obtenida a partir de la pregunta 3 desde el rol de estudiantes	64
Figura 20 - Red semántica obtenida a partir de la pregunta 3 desde el rol de docentes.....	65
Figura 21 - Red semántica obtenida a partir de la pregunta 3 desde el rol de la farmacia.....	66
Figura 22 - Red semántica obtenida a partir de la pregunta 3 desde el rol del Acueducto	67

INTRODUCCIÓN

En la actualidad se ha observado un crecimiento en la afectación del hábitat acuático a causa de los Contaminantes Emergentes (CE), los cuales son compuestos que no se encuentran dentro de la clasificación tradicional de los desechos, por lo que se les da un manejo inadecuado en este proceso desencadenando un efecto negativo en el ambiente y afectando procesos de tipo químico, físico y biológico que tienen que ver directamente con la potabilización del agua e incluso con sus efectos sobre la fauna y flora. Es aquí donde se pretende analizar aquellos aspectos relevantes respecto a la problemática; su descripción a nivel fisicoquímico, las técnicas de cuantificación de estos contaminantes en agua, su importancia en la educación ambiental de la actualidad, el papel protagónico que tiene la sociedad como causante de las problemáticas ambientales debido a la actividad humana y el potencial didáctico que representan estas como temática del currículo de ciencias desde el enfoque Ciencia Tecnología Sociedad y Ambiente (CTSA).

Los contaminantes no regulados que llegan a diferentes cuerpos de agua, en su mayoría, lo hacen por medio del uso inadecuado que los seres humanos les dan, el alto consumo de medicamentos sin prescripción médica y el depósito de estos en la basura de los hogares se evidencian en la bioacumulación y alteración de ecosistemas, así como en daños toxicológicos a diversas especies de las zonas. Debido a ello, el presente trabajo de grado se centró en una propuesta de mitigación desde al proceso de adsorción de un Contaminante emergente (CE) en disolución acuosa sobre Carbón Activado (CA), utilizando como referente los fármacos usados por los seres humanos, en este caso los antibióticos, específicamente la amoxicilina (AMX), que es uno de los medicamentos de venta libre, altamente consumido por la población a nivel mundial y responsable de fenómenos como la alta resistencia bacteriana de la actualidad.

La exposición del diseño metodológico que comprende este trabajo de grado se da por medio de la técnica didáctica de Caso simulado (Cs), que permite presentar a los estudiantes “una articulación educativa de controversias públicas con desarrollo tecno-científico con implicaciones sociales y medioambientales” (Martínez, Peñal, & Villamil, 2007), a partir de los resultados obtenidos del diseño experimental aplicado en el laboratorio de la Universidad Pedagógica Nacional (UPN), involucrando una problemática de contaminación con un proceso químico como posible alternativa. A partir de estas construcciones y aplicaciones, se identificaron las relaciones CTSA que establecen un grupo de docentes en formación en Química desde la postura de diferentes actores sociales, complementando con sus ideas, aportes y opiniones.

Por consiguiente, el presente documento resalta los antecedentes que aportaron a la construcción del diseño experimental de laboratorio que se basó en el fenómeno de adsorción sobre CA, también, aquellos referentes conceptuales para la planificación del Cs como técnica didáctica que desde el movimiento CTSA

“contribuye tanto en la formación de ciudadanos críticos (educación científica), como en el mejoramiento de la enseñanza y el aprendizaje de las disciplinas científicas (didáctica de las ciencias)” (Martínez, Peñal, & Villamil, 2007). Posteriormente, se indican el planteamiento y pregunta problema que orientan el desarrollo del presente trabajo desde problemáticas relacionadas con CE en cuerpos de agua. En la justificación se describe la importancia del trabajo de grado, se indican los objetivos correspondientes que guían el desarrollo metodológico de la investigación, seguido del marco conceptual que sustenta las temáticas fundamentales.

El diseño metodológico del presente trabajo se compone de cuatro fases secuenciales: investigación, planificación, diseño-aplicación y análisis, en la tercera fase, a manera de pilotaje, se aplicó el Cs en el grupo objetivo de estudio, conformado por quince docentes en formación que cursaban el espacio académico de Sistemas Fisicoquímicos II correspondiente a séptimo semestre de licenciatura en química de UPN, en donde además del espacio disciplinar que profundiza en el fenómeno en cuestión, también se cursa la práctica docente, área en el que son fundamentales el estudio e investigación en ciencias, el manejo de herramientas tecnológicas y la participación y contribución al desarrollo social activamente a partir de la enseñanza en ciencias.

En la fase de planificación se puso en marcha todo el diseño experimental desarrollado en el laboratorio de la UPN para la construcción del Cs que indicó los resultados cualitativos de la investigación para el análisis y caracterización de las relaciones CTSA construidas por lo docentes en formación, posterior al análisis de resultados, y con base en los objetivos planteados, se formularon las conclusiones.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la UPN, encargada de la formación de docentes que ejercerán a lo largo del territorio distrital y nacional, se debe empezar a reforzar el trabajo en torno a la temática de los CE; que comprenden un contenido relevante para llevar al aula de clases desde el área de las ciencias, pues es una problemática que afecta a toda la comunidad y que tiene efectos potencialmente peligrosos, representando una herramienta, que desde los procesos de enseñanza – aprendizaje adelantados en el programa de la licenciatura en química, se pueden aprovechar para explicar e interpretar fenómenos relacionados con la identificación, caracterización y propuesta de alternativas en el tratamiento de estos contaminantes.

Para hacer frente a las necesidades educativas de los docentes en formación de la licenciatura en química en cuanto a los CE, en este trabajo se utilizó el enfoque CTSA, desde el cual se indica que “el estudiante como ciudadano en formación debe reconocer el conocimiento científico y tecnológico no sólo en su lógica interna (cuerpos teóricos, conceptos, metodologías y productos) sino desde sus implicaciones sociales y ambientales” (Martínez, Peñal, & Villamil, 2007). Específicamente, se trabajó con la técnica didáctica de Cs como “una alternativa educativa, donde se propicia el aprendizaje social de acuerdo con la participación en determinadas controversias tecno – científicas” (Martínez, Peñal, & Villamil, 2007)

Para analizar las relaciones entre Ciencia Tecnología Sociedad y Ambiente que establecen un grupo de docentes en formación de Química al abordar el proceso de adsorción de la AMX en disolución acuosa sobre carbón activado, se trabajó en tres asuntos específicos: inicialmente se realizó un diseño experimental para determinar la capacidad de adsorción del contaminante sobre carbón activado con el fin de definir el componente conceptual del caso simulado, seguido de esto, se diseñó la técnica didáctica, fundamentada en el enfoque CTSA y el proceso de adsorción, finalmente, y luego de aplicar la actividad, se caracterizaron las relaciones CTSA que construyeron los docentes en formación con base en el proceso de adsorción como propuesta para mitigar la contaminación en agua por este tipo de sustancias. En este orden de ideas, la pregunta de investigación planteada para guiar este trabajo de grado es la siguiente:

¿Cuáles son las relaciones CTSA que establecen un grupo de docentes en formación de Química desde el proceso de adsorción de Contaminantes Emergentes sobre Carbón Activado, a partir de la técnica didáctica de caso simulado?

2. JUSTIFICACIÓN

El consumo de productos farmacéuticos en el día a día mantiene un porcentaje residual alto que, por la definición de CE, no se encuentra regulado y por lo tanto, se desconoce en gran medida el alcance y las consecuencias de la presencia de estos compuestos en el medio ambiente y la cuestión en su conjunto está mal definida (Jones, Voulvoulis, & Lester, 2001), además, la carencia de métodos analíticos validados y seguimiento a diferentes fuentes hídricas limita la construcción de datos y resultados con los que se puedan evaluar riesgos y de la misma manera prevenirlos.

En este trabajo de grado se ejecutó un diseño experimental del proceso de adsorción de la AMX en disolución acuosa sobre CA, el cual comprendió la calibración del método seguido de la aplicación de este, como también el estudio cinético de las reacciones a partir de sus tiempos de equilibrio. Esto, con el fin de construir el Caso simulado a partir de los datos cuantitativos experimentales obtenidos en el laboratorio de la UPN desde los instrumentos y equipos que la institución facilita y así poder articular un problema socio - ambiental relacionado con los CE, con el fin de generar interés en los alumnos de la licenciatura y que a su vez se relacionen con temáticas propias de la disciplina que pueden ser estudiadas desde el plantel educativo donde están llevando a cabo su formación como docentes.

En la actualidad, el problema es relevante a nivel social porque se encuentra en constante aumento ante la no regulación de las sustancias, su importancia radica en ampliar la investigación científica que permita caracterizar a profundidad la diversidad de CE, no solo los fármacos, y así se vayan proponiendo y estudiando metodologías que se encarguen directamente de disminuir su impacto ambiental. Por esta razón la muestra objeto de estudio son estudiantes que cursan el espacio académico Sistemas Físicoquímicos II (SFII) en donde se aborda el fenómeno de adsorción como una de las temáticas, también, se encuentran inscritos en la Práctica Pedagógica y Didáctica I, en donde tienen el primer acercamiento con estudiantes de instituciones educativas a quienes esta problemática no les es ajena, pues es válido resaltar la gestión que como futuros docentes en química se puede ir dando desde ya al dar a conocer a estas generaciones los efectos de los contaminantes emergentes sobre la salud humana, las medidas preventivas que pueden tomarse y la influencia que tienen ciencia, la tecnología, la sociedad y el ambiente sobre este tipo de situaciones.

De esta manera, se escogieron la temática, diseño experimental y técnica didáctica por medio de los cuales se desarrolló el presente trabajo de grado, justificados en la necesidad de profundizar en un tema que tiene un impacto muy contundente y creciente, que puede ser aprovechado desde diferentes aspectos por la educación en ciencias y que contribuye a “la construcción de actitudes y valores hacia la ciencia que rescatan una concepción más humana del conocimiento científico” (Martínez, Peñal, & Villamil, 2007). En ese sentido, después del diseño experimental que suministró los datos cuantitativos para la construcción del caso

simulado se aplicó la técnica didáctica en el salón de clase del espacio académico SFII con quince estudiantes correspondientes a la totalidad de personas inscritas en el mismo.

Así, los beneficios que esta investigación presenta se pueden clasificar en dos fundamentales; el primero es que se pueda mostrar un método cuantificable para disminuir la presencia de CE en disoluciones acuosas y el segundo está enfocado en la construcción de argumentos e ideas que surgen al abordar un problema socio – ambiental y desde las cuales se puedan identificar relaciones CTSA que los docentes en formación refieren.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

- Caracterizar los tipos de relaciones CTSA que establecen un grupo de docentes en formación de Química al abordar el proceso de adsorción sobre carbón activado de contaminantes emergentes desde la técnica didáctica de Caso Simulado.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la capacidad de adsorción de la AMX en disolución acuosa sobre un carbón activado comercial.
- Diseñar un caso simulado fundamentado en el enfoque CTSA y el proceso de adsorción de la Amoxicilina sobre un carbón activado comercial.
- Analizar los tipos de relaciones CTSA que construyen los docentes en formación con base en el proceso de adsorción de la AMX sobre un carbón activado comercial.

4. ANTECEDENTES

A lo largo de la historia, el ser humano ha evolucionado y con él las ciencias por medio de las cuales ha centrado su atención en el desarrollo, como también se ha propuesto avanzar a nivel investigativo y tecnológico para reparar las afectaciones que se dan a causa de ese avance. A continuación, se detallan algunos trabajos realizados con anterioridad a este trabajo de investigación y que presentan relación con los CE, procesos de adsorción sobre carbón activado como técnicas de mitigación para la presencia de fármacos en cuerpos de agua y el enfoque CTSA como estrategia para el desarrollo de estas temáticas, basándonos en la técnica didáctica de Cs.

4.1. DESDE LA IDENTIFICACIÓN DE CONTAMINANTES EMERGENTES EN AGUA

A partir de una investigación desarrollada por los autores; Alean-Flórez, J., Márquez-Méndez, D., Burgos-Núñez, S., Enamorado-Montes, G., y Marrugo-Negrete, J., profesionales de la Universidad de Córdoba, Colombia, sobre productos farmacéuticos y de cuidado personal presentes en aguas superficiales, de consumo humano y residuales en el departamento de Córdoba, Colombia, se cuantificaron cuatro analitos de tipo farmacéutico: Ibuprofeno (IBF), Carbamazepina (CBZ), Cafeína (CAF) y Gemfibrozilo (GEM), un disruptor endocrino: Bisfenol A (BPA); dos hormonas: progesterona (PROG) y etinilestradiol (EE2) y un producto de cuidado personal: Triclosán (TCS), a partir de muestras de agua recogidas de fuentes hídricas del departamento, que incluían aguas superficiales, potables, residuales y de esorrentía. Convirtiéndose así en uno de los primeros estudios de CE en agua en el área. Para la metodología; se empleó extracción en fase sólida (SPE), para el análisis de las muestras de agua, la detección y cuantificación se realizó por cromatografía líquida de alta eficacia con detector de arreglo de diodo y fluorescencia molecular (HPLC-DAD-FLD) (Aleán Flórez, Márquez Méndez, Burgos Núñez, Enamorado Montes, & Marrugo Negrete, 2021). Los resultados detectados en esta investigación se ilustran en la tabla 1:

Tabla 1 - Concentraciones ($\mu\text{g/L}$) de los CE estudiados en las muestras de agua

Sitio de muestreo	IBF	GEM	TCS	CAF	CBZ	BPA	EE2	PROG
%FD	21.42	28.57	57.14	57.14	21.42	100.0	7.142	30.76
DRD1	ND	0.56	ND	ND	ND	0.017	ND	ND
DRD2	ND	ND	ND	0.01	ND	0.142	0.025	ND
DRD3	ND	ND	0.960	0.01	1.183	0.094	ND	ND
DRD4	ND	ND	ND	ND	ND	0.030	ND	ND
DRD5	0.104	ND	ND	ND	ND	0.021	ND	ND
DRD6	0.186	0.160	0.025	0.098	ND	0.051	ND	ND
DRD7	0.037	ND	0.095	ND	ND	0.017	ND	ND
DRM1	ND	0.012	ND	0.011	ND	0.008	ND	0.013
DRM2	ND	ND	0.0291	ND	ND	0.013	ND	ND
DRM3	ND	0.019	0.014	0.020	ND	0.011	ND	0.014
DRM4	ND	ND	97.27	0.328	23.46	0.119	ND	ND
DRM5	ND	ND	0.093	0.209	ND	0.038	ND	35.17
DRM6	ND	ND	0.043	0.111	0.033	0.014	ND	0.065
LCM	0.02	0.01	0.01	0.01	0.004	0.002	0.01	0.01

LCM: límites de cuantificación del método en $\mu\text{g/L}$; ND: no detectado, FD: frecuencia de detección DRD distrito de riego la Doctrina, se tomaron 7 puntos de muestreo.

Fuente: Tomado de Aleán-Florez, J. D., Márquez-Mendez, D. S., Burgos-Nuñez, S. M., Enamorado-Montes, G. H. & Marrugo-Negrete J. L. 2021, p. 62.

Los autores concluyen que:

“Los resultados obtenidos en este estudio muestran la presencia generalizada de los compuestos farmacéuticos en el sistema acuático. Se resalta la detección de ibuprofeno y gemfibrozilo en agua de consumo humano revelando la baja eficacia del proceso de potabilización empleado. En los tres tipos de agua analizados, el ibuprofeno fue el compuesto que se detectó con mayor frecuencia, lo que se podría relacionar con alto consumo de este analgésico por parte de la población.” (Aleán Flórez, Márquez Méndez, Burgos Núñez, Enamorado Montes, & Marrugo Negrete, 2021).

Este estudio respalda las afirmaciones mencionadas en el trabajo de grado sobre la presencia de CE en fuentes de agua, lo que apoya el uso de métodos de detección y cuantificación de dichas sustancias, de tal manera que haya un mejor control de estos y alertas tempranas para evitar la contaminación de los ecosistemas a largo plazo. Métodos de detección como cromatografía líquida de alta eficiencia, la fluorescencia molecular y la espectrofotometría funcionan como posibles métodos de detección de CE.

4.2. DESDE EL PROCESO DE ADSORCIÓN DE CONTAMINANTES EMERGENTES

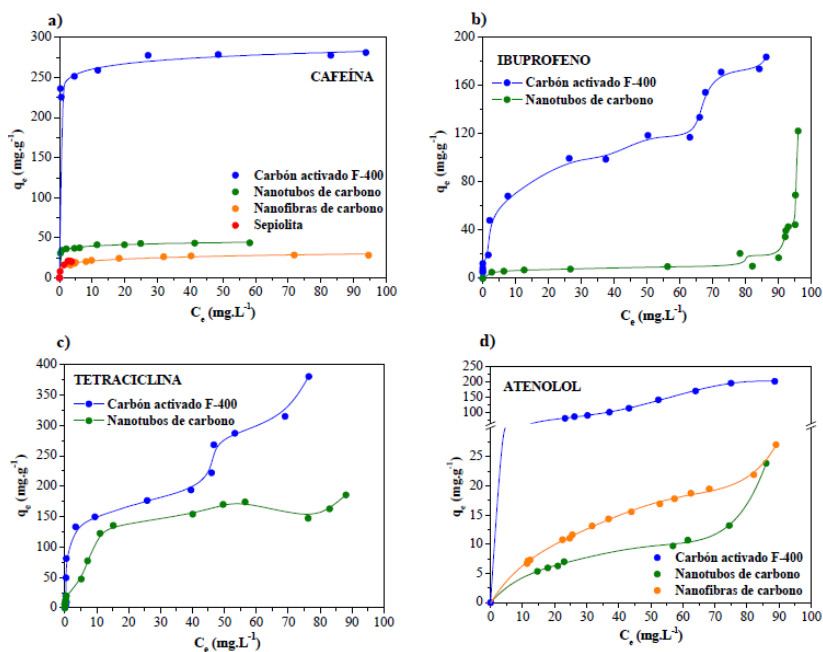
En una investigación realizada por los científicos Ajit Kumar, Chandi Patra, Shravan Kumar y Selvaraju Narayanasamy, en el año 2002, se analizó el efecto de la magnetización en la eliminación por adsorción de un contaminante emergente ciprofloxacino (CIP) sobre carbón activado (CA). Se realizó de manera cuantitativa, dando una descripción detallada del proceso de adsorción. También, se indicó una morfología irregular, con múltiples poros en la superficie del carbón los cuales, tras el proceso de adsorción de la CIP y los agregados de óxidos de hierro, pasaron a ser más suaves, teniendo así una superficie menos porosa, pues esos espacios fueron ocupados por las especies de CIP. Los análisis de rayos X confirmaron la formación de óxidos de hierro tras el proceso de magnetización y la presencia de un pico de flúor en el análisis confirma la adsorción de CIP sobre la superficie del CA (Ajit Kumarun, 2022).

En cuanto a las isotermas de adsorción, el modelo que mejor se ajustó a la investigación fue el de Langmuir ya que según los datos y la teoría de la isoterma sugieren que las moléculas del adsorbato forman una monocapa homogénea sobre la superficie del absorbente (Ajit Kumarun, 2022). En los resultados, el modelo con mejor ajuste a los datos experimentales fue el de pseudo – segundo orden ya que la quimisorción fue el paso limitante en el proceso de adsorción. Los datos y valores fueron comparados tanto teórica como experimentalmente dando como resultado una aproximación del modelo a los datos experimentales respaldando su aplicabilidad en el proceso de adsorción (Ajit Kumarun, 2022).

En la Universidad Complutense de Madrid, dentro del departamento de Ingeniería Química existe un grupo de investigación, de Catálisis y Procesos de Separación que mantiene activas siete líneas de investigación, entre ellas; Tratamiento de aguas residuales; Adsorción, Oxidación húmeda y Supercrítica. Estos grupos se integran a proyectos que tienen como objetivo el estudio de diferentes tecnologías de tratamientos no convencionales para la mejora de la eficiencia de eliminación de compuestos considerados como no biodegradables y potencialmente tóxicos (Álvarez-Torrellas, Rodríguez, Ovejero, & García, 2016).

La investigación sobre la adsorción como alternativa de tratamiento de contaminantes emergentes en agua, centra su atención en la adsorción de fármacos sobre adsorbentes comerciales; CA granular y tela de carbón, con naturaleza esencialmente porosa. Los autores, (Álvarez-Torrellas, Rodríguez, Ovejero, & García, 2016), indican que se realizan isotermas de adsorción como se muestran en la figura 1 y describen las características de los materiales usados, concluyendo que los materiales micro porosos conducen a cinéticas más lentas, por la resistencia disfuncional que tiene cabida en el proceso, así mismo, los adsorbentes meso porosos, como las nano fibras, nano tubos de carbono y sepiolita resultan con cinéticas más rápidas y con menores capacidades de adsorción.

Figura 1 - Isotermas de adsorción



Fuente: Tomado de Álvarez-Torrellas, Rodríguez, Ovejero, & García, 2016, p. 284.

La investigación caracteriza materiales carbonosos llevando a cabo distintas metodologías de síntesis con el objetivo de manipular y mejorar estos materiales. Una de las más atractivas es la de síntesis de carbones activados a partir de materiales lignocelulósicos; pues contribuye al aprovechamiento de materia de origen vegetal, lo cual amplía la variedad de materia prima que se puede usar para obtener carbón activado y así generando una diversidad de características que pueden ser útiles en casos específicos.

Otro antecedente internacional enfocado en el tratamiento de Aguas para la Eliminación de Antibióticos -Nitroimidazoles- mediante Adsorción sobre Carbón Activado y Tecnologías Avanzadas de Oxidación corresponde a una tesis doctoral, que estudia la eliminación de contaminantes emergentes tales como antibióticos en el agua, realizando todo un recorrido que va desde el valor del agua hasta el desarrollo de diferentes técnicas experimentales que permitan remover sustancias tales como los nitroimidazoles de sistemas acuosos.

Dentro de este trabajo se busca contrastar la adsorción sobre carbón activado comercial y preparado en el laboratorio, luego de resaltar su importancia como parte del proceso de purificación del agua, además, se considera un “tratamiento terciario, y, por ello, se aplica al final de los tratamientos secundarios. Dado que el compuesto soluble a eliminar se ha de concentrar en la superficie del sólido, un parámetro determinante del proceso será el área superficial del sólido” (Prados Joya, 2010) también, se resaltan otros parámetros que determinan el

comportamiento de las sustancias que participan en el proceso como la solubilidad del adsorbato, concentración y química de la disolución, entre otros.

Como principal ventaja del uso de carbones activados para contribuir al problema de contaminación por medicamentos en cuerpos de agua, el autor menciona que tal proceso “no presenta el problema de la generación de productos que puedan resultar tóxicos o farmacológicamente activos” como también, con base en estudios citados, menciona que “la eficacia del carbón se veía muy reducida en presencia de materia orgánica natural, la cual compite por los sitios activos del carbón bloqueando su porosidad” (Prados Joya, 2010). Lo que debe generar siempre una reflexión sobre su uso, pues como se mencionó anteriormente la eficacia del material se encuentra íntimamente ligada al tipo de proceso, sustancia, y lugar en que se desenvuelva el método. Así, evaluar todas estas condiciones es importante para llevar a cabo prácticas de laboratorio con alta eficacia y eficiencia según los objetivos que se planteen.

Con base en los antecedentes presentados y en búsqueda de poder relacionar el proceso de adsorción sobre CA con las relaciones CTSA que aporta el método, se especifican algunas investigaciones que resaltan la importancia de trabajar el enfoque CTSA en el aula, teniendo en cuenta los contextos y problemáticas ambientales, además de como un proceso fisicoquímico puede relacionarse con el entorno del alumno aportando soluciones factibles y que promuevan el desarrollo personal tanto de manera particular como ente social activo.

Los tres antecedentes presentados entorno al fenómeno de adsorción fueron de utilidad para realizar comparaciones acerca del comportamiento del CA, así como sobre la construcción de las isotermas desde los modelos de isotermas de Langmuir y de Freundlich. Además, amplían la perspectiva sobre los diferentes métodos para mitigar la presencia de contaminantes en agua, dando un amplio espectro de información que contribuye al diseño experimental que se lleva a cabo en el laboratorio durante la construcción del presente trabajo de grado que sea viable dentro de las instalaciones de la UPN.

4.3. DESDE LAS RELACIONES CTSA

La introducción de las relaciones Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) en la enseñanza de las ciencias y su evolución, fue una investigación realizada en el 2018 y publicada ese mismo año en la revista de investigación Educación Química de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Se centra en el análisis de las relaciones CTS en la clase de física y química, presentando una propuesta para introducir dichas relaciones, compartiendo resultados de dicha aplicación. Las actividades para realizar contemplaban las interacciones entre ciencia y tecnología en la Sociedad y en el Ambiente, tanto actualmente como a futuro, observando

puntos de vista como el económico, filosófico, cultura, étnico, etc., todo esto bajo el mismo foco el cual es la reducción y resolución del impacto ambiental.

Con la aplicación de estas actividades se determinó un incremento en el interés de los alumnos con respecto a las ciencias aplicadas a contexto, en relación con otras interacciones como la tecnología y sociedad en pro del ambiente. También, ofrece la idea de que el estudiante y el docente, como entes principales en la formación, utilicen la ciencia de una manera más completa sin limitarse al uso netamente científico metódico e instrumental, analizando las interacciones sociales que estas conllevan dentro del contexto histórico, social y ambiental, por lo que se hace necesario transmitir la idea de que la ciencia es un conjunto de instrumentos, personas e instituciones que permiten obtener resultados .

En los resultados obtenidos los participantes afirman que se produce una mejora sustancial en la imagen de la ciencia que poseen los estudiantes, pasando a ser más contextualizada y real, acoplándose más a su entorno y las interacciones con entes sociales y ambientales. Esto permitió a los alumnos comprender mejor su papel, contribuir crítica y positivamente hacia la ciencia y su estudio (Vilches, 2000). En contraste con los participantes que no recibieron el curso, no lograron realizar una valoración crítica de los casos, además las observaciones hechas al momento de relacionar las interacciones, son referidas a la “destrucción de la humanidad” y por lo tanto, consideran que son irreversibles los impactos ambientales causados, de esta manera se evidencia la confusión de la actividad científica con las consecuencias de la actividad humana en ámbitos sociales y políticos (Vilches, 2000).

Concluye que es necesario la inclusión y replanteamiento de la enseñanza de las ciencias en el currículo de estudios, de tal forma que se logren encaminar hacia un conocimiento científico que se pueda aplicar a contexto y poder generar un mejor apoyo al desarrollo científico, tecnológico y social, con base en reducir el impacto ambiental.

Otro antecedente consultado para el presente trabajo de grado es la investigación realizada por los docentes Leonardo Fabio Martínez y Álvaro Pío Rojas, sobre una estrategia didáctica con enfoque en ciencia, tecnología, sociedad y ambiente, para la enseñanza de aspectos de bioquímica, en donde se presentan resultados sobre la implementación de la estrategia, la cual busca contribuir en el aprendizaje de conceptos bioquímicos y en la formación docente principalmente con enfoque crítico, responsabilidad y capacidad de tomar decisiones con respecto a los problemas socioambientales, en este caso el uso de glifosato en Colombia. El modelo CTSA permite construir currículos innovadores, desarrollar materiales didácticos y mejorar las prácticas docentes, logrando superar la imagen neutral de la ciencia, estableciendo relaciones entre la ciencia y tecnología e interrelaciones con los aspectos sociales como la cultura, política, sociología y ética, de tal manera

que se aborden problemas de educación en ciencias (Martínez & Rojas Duarte, 2006).

Estos autores, Martínez & Rojas Duarte, mencionan la aplicación de un caso simulado y requisitos los cuales se muestran en la tabla 2:

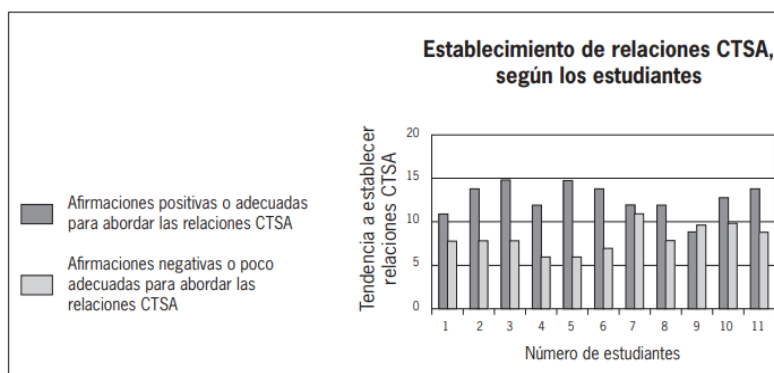
Tabla 2 -Requisitos para la implementación del caso simulado

<ul style="list-style-type: none"> • Compartir la noticia a la cual se le da controversia y presentar con ella los diversos actores sociales.
<ul style="list-style-type: none"> • Discutir el tema de estudio para analizar las ideas y los conocimientos iniciales de los estudiantes.
<ul style="list-style-type: none"> • Repartir los actores sociales para que estudien y busquen la razón del comportamiento de cada actor frente al tema. Al mismo tiempo se selecciona un grupo conciliador que estará encargado de sintetizar los acuerdos en el debate establecido.
<ul style="list-style-type: none"> • Fuera de la controversia y el debate, se deja un tiempo para el diálogo sobre el juicio emitido por el grupo conciliador.

Fuente: (Martínez & Rojas Duarte, 2006)

La estructura de esta investigación, que se aplicó en alumnos de la licenciatura en química de la UPN, de noveno y décimo semestre, comprendió de manera detallada la metodología del Cs, con resultados bastante positivos, ya que los alumnos reconocieron la problemática ambiental planteada, destacaron la importancia de la ciencia con respecto a la investigación de los compuestos que se analizaron, construyeron ideas acerca de la problemática socioambiental y establecieron diferentes relaciones entre ciencia, tecnología, sociedad y ambiente. Los resultados obtenidos del caso simulado se expresaron por medio de gráficas como la de la Figura 2

Figura 2 - Establecimiento de relaciones CTSA según los estudiantes



Fuente: (Martínez & Rojas Duarte, 2006)

Los autores concluyen que “el enfoque CTSA es una alternativa apropiada, donde el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias ya no se concibe como un

proceso memorístico, sino, como una estrategia motivadora y enriquecedora para el estudiante” (Martínez & Rojas Duarte, 2006). También destacan como “los casos simulados posibilitan el desarrollo de controversias públicas de importante relevancia social en donde los alumnos asumen roles de diferentes, como actores sociales que contribuyen en su formación como ciudadanos responsables en la toma de decisiones (Martínez & Rojas Duarte, 2006).

Como último antecedente se incorpora en el presente documento el trabajo realizado para optar por el título de licenciado en química por el autor Monroy Moreno, A. C. (2020) bajo la dirección de la docente Dora Luz Gómez Aguilar, que se propone “evaluar el enfoque CTSA implementando las buenas prácticas de laboratorio en los alumnos 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)” (Monroy Moreno, 2020).

La necesidad de la que nace esta propuesta es la contaminación de distintas fuentes de agua por parte de productos químicos que emanan de las múltiples industrias que los requieren para llevar a cabo sus procesos a gran escala. Utilizando una técnica de bioadsorción a partir de residuos orgánicos para retener metales pesados en disolución y posteriormente dicha técnica se pretende implementar por medio de buenas prácticas de laboratorio haciendo uso del enfoque CTSA con técnicas didácticas como el juego de roles, aulas invertidas y también recorridos virtuales que buscan incrementar el interés de los estudiantes.

A partir de la materia prima, cáscara de naranja de diferentes tipos, luego de un proceso de secado y molienda; se realizó la curva de calibración del método analítico utilizando dicromato de potasio, posteriormente se trabajó con la biomasa en diversos patrones a distintas concentraciones obteniendo resultados con mayor eficiencia en alguno de los tipos de naranja, a partir de estos se requiere un análisis por parte de los alumnos en donde se comparan los datos y se formulan conclusiones.

Estas investigaciones consultadas que se enfocan en las relaciones CTSA, respaldan las afirmaciones propuestas en el trabajo de grado acerca del uso de técnicas didácticas para identificar estas relaciones, además contribuyen a la parte metodológica que se propone diseñar un caso simulado fundamentado en este enfoque, el trabajo desde las buenas prácticas de laboratorio y como “adquirir una visión adecuada de los problemas sociales, sus causas y las medidas necesarias que se deben adoptar para darles solución, es un compromiso de gran importancia en la formación de docentes en ciencias y en particular, de química” (Martínez & Rojas Duarte, 2006).

5. MARCO REFERENCIAL

Las problemáticas socioambientales son una realidad y han estado presentes desde los principios de la evolución humana encaminada a una industrialización exponencial. Como parte de esta actividad humana se desarrollan problemáticas las cuales pocas veces tienen o se les desarrolla un plan de acción posterior a su aparición, esto sucede debido a la falta de información sobre las relaciones CTSA y como en sus distintas interrelaciones, tienen un impacto ambiental de gran magnitud, ya sea a corto, mediano o largo plazo. En el caso de los CE presentes en el medio acuático representan un problema socio ambiental del cual emerge una línea de investigación que se centra en su identificación, cuantificación, efectos biológicos, ambientales, posible tratamiento para disminuir sus cantidades en el agua y toda la caracterización que tienen el compuesto y el lugar donde se encuentra. Este tipo de sustancias, que no son separadas por medio de los métodos convencionales para el tratamiento de aguas, causan riesgos biológicos en el medio ambiente afectando la salud de animales y humanos.

Dentro del gran grupo de CE se encuentran fármacos de uso común, como los antibióticos, los cuales en su mayoría pueden ser adquiridos sin preinscripción médica por lo que la regulación en cuanto a su uso es únicamente decisión del consumidor. La AMX es un tipo de medicamento antibiótico sintético, similar a la penicilina. Al ser conocida por su gran aplicabilidad para el tratamiento de diferentes infecciones bacterianas graves, la AMX es ampliamente comercializada, por lo que su alta demanda de producción requiere unas buenas prácticas de manufactura que controlen y disminuyan los problemas de contaminación; también atribuidos al mal manejo de residuos.

Respecto a la problemática (Fatta-Kassinis & Meric, 2011) afirman “actualmente se sabe que algunos productos farmacéuticos pueden persistir en el medio ambiente y, ya sea a través de la cadena alimentaria o a través del agua potable, pueden llegar a los seres humanos” (p. 252), de manera que son altamente peligrosos para la salud de los seres vivos porque pueden ingresar a los ciclos biogeoquímicos e hidrológicos de distintas maneras. En los estudios realizados en cuanto a los CE, se han encontrado concentraciones más altas de medicamentos por efluentes industriales y sus aguas receptoras que por excreción. (Larsson, 2014, pág. 108) afirma que “En los sedimentos fluviales contaminados, se encontraron 0,9 mg de ciprofloxacina por gramo de materia orgánica, aguas abajo de una planta de tratamiento industrial común en Patancheru, cerca de Hyderabad, en la India” evidenciando así, las consecuencias que tienen las malas prácticas de manejo de residuos farmacológicos a nivel industrial.

El autor, también hace mención de que esto es así no sólo en la India y China, que abastecen a gran parte del mundo con medicamentos a granel, sino también en Europa y Estados Unidos (Larsson, 2014). Ubicando de esta manera un problema que ataca a la población mundial y despierta las alarmas de las entidades sanitarias correspondientes; para la OMS, los fármacos consumidos no están siendo correctamente usados y mucho menos han sido dispuestos de manera correcta

(WHO, 2011). Visibilizando la carencia de conciencia en el uso, manejo y disposición de los diversos CE, así como la información disponible para consultar sobre estos contaminantes que los seres humanos ingieren y manipulan diariamente, los autores (Vargas-Berrones, Bernal-Jácome, Díaz de León-Martínez, & Flores-Ramírez, 2020) exponen el análisis de muestras de agua a nivel mundial en la tabla 3, en donde se recopilieron datos sobre la concentración de un disruptor endocrino altamente tóxico para los cuerpos de agua y quienes se benefician de ellos.

Tabla 3 - Concentraciones de nonilfenol (NP) en muestras de agua de todo el mundo.

Concentrations of NP in water samples worldwide.

Region	Country	Sample	n	Min	Median	Max	
Latin America	Mexico	Surface water	8	830	3.05	12.61	
	Mexico	Wastewater	12	<LOD	3.79	12.20	
	Mexico	Drinking water	5	<LOD	2.48	6.08	
	Argentina	Surface water	14	1730	2020	2390	
	Argentina	Wastewater	6	2390	2550	2680	
	Brazil	Surface water	5	ND	ND	1240	
	Brazil	Drinking water	5	ND	<LOQ	<LOQ	
	Brazil	Surface water	2	<LOD	<LOD	<LOD	
	Mexico	Surface water	1	0.089	-	0.655	
	Mexico	Drinking water source	1	0.001	-	0.047	
	Mexico	Surface water	1	0.930	-	7.6	
	Mexico	Wastewater	1	0.75	-	13.02	
	Colombia	Drinking water source	5	ND	ND	ND	
	US	United States	Wastewater (influent)	8	265	745	745
		United States	Wastewater (effluent)	8	0.42	5.97	8.42
European	Spain	Surface water	6	0.5	2.0	36.0	
	Spain	Wastewater	4	0.6	142	289	
	Italy	Wastewater	8	0.37	0.515	0.700	
	Italy	Drinking water	35	<7.7	0.015	0.084	
	Belgium	Wastewater	10	250	745	2.5	
Asia	China	Surface water	15	0.1	1.3	7.3	
	China	Drinking water	15	0.01	0.05	2.7	
	Korea	Surface water	18	0.01	0.9	41.3	
	Iran	Wastewater	9	0.42	0.81	2.12	
Other countries	South Africa	Surface water	7	0.38	1.65	2.61	

Units: $\mu\text{g L}^{-1}$, LOD: limit of detection, LOQ: limit of quantification, ND: not detected.

Fuente: Tomado de Vargas, K. Bernal, L. Díaz de León, L. Flores, R. (2020).

A nivel de América Latina, se han incrementado las investigaciones sobre los CE, pero en una proporción muy inferior en comparación de las investigaciones desarrolladas en torno al tema en lugares de otros continentes. Los países latinoamericanos con menos áreas protegidas presentan una mayor población y pérdida de biodiversidad. Sin embargo, hasta la fecha, no existe ninguna estimación del impacto relativo de la contaminación en la biodiversidad (Vargas-Berrones, Bernal-Jácome, Díaz de León-Martínez, & Flores-Ramírez, 2020) lo cual es rotundamente necesario estudiar y dar a conocer entre su amplia población, pues el continente cuenta con grandes ecosistemas acuáticos que se ven afectados directamente; generando un gran impacto ambiental negativo para todo el planeta tierra.

En Colombia, como en muchos países, se mantiene la alta contaminación con fármacos en cuerpos de agua a causa de las grandes industrias farmacéuticas, sin embargo, las investigaciones e información al respecto son carentes. “Un estudio de la Universidad Javeriana identificó en muestras de agua del ciclo urbano de Bogotá compuestos como ftalatos, Bisfenol A, naproxeno y carbamazepina, evidenciando que los sistemas de tratamiento convencionales no ejercen efecto importante sobre los compuestos emergentes, generando un riesgo importante para la salud” (Bedoya-Ríos, Lara-Borrero, & Enríquez- Hidalgo, 2018)

Si bien se comprende al medio ambiente como la relación entre tres mundos, el natural, el social y el construido por el ser humano, lo cual se hace necesario para el desarrollo de la civilizaciones a futuro (Calixto Flores & Herrera Reyes, 2010), se hace importante identificar que percepciones tienen los alumnos durante este desarrollo con respecto al medio ambiente y como afectan las problemáticas procedentes de la actividad humana a los ecosistemas que los rodean, de esta forma la educación ambiental llegara a generar valores y capacidades en los docentes en formación para que desarrollen un estilo de vida diferente sin alterar el entorno.

5.1. ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA A PARTIR DE HERRAMIENTAS DIDÁCTICAS

La enseñanza de la química actualmente presenta conflictos de intereses en los estudiantes, la calidad académica cada vez es menor y las oportunidades laborales son decepcionantes para algunos, esto ha hecho que el área pierda interés y sean cada vez más pocos los alumnos que quieran aprender química. El peso de estas problemáticas recae en los docentes y su habilidad para tratar de tener la atención de los alumnos y desde la enseñanza de la química aportar a la sociedad del conocimiento, teniendo en cuenta que quizás deberán cambiar algunas de las prácticas docentes tradicionales. Dichos cambios ya se hacen presentes en los libros de química, más no en los currículos donde siguen igual a lo largo de los años, con muy pocos cambios, los cuales no motivan a los alumnos (Aymerich I, 2005). La inclusión de la química en el currículo de aprendizaje de las ciencias se dio con el fin de estandarizar el aprendizaje y alfabetizar científicamente a los alumnos o en este caso docentes en formación. Por lo tanto, el aprendizaje de los alumnos esta específicamente dirigido por los docentes, la participación científica de los alumnos debe ser orientada y promovida por ellos, para que, de esta manera, se formen personas con valores y principios profesionales, teniendo en cuenta las necesidades de la actual sociedad.

Apyados en la idea de los autores (Martínez, Peñal, & Villamil, 2007) sobre las relaciones CTSA y su aporte pedagógico y didáctico a la formación de ciudadanos críticos (educación científica), como al mejoramiento de la enseñanza y el aprendizaje de las disciplinas científicas (didáctica de las ciencias), el presente trabajo de grado adopta tal enfoque para evaluar las relaciones internas entre Ciencia – Tecnología, Ciencia – Sociedad, Ciencia – Ambiente, Tecnología – Sociedad, Tecnología – Ambiente, y Sociedad – Ambiente, que construyen los docentes en formación y que inciden en los procesos de enseñanza – aprendizaje de la química.

5.2. ENFOQUE CTSA

La enseñanza de la química, desde el punto de vista práctico, se desarrolla en torno a las relaciones que los docentes en formación construyen cuando realizan actividades de laboratorio o de investigación en el entorno que los rodea, a esto se le conoce como relaciones CTSA. Estas buscan una alfabetización científica donde la interacción con el entorno y la investigación de este, enriquezcan la experiencia enseñanza-aprendizaje (Monroy, 2020). El desarrollo del trabajo de grado aborda cuestiones socioambientales, al tener una relación con el entorno, el aprendizaje será enriquecedor, activo y tendrá cuestiones en relación con los valores, la ética y la moral. Ahora bien, se hace relevante la vinculación del enfoque CTSA a un currículo donde esté presente la educación ambiental donde, dado el contexto actual, las problemáticas ambientales a nivel mundial referentes a contaminación son muy grandes, de esta manera se puedan generar cuestiones donde se resalte la interacción del ser humano con el ambiente y como la actividad realizada contribuye o afecta el entorno, así también la responsabilidad que tiene el uso de tecnologías que busquen mitigar los efectos de la sociedad en el medio ambiente (Reverte Sevillano, 2020).

Autores como Fernández & Villamañan, (2014) hablan de diferentes tipos de investigaciones referentes a las relaciones CTSA, uno de ellos es el ¿por qué enseñar ciencias?, pues bien, el enfoque busca un aprendizaje y alfabetización científica partiendo de hechos científicos y haciendo uso de la tecnología de una manera correcta, para que de esta forma se complemente el proceso de enseñanza-aprendizaje, basado en procedimientos científicos de exploración, observación, caracterización, clasificación, análisis o argumentación que resuelvan un problema y aporten soluciones razonables. Por otro lado, también proponen los mismos autores ¿qué ciencia se debe enseñar? Y dan prioridad a conceptos que son relevantes para el aprendizaje de los docentes en formación y que se centran en cuestiones científicas-sociales, además de tratar temas ambientales de gran importancia y polémicos, como en este caso los CE y la contaminación por fármacos como la AMX. En este caso, se promueve la enseñanza de conceptos científicos, como la preparación de soluciones, el proceso de adsorción sobre CA, análisis espectrofotométrico UV-Vis, de tal manera que los docentes en formación relacionen estas temáticas con una aplicación en el entorno, por medio de una metodología de caso simulado, donde se obtengan resultados y logran contrastar esto con la realidad que los rodea. Teniendo en cuenta, que lo que se va a enseñar es ciencia, debemos tener claro de qué manera hacerlo. Fernández, I., Pires D.M., et al (2014) también mencionan que deben incluirse estrategias que estén fundamentadas desde la perspectiva socio-constructivista, la cual fomente el pensamiento crítico, el dialogo, la argumentación y la resolución de problemas en el aula de clase, además que incentive al docente en formación a usar herramientas tecnológicas para dicha resolución y promuevan la construcción de relaciones CTSA, como ejemplo, el uso de un caso simulado que ponga a prueba las habilidades y conocimientos previos obtenidos los cuales fundamentan las relaciones por establecer dentro de la práctica e interacción con el entorno.

Es importante el trabajo en el aula referente a cuestiones socioambientales y socio científicas, ya que promueven de manera concreta las relaciones CTSA en la enseñanza de las ciencias (Martinez, 2013) ya que el trabajar con este tipo de enfoque favorece llevar a cabo actividades de clase de manera más participativa donde los planteamientos tanto de docentes en formación como docente titular son bien recibidos y fortalecen la práctica profesional de cada uno. Así mismo según Ariza L., Torres L., et al, (2016) las relaciones CTSA permiten a los docentes en formación comprender dinámicas científicas e identificarlas en un contexto social y cultural, propiciando la formación de segmentos sociales teniendo en cuenta la innovación en ciencia y tecnología, para así mismo realizar un seguimiento de este.

La formación de los docentes de química actualmente puede llegar a generar problemas a nivel de comprensión y aplicación de los conocimientos adquiridos cuando desempeñan cargos o funciones ya sea de docencia o a nivel industrial, pues se ven limitados y da la sensación de que dichos aprendizajes no son funcionales para poder explicar ciertos fenómenos o sencillamente para el día a día. Es aquí donde toma mayor relevancia el uso de herramientas pedagógicas, si se enfoca en el campo de la enseñanza, ya que como se menciona, facilita el aprendizaje relacionando al estudiante con su entorno y facilita al docente la explicación de conceptos químicos a partir de fenómenos que pueden evidenciarse durante las prácticas de laboratorio o casos simulados. De esta manera se fundamenta lo visto teóricamente durante la clase relacionando los conceptos con el entorno perceptible por el estudiante en las prácticas. Por esta razón, se debe resaltar la tarea del docente y su labor, al ser una carrera creativa y que puede contribuir no sólo a la enseñanza, el apoyo y la formación de los estudiantes, sino también a la ayuda para que el planeta sea sostenible por medio de nuevas mecánicas, las personas sean solidarias y se cree un ambiente de paz tanto dentro como fuera del aula de clase (Aymerich I, 2005)

El reconocimiento de que los alumnos construyen ideas sobre el funcionamiento de la Naturaleza mucho antes de llegar a una clase de ciencias ha dado lugar a una fructífera línea de investigación en la enseñanza de las ciencias (Wandersee, Mintzes, & Novak, 1994). De esta manera; el conocimiento de las concepciones alternativas de los alumnos representa una herramienta que puede fortalecerse o verse modificada bajo el enfoque CTSA, permitiendo alfabetizar científicamente a los alumnos a la vez que se disminuye la brecha digital que ha tenido tan marcada la educación virtual, esto va de la mano con una de las características más sobresalientes del enfoque que es enseñar en base a esas relaciones que se logran establecer con la sociedad y con el ambiente contribuyendo a la motivación de los estudiantes. Para hacer alusión a lo mencionado anteriormente se deben tener en cuenta las diferentes dimensiones a las que se encuentra sometido el estudiante: social, humanista, económica, política, prospectiva, que sustentan porqué los contenidos de la enseñanza tiene sentido dentro y fuera de la escuela. La finalidad de estudiar el contexto para escoger las temáticas a trabajar busca que los alumnos se sientan bien en la clase de ciencias, como actores principales; capaces de buscar estrategias para la resolución de problemáticas reales.

En este sentido, el docente en formación debe reconocer el conocimiento científico y tecnológico, más allá de la lógica interna de sus cuerpos teóricos y metodológicos, preocupándose también por los problemas sociales, ideológicos y ambientales implicados en su construcción y desarrollo (Martínez, Peñal, & Villamil, 2007). Es así como otras disciplinas tales como la tecnología y los medios sociales y ambientales; van a contribuir al incremento de la participación de la comunidad educativa en la adopción de nuevos conocimientos y comportamientos que impacten positivamente en los ecosistemas acuáticos.

5.3. CASO SIMULADO

En cuanto al material que se utilizó para ejecutar la base teórica del proyecto y que se hará desde el enfoque CTSA; se trata de la técnica didáctica de caso simulado que; consiste en la articulación educativa de controversias públicas relacionadas con desarrollos tecnocientíficos con implicaciones sociales o medioambientales (Osorio M & Martín G, 2003). Se comprende como una *técnica didáctica* al ser un procedimiento por medio del cual se busca obtener un producto determinado, como las relaciones CTSA que los docentes en formación construyen, por medio de unos pasos específicos. La técnica de estudios de casos permite, junto con otros diseños y actividades complementarias, cumplir los objetivos del presente trabajo.

En el entorno educativo, existen diferentes estrategias y técnicas que bajo este enfoque buscan relacionarse con el contexto del estudiante “y sirven para desarrollar programas de enseñanza y elaborar proyectos curriculares en los que se presta atención a centros de interés de los alumnos más que a otros puntos de vista academicistas” (Martínez, Peñal, & Villamil, 2007). Una de estas, que se utiliza como técnica didáctica en el presente trabajo de grado, son los casos simulados, que aportan significativamente al proceso de aprendizaje del estudiante ya que, según afirman algunos autores:

Permite desarrollar a través de debates, habilidades argumentativas, participativas y propositivas rompiendo así con el ambiente rutinario manejado en aula de clase, de igual forma, promueve la confrontación de ideas por medio de la controversia acerca de problemas sociales, ambientales y tecnológicos, dentro de los cuales están presentes algunos conceptos científicos (Martínez & Rojas Duarte, 2006).

Por medio de este, se busca presentar el problema socioambiental, proporcionar los datos que serán la base de la discusión y generar un debate sobre CE en el aula de clase, que propicie el desarrollo de ideas argumentativas y propositivas en cuando a las relaciones CTSA que surgen de tipo de situaciones socio – ambientales.

Es importante hacer énfasis en que la “CTSA como enfoque pedagógico y didáctico contribuye tanto en la formación de ciudadanos críticos (educación científica), como en el mejoramiento de la enseñanza y el aprendizaje de las disciplinas científicas (didáctica de las ciencias)” (Martínez, Peñal, & Villamil, 2007). Pues trabajamos con esta propuesta educativa por sus características de fortalecer, conocimientos, valores y distintas formas de participación ciudadana en el ámbito social y ambiental.

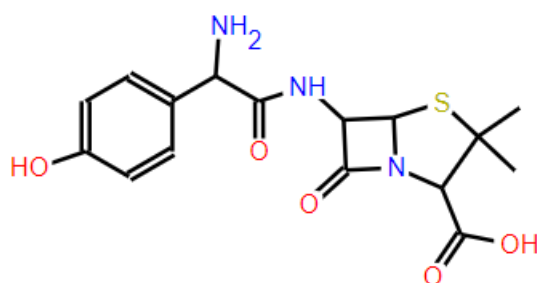
5.4. CONTAMINANTES EMERGENTES

Algunos compuestos de distinto origen y naturaleza, los cuales no han sido clasificados como contaminantes en masa de ecosistemas y que su presencia en la naturaleza no es fácilmente detectable, se le considera un contaminante emergente (CE). Este trabajo de grado se desarrolló en torno al comportamiento de un antibiótico en disolución acuosa.

5.4.1. Amoxicilina

La AMX actúa eliminando los microorganismos que causa la infección, cabe destacar que su efecto es solo con algunas cepas de bacterias específicas, aunque el rango de actuación es amplio, frente a otros compuestos. La amoxicilina, que por su estructura evidenciada en la figura 5, es considerada un antibiótico beta-lactámico, inhibe una o más enzimas (a menudo conocidas como proteínas de unión a las penicilinas, PBPs) en la ruta biosintética del peptidoglicano bacteriano, que es un componente estructural integral de la pared celular bacteriana. La inhibición de la síntesis del peptidoglicano produce un debilitamiento de la pared celular, que normalmente va seguido por la lisis celular y la muerte. Este fármaco se elimina por vía renal, posee una vida media de 1,5 horas aproximadamente. (Ponce & Edith, 2021).

Figura 3 - Estructura de la amoxicilina



Fuente: Autores.

Impacto social y ambiental

Los CE pueden ingresar a fuentes de aguas a través de diferentes fuentes antropológicas, ya sea aguas de tipo subterráneas o superficiales (Villaseñor-Basulto, del Real-Olvera, & Ramírez, 2015). Entre algunos de los efectos que pueden causar la presencia de CE y la AMX pueden ser:

- Acción cancerígena y toxicológica
- Impacto en la producción de alimentos
- Alteración de la composición del agua apta para consumo o para el uso industrial
- Afectación en el crecimiento y reproducción de la flora y fauna microbiológica
- Resistencia bacteriana
- Salud pública

La regulación que tienen los CE es muy escasa ya que no son fácilmente detectables en las plantas de tratamientos, además que el control de las fuentes de ingreso de estos compuestos al ecosistema es muy reducido. Según Becerril (2012) es necesario aumentar el conocimiento que se tiene acerca de los CE, su origen, transformación y efectos en el ambiente, de esta manera, se lograrán proponer mecanismos para tratar los cuerpos de agua contaminados a fin de garantizar una calidad idónea y sin repercusiones negativas en la salud humana y/o organismos en el ecosistema.

En investigaciones realizadas recientemente, la presencia de CE, específicamente de origen farmacéutico, ha sido reconocida y constituye un descubrimiento importante para la química ambiental (Ramos, Espinosa , Llorens, Lopez, & Pellon , 2005). La afectación de los procesos biológicos genera efectos tóxicos como por ejemplos los genotóxicos, cancerígenos, estrogénicos y teratogénicos, sumándole la resistencia antibiótica (Ramos, Espinosa , Llorens, Lopez, & Pellon , 2005).

5.5. CARBÓN ACTIVADO

Cuando se habla del término carbón activado o activo, se refiere a un grupo de carbones porosos, elaborados a partir de la reacción de un material carbonizado, con gases oxidantes o a través de la carbonización de compuestos lignocelulósicos impregnados con sustancias químicas deshidratantes (Rodríguez Reinoso, 2007). Este tipo de carbones poseen una estructura desordenada y un área superficial interna la cual se aplica principalmente a procesos de adsorción y catálisis, de manera más concreta, la eliminación de impurezas de gases o líquidos mediante el proceso de adsorción (Rodríguez Reinoso, 2007).

La forma en cómo actúa el carbón activado (CA), es a través de la atracción de moléculas de gases o líquidos, por medio de fuerzas de dispersión de Vander Waals, lo cual hace que en la superficie se acumulen una mayor concentración de estos compuestos. La afinidad que tiene el CA hacia moléculas apolares como por

ejemplos hidrocarburos, hace que sea preferido para procesos de separación-purificación en disoluciones acuosas (Rodríguez Reinoso, 2007).

Cuando se usa un CA, se debe identificar las características que este tiene, para así determinar su capacidad de adsorción, sus propiedades químicas, físicas, mecánicas, etc.

El comportamiento del CA no solo depende de la estructura, volumen y textura porosa, sino también, de la presencia de defectos en la estructura la cual tiene un efecto en la capacidad de adsorción. Puede llegar a presentar alojamientos de compuestos inorgánicos que pueden interactuar con las moléculas del material adsorbido, o si bien mejorar la capacidad de adsorción del carbón.

Proceso de adsorción en disolución acuosa

El proceso de adsorción en disolución acuosa ha sido de gran importancia en investigaciones, la aplicación de CA en fase líquida aumenta considerablemente la adsorción al tener un área superficial porosa de mayor contacto, facilita la difusión hacia los centros de adsorción del material. Esto también influye en el tamaño de partícula del carbón, puesto que si se usa una grande favorece el mantenimiento o aumento de la presión, que si se usara una pequeña. El uso de CA obliga a aplicar un proceso de filtración una vez finalizada la adsorción, para así poder usarse en operaciones discontinuas, caso distinto a los CA en forma de pellets los cuales si se utilizan de manera continua (Rodríguez Reinoso, 2007).

Las fuerzas intermoleculares que existen en la superficie del CA ejercen atracción y repulsión de las moléculas que están presentes en la interfase líquida y sólida, de esta manera, las moléculas establecen una afinidad con el sólido y se acumulan en la superficie de él, a eso se le conoce como adsorción. La adsorción se puede clasificar como química o física, dependiendo de la interacción que tenga el adsorbato con el adsorbente, el tipo físico se considera un fenómeno reversible ya que resulta de las fuerzas de atracción débil de Vander Waals, en este proceso las moléculas solo se depositan en la superficie y se pueden mover libremente en la interfase, este tipo de adsorción ocurre a bajas temperaturas y tiene características exotérmicas, por otro lado la adsorción química es una interacción superficial entre los dos complejos, generalmente ocurre a altas temperaturas, mayores a 200 °C y con una energía de activación muy alta de entre 10 a 100 Kcal/mol, esta interacción involucra la formación de enlaces químicos y es considerada de irreversible (Rodríguez Reinoso, 2007).

5.5.1. Factores que afectan la adsorción

La interacción entre adsorbente y adsorbato está definida por ciertas características de cada uno, dichas características definen que tan efectiva en la adsorción, si es

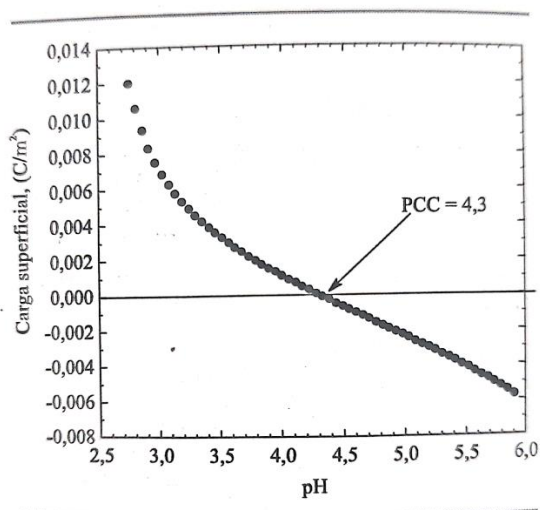
viable o no, por lo tanto, los factores que afectan principalmente el proceso y eficiencia de la adsorción son:

- La textura del adsorbente, en este caso el CA, lo cual afecta el área específica, el diámetro y volumen de los poros, las propiedades fisicoquímicas, concentraciones y sitios activos.
- Características físicas y químicas del adsorbato, como su tamaño, la solubilidad, la polaridad, concentración y composición.
- Variables de la fase o disolución acuosa en donde se encuentran el adsorbente y el adsorbato, tales como el pH, temperatura, fuerza iónica y polaridad.

Cuando entran en contacto el CA, con el adsorbato, se tiende a formar una capa en la superficie, esta posee una carga superficial como resultado de dicha interacción. Esta carga está en función de variables de la solución como el pH, las características de la superficie, la naturaleza del sólido y los iones presentes en la disolución acuosa. De las variables mencionadas, el pH constituye y aporta información importante ya que explica la adsorción de iones y a establecer el mecanismo de adsorción (Rodríguez Reinoso, 2007).

En la figura 7 se muestra la carga superficial en C/m^2 con relación al pH de la disolución, teniendo como un punto PCC (punto de carga cero) donde las concentraciones de H^+ y OH^- son iguales a determinado pH, esto quiere decir que en este punto la carga superficial es neutra.

Figura 4 - Distribución de la carga superficial de la FCA-filtro

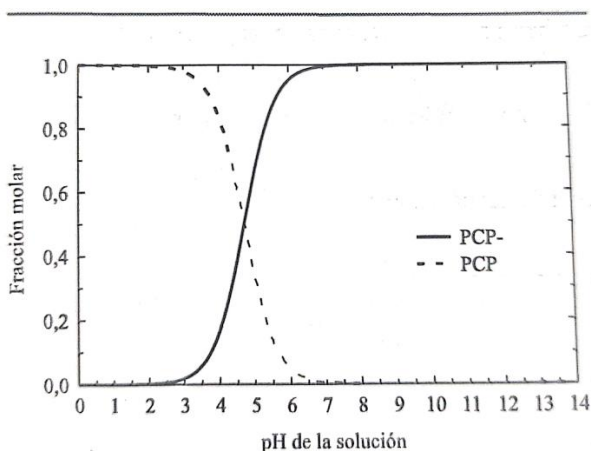


Fuente: Tomado de Rodríguez Reinoso, F. (2007).

Por lo anterior se hace evidente que el pH de una solución influye considerablemente al proceso de adsorción y a las concentraciones de especies en

la disolución acuosa, como se puede observar en la figura 8 donde, la fracción molar del compuesto se ve afectada por el pH de la solución.

Figura 5 - Diagrama de especiación de pentaclorofenol en disolución acuosa



Fuente: Tomado de Rodríguez Reinoso, F. (2007).

Por otro lado, otra variable que puede afectar el equilibrio de la disolución es la temperatura, ya que por medio de la isoterma de adsorción se representa este equilibrio termodinámico entre el adsorbato y el adsorbente en disolución. De tal forma que la temperatura puede afectar el equilibrio de la siguiente manera:

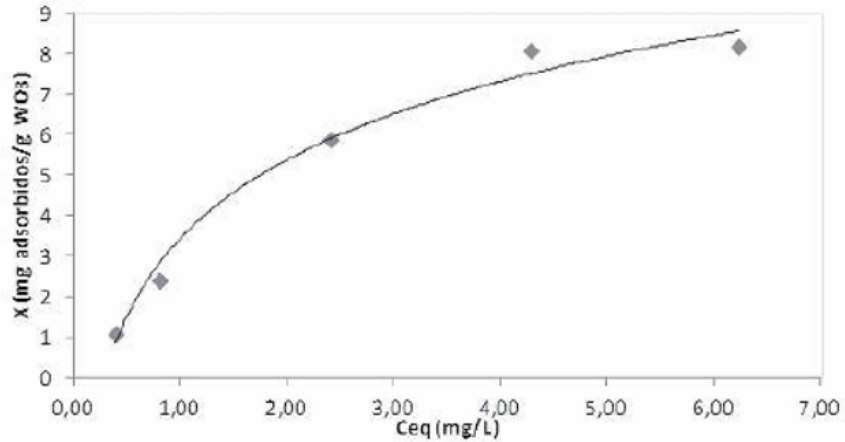
- El equilibrio de adsorción se favorece a menores temperaturas
- El equilibrio de adsorción se favorece a mayores temperaturas
- El equilibrio de adsorción es independiente de la temperatura

5.5.2. Isotherma de adsorción

Se define como la relación entre la cantidad de adsorbato, adsorbido, por unidad de masa de adsorbente y la concentración del soluto una vez alcanzado el equilibrio a temperatura constante (Rodríguez Reinoso, 2007). Los modelos de isotermas más usados son los de Langmuir, Freundlich y Prausnitz-Radke.

En la figura 6 se observa la isoterma de adsorción de Langmuir, que es una curva cuantitativa que describe la cantidad de una capa de adsorbato sobre la superficie adsorbente en función de la concentración del material adsorbido con respecto al líquido en disolución.

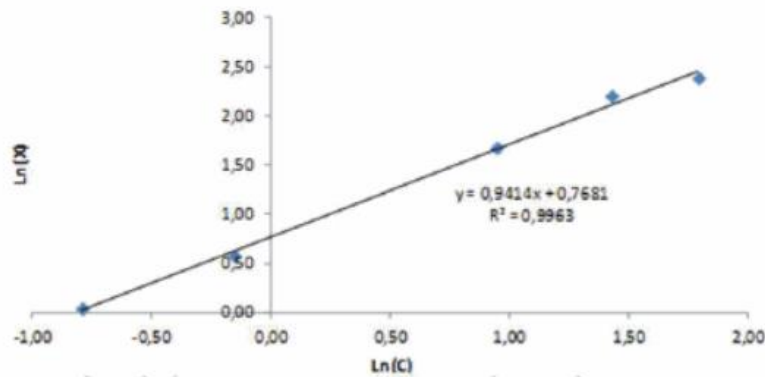
Figura 6 - Isotherma de adsorción del Adenosín 5' -monofosfato sobre el WO₃ a pH 10



Fuente: Tomado de (Rivas, 2014)

Por otro lado, en la figura 7 se evidencia la isoterma de adsorción de Freundlich, que es una curva que describe la concentración de un adsorbato en la superficie de un adsorbente con respecto a la concentración del soluto en la disolución líquida en la que se encuentra.

Figura 7 - Isoterma de adsorción del nucleótido AMP'5 a pH 7 sobre el WO3 usado el modelo de Freundlich



Fuente: Tomado de (Rivas, 2014)

Durante el desarrollo de este proyecto de investigación, se plantea utilizar las isotermas de Langmuir y Freundlich para determinar cuál modelo se adapta de mejor manera a la cantidad de adsorbato en masa adsorbidos por el CA comercial.

6. METODOLOGÍA

6.1. TIPO Y ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN

El enfoque de investigación para llevar a cabo la recolección y análisis de datos de las actividades propuestas en las diferentes etapas del trabajo es de tipo mixto (cuantitativo y cualitativo), mediante el cual según Hernández Sampieri, (2014) se pueden desarrollar preguntas e hipótesis antes, durante o después de la recolección y el análisis de los datos, permitiendo una flexibilización en el ejercicio interpretativo que se da de manera simultánea a las tres fases metodológicas que comprenden este trabajo. Para dar cumplimiento al objetivo general del trabajo, el tipo de investigación que se desarrolla es correlacional, por medio de la cual se puedan analizar las relaciones CTSA que los docentes en formación hacen cuando se desarrolla el caso simulado sobre el proceso de adsorción sobre CA, utilizando la transformación de los roles de los estudiantes para analizar la situación controversial desde diversos puntos de vista.

6.2. MUESTRA

La muestra objeto de estudio estuvo conformada por quince estudiantes de la Universidad Pedagógica Nacional, pertenecientes al programa licenciatura en química versión 2.0 que cursaban los espacios académicos Sistemas Físicoquímicos II y Práctica Pedagógica y Didáctica I en el periodo 2022-2.

6.3. FASES DE LA INVESTIGACIÓN

El diseño metodológico que comprende este trabajo de grado se compone de 3 fases de investigación que son; planificación, diseño y aplicación – análisis como se evidencia en la tabla 4:

Tabla 4 – Fases de investigación

Fase de investigación	Desarrollo
Planificación	<ul style="list-style-type: none">• Construcción de la parte inicial del documento escrito y planteamiento de un cronograma de trabajo con objetivos mensuales.
Diseño	<ul style="list-style-type: none">• Diseño experimental propuesto y desarrollado por los autores para obtener resultados cuantitativos, desde el proceso de adsorción de AMX sobre CA, que contribuyan a la estructuración del Cs.

	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño del Cs con base en los datos cuantitativos obtenidos del diseño experimental llevado a cabo en el laboratorio de la UPN por parte de los autores.
Aplicación – Análisis	<ul style="list-style-type: none"> • Pilotaje del Cs construido a partir de una problemática socio – ambiental, que se relaciona con la educación en química, y un fenómeno que desde la misma disciplina permite plantear una alternativa a la situación. • Análisis de resultados

Fuente: Autores.

6.3.1. FASE DE PLANIFICACIÓN

Esta fase comprende la elaboración inicial del documento, en donde se construyeron el marco referencial, planteamiento y pregunta problema con su respectiva justificación, también se propusieron unas metas mensuales y se generó un cronograma (Tabla 5) para cumplir periódicamente con distintas actividades, diseños y técnicas que permitieron cumplir los objetivos del presente trabajo de grado.

Tabla 5 - Cronograma mensual

Mes	Actividad – Diseño – Técnica
Febrero	Documentación sobre la didáctica de la química y posibles temáticas.
Marzo	Delimitación del tema del proyecto, planteamiento de prácticas de laboratorio posibles en la UPN. Propuesta de los objetivos.
Abril	Desarrollo de la propuesta de investigación; marco teórico, planteamiento y pregunta problema y justificación.
Mayo	Entrega de la propuesta del proyecto de investigación.
Junio	Correcciones del documento.
Julio	Diseño experimental en periodo intersemestral.
Agosto	Diseño experimental en periodo académico.
Septiembre	Aplicación del diseño experimental (calibración del método)
Octubre	Aplicación del diseño experimental (cinética molecular)
Noviembre	Aplicación del diseño experimental (adsorción sobre CA) Elaboración de los instrumentos con los datos obtenidos en la fase de aplicación del diseño experimental. Aplicación de instrumentos (caso simulado) y recolección de resultados.
Diciembre - Enero	Análisis de datos de laboratorio, resultados del caso simulado y conclusiones.
Febrero	Entrega del documento final, trabajo de grado.

Fuente: Autores.

6.3.2. FASE DE DISEÑO

Esta fase se compone de dos partes, primero el diseño experimental relacionado con la calibración del método, el estudio cinético y el proceso de adsorción de amoxicilina desde disolución acuosa sobre el carbón activado comercial, llevado a cabo en el laboratorio de la UPN por parte de los autores. Y segundo, el diseño del Cs a partir de los resultados cuantitativos y material conceptual obtenidos del diseño experimental.

6.3.2.1. Diseño experimental de laboratorio

El diseño experimental a su vez se divide en tres etapas de las cuales se obtienen resultados que aportan datos reales para la construcción del caso simulado y están especificadas en la tabla 6.

Tabla 6 - Etapas del diseño experimental de laboratorio

Etapas de diseño experimental	Fecha de realización
A Calibración del método	Septiembre de 2022
B Cinética Molecular	Octubre 2022
C Adsorción sobre carbón activado	Noviembre 2022

Fuente: Autores

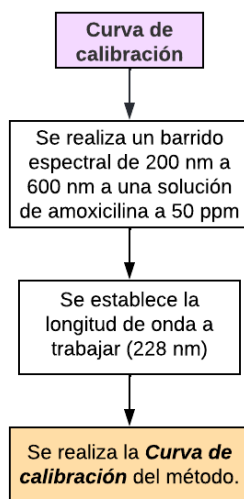
Etapa A – Calibración del método

DISEÑO EXPERIMENTAL PARA LA CALIBRACIÓN DEL MÉTODO

Objetivo

- Realizar la curva de calibración del método para determinar los rangos de concentración y absorbancia de la amoxicilina que cumplen con la Ley de Beer-Bouguer-Lamber.

Metodología



Materiales y reactivos

Materiales	Reactivos
Balón aforado de 500 mL Balón aforado de 100 mL 10 balones aforados de 25 mL 2 vaso de precipitado de 250 mL Pipeta aforada de 5 mL Bureta de 25 o 50 mL Pinza para bureta Celdas de cuarzo de 1 cm Agitador de vidrio Frasco lavador Vidrio reloj Espátula Pipeta Pasteur Frasco de ámbar	Agua destilada Amoxicilina 500 mg obtenida de un sobre de 10 capsulas, de 500 mg cada una, elaboradas por el laboratorio SYNTOFARMA S.A., el contenido de los contenedores se depositó en un frasco de ámbar y se homogenizó según se la necesidad, de tal forma que se obtuvo una muestra de trabajo de un mismo sobre, a lo largo de los diseños experimentales.

Procedimiento

Barrido espectral de la muestra

1. Realizar una solución de 50 ppm del patrón de amoxicilina en un balón aforado de 100 mL, para ello efectuar los cálculos para determinar la masa que se debe medir en la balanza analítica del reactivo (amoxicilina 500 mg). Procure homogenizar correctamente la muestra de tal forma que no quede suspensión o precipitados.
2. Se procede a realizar el barrido, modificando el rango en el espectrofotómetro desde 600 nm a 200 nm.
3. En celdas de cuarzo de 1 cm de ancho, depositar en una el blanco (agua) la cual nos dará como absorbancia 0 y en la otra parte de la solución de 50 ppm de amoxicilina. Procure limpiar bien la celda y sostenerla por la parte esmerilada para no dejar huellas o manchas.
4. Colocar ambas celdas en el espectrofotómetro y realizar el barrido espectral para determinar la longitud de onda con mayor absorbancia.

Curva de calibración

1. Prepare una solución madre de 500 ppm de amoxicilina en un balón aforado de 500 mL, aforar con agua destilada. Procure homogenizar correctamente la muestra de tal forma que no quede suspensión o precipitados.
2. A partir de la solución de amoxicilina de 500 ppm, se prepara una solución de 50 ppm en un balón aforado de 100 mL, complete con agua destilada, esta será la solución de trabajo.
3. De la solución de trabajo, tomar alícuotas para preparar soluciones de 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45 y 50 ppm. Efectuar los cálculos necesarios para determinar la cantidad en mL que debe tomar por cada concentración. Llevar cada solución en balones aforados de 25 mL y completar con agua destilada.
4. Proceda a realizar las mediciones en el espectrofotómetro, teniendo en cuenta las concentraciones de cada solución. Realizar la medición a la longitud de onda determinada en el barrido espectral realizado previamente. Procure mantener limpia la celda.
5. Grafique la concentración vs la absorbancia obtenida para poder obtener la curva de calibración, los datos de la ecuación de la recta y el R^2 .

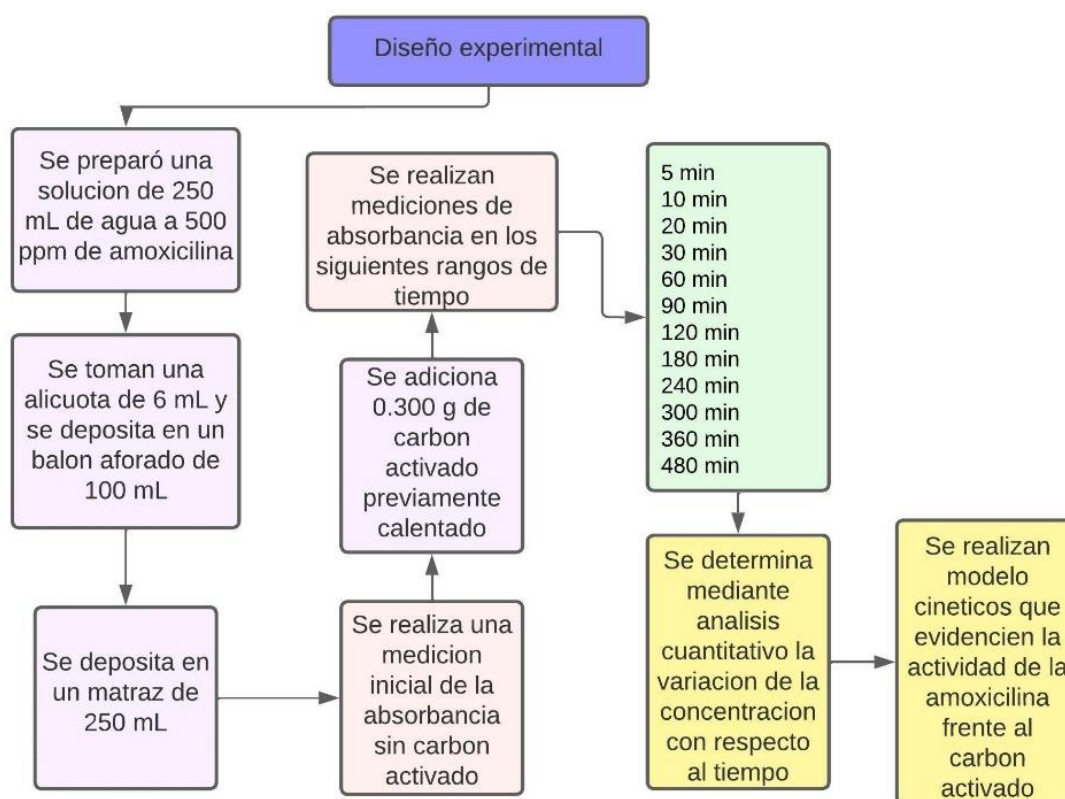
Etapa B - Cinética molecular

DISEÑO EXPERIMENTAL PARA LAS CINÉTICAS DE REACCIÓN DE LA AMOXICILINA.

Objetivo

- Identificar la actividad cinética, la capacidad de adsorción y retención del sorbato sobre carbón activado teniendo en cuenta el tiempo con respecto a la concentración de la amoxicilina.

Metodología



Materiales y reactivos

Materiales	Reactivos
12 Erlenmeyer de 250 mL 12 balones aforados de 100 mL 1 balón aforado de 500 mL 1 pipeta aforada de 1 mL 1 pipeta aforada de 2 mL 1 bureta de 50 mL	Amoxicilina 500 mg Agua Carbón Activado comercial

Pinza para bureta Balanza analítica digital Frasco lavador Espátula 12 filtros cuantitativos 12 embudos 12 frascos de ámbar de vidrio 1 agitador magnético 1 agitador de bandeja Agitador de vidrio Espectrofotómetro Celda de cuarzo Cronometro o reloj	
--	--

Para la cinética los datos obtenidos fueron a partir de una solución de 30 ppm de amoxicilina en 100 mL de agua, la cual se le realizaron lecturas de absorbancia en distintas instantes de tiempo, durante 8 horas seguidas, esto con el fin de identificar la variación de concentración con respecto al tiempo bajo el proceso de adsorción con CA comercial y así poder determinar las concentraciones mínimas y máximas que se pueden usar para la práctica de laboratorio como para el tratamiento a futuro de cuerpo de agua contaminados con CE.

A continuación, la tabla # de datos muestra la variación de la absorbancia con respecto al tiempo, llegando cerca del equilibrio a las 8 horas (480 min) donde no se registran valores cambiantes por lo que se puede decir que ha alcanzado el equilibrio pasando este punto.

Peso Carbón	Tiempo (min)	Absorbancia
0,257	5	0,74
Co	10	0,72
30	20	0,698
	30	0,682
	60	0,659
	90	0,641
	120	0,618
	180	0,595
	240	0,574
	300	0,549
	360	0,531
	480	0,511

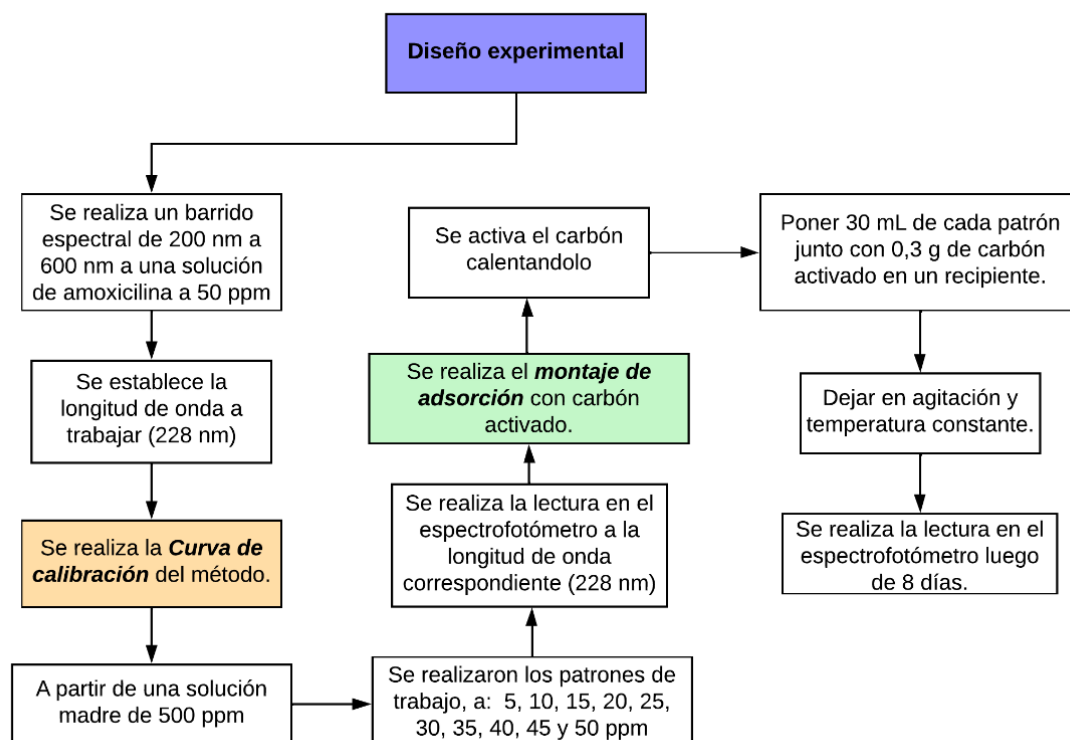
Etapa C – Adsorción sobre carbón activado

DISEÑO EXPERIMENTAL PARA LA ADSORCION DE AMOXICILINA SOBRE CARBON ACTIVADO

Objetivos

- Realizar el proceso de adsorción sobre carbón activado en soluciones de amoxicilina a distintas concentraciones.

Metodología



Materiales y reactivos

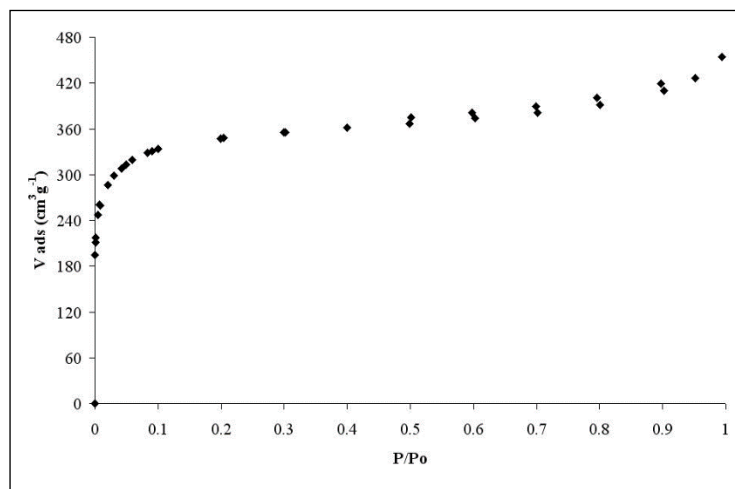
Materiales	Reactivos
6 balones aforados de 100 mL Bureta de 50 mL Pipeta de 5 mL Pinza para bureta Celdas de cuarzo de 1 cm 6 balones aforados de 25 mL Vaso de precipitado de 250 mL 6 vasos de precipitado de 100 mL 6 Erlenmeyer de 250 mL 6 embudos de vidrio	Agua destilada Amoxicilina 500 mg (reactivo de trabajo)

Plancha de calentamiento Agitador de vidrio Frasco lavador Vidrio reloj Espátula Pipeta Pasteur	
--	--

Características del Carbón activado utilizado

A continuación, se muestran las características del carbón activado comercial utilizado, además, de cómo fue su comportamiento en otras experiencias realizadas con el mismo. En la Figura 8 se muestra la isoterma de adsorción de N_2 a 77 K, del carbón activado comercial utilizado en este trabajo, ésta es de tipo I de acuerdo con la clasificación IUPAC, típica de sólidos microporosos. La aparición de la curva de histéresis en la isoterma, indica presencia de mesoporos en el material.

Figura 8 - Isotherma de adsorción – desorción de nitrógeno a 77 K en carbón activado granular



Fuente: Tomado de (Ariza Traslaviña, Torres Romero, & Blanco Martinez, 2016)

En la Tabla 7 se presentan algunas de las características fisicoquímicas del carbón activado, este carbón presenta un bajo contenido en grupos superficiales de carácter ácido que van a favorecer la acumulación de los derivados fenólicos sobre la superficie, por lo tanto, es un carbón de carácter básico con pH_{PZC} 9.8.

Tabla 7 - Características texturales y químicas del carbón activado CAG.

A _{BE} T (m ² g ⁻¹)	DR equation							α method		Surface Chemistry		
	V _{μpore} (cm ³ g ⁻¹)	V _{total} (cm ³ g ⁻¹) ^a	V _{μpore} (cm ³ g ⁻¹) ^b	E _o (kJm ol ⁻¹)	L (nm) ^c	S _{mi} (m ² g ⁻¹) ^d	A _{equi} v (m ² g ⁻¹)	V _{μpore} (cm ³ g ⁻¹)	S _α (cm ³ g ⁻¹)	Total acidit y (meq g ⁻¹)	Total basici ty (meq g ⁻¹)	pH _{PZ} c
117 7	0.45	0.65	0.16	17.35	1.82	496	127 2	0.49	128	0.30	0.60	9.8

^a V_{total} = volume adsorbed at P/P^o = 0.95, ^b = difference between V_{total} and V_α, ^c L = 10.8 / (E_o – 11.4), ^d S_{mi} = 2000 W_o/ L

Fuente: Tomado de (Ariza Traslaviña L. B., 2016)

Procedimiento

Adsorción sobre carbón activado

1. A partir de la solución madre de 1000 ppm elaborada anteriormente, tomar alícuotas para preparar en balones aforados de 100 mL, soluciones de trabajo con concentraciones de 50, 100, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 600 y 800 ppm. Efectuar los cálculos necesarios para determinar la cantidad en mL que debe tomar por cada concentración.
2. De cada una de las soluciones anteriores, tomar las siguientes alícuotas mostradas en la siguiente tabla y aforar con agua destilada en balones de 25 mL cada una.

Concentración amoxicilina (ppm)	Volumen de Alícuota (mL)
50	3
100	2
150	2
200	2
250	2
300	2
350	2
400	2
450	2
500	2
600	1
800	1

3. Una vez realizadas las soluciones en los balones de 25 mL, se procede a realizar lecturas en el espectrofotómetro de cada una, a la misma longitud de onda que se obtuvo en el barrido espectral. Esto les ayudara a corroborar posteriormente la variación en la concentración una vez se inicie el proceso de adsorción sobre el carbón activado con las mismas muestras. Tenga en cuenta el factor de dilución para realizar los cálculos correspondientes de concentraciones iniciales reales.
4. En un vaso de precipitado, poner el carbón activado en calentamiento, esto ayudará que se active y mejore su capacidad de adsorción.
5. Posteriormente, en vasos de precipitados o frascos de ámbar, pese 0.300 gramos de carbón activado aproximadamente. Anote cual fue el valor real del carbón activado pesado por cada muestra.
6. Tome una alícuota de 30 mL de cada una de las soluciones de trabajo y adiciónelas en vasos de precipitado diferentes, marque la concentración de cada uno para evitar confusiones.
7. Mantenga en agitación constante las muestras durante dos horas.
8. Cumplidas las dos horas, filtre el contenido de cada vaso de precipitado, utilizando un embudo, papel filtro cualitativo y un Erlenmeyer de 250 mL. Procure no dejar pasar carbón activado a la solución filtrada, si esto llega a pasar, vuelva a filtrar.
9. Una vez filtrado, lleve las muestras al espectrofotómetro y realice las mediciones por cada concentración, tenga en cuenta la Ley de Beer-Bouguer-Lambert (absorbancias entre 0.1 a 1.2). Si alguna muestra no cumple con el rango establecido descarte (en caso de que sea menor a 0.1 A) o realice una disolución para disminuir la concentración (en caso de que supere el límite de absorbancia de 1.2 A). Tenga en cuenta dichas disolución dado el caso.
10. Con las absorbancias obtenidas realice los calculo necesarios para hallar las concentraciones reales iniciales de cada muestra tanto iniciales como finales. Grafique las concentraciones finales de las muestras vs las absorbancias obtenidas y compare con la gráfica de concentraciones de las muestras antes del proceso de adsorción sobre carbón activado.

Los datos experimentales de las isothermas de adsorción se ajustaron con el modelo de Freundlich y Langmuir que se expresan matemáticamente como aparecen en la Tabla 8.

Tabla 8 - Isotermas de Langmuir y Freundlich y sus formas lineales.

Isotherm	Non-Linear form	Linear form
Langmuir	$Q_e = \frac{KQ_{m\acute{a}x}C_e}{KC_e}$	$\frac{C_e}{Q_e} = \frac{1}{KQ_{m\acute{a}x}} + \frac{1}{Q_{m\acute{a}x}}C_e$
Freundlich	$Q_e = kf(C_e)^{1/n}$	$LnQ_e = Lnkf + \frac{1}{n}LnC_e$

Langmuir parameters: Q_e - uptake equilibrium ($mg\ g^{-1}$), K - Langmuir constant ($L\ mg^{-1}$), $Q_{m\acute{a}x}$ - monolayer adsorption capacity ($mg\ g^{-1}$), C_e - solution concentration at equilibrium ($mg\ g^{-1}$). Freundlich parameters: kf - Freundlich constant ($mg^{1-1/n}\ L^{1/n}\ g^{-1}$), n - Freundlich exponent.

Fuente: Tomado de (Ariza Traslaviña L. B., 2016)

Luego de analizar la capacidad retenida en función del tiempo, se linealizaron los datos experimentales con el objetivo de deducir posibles interacciones, para ello se aplicaron los modelos de p-seudo primer orden y p-seudo segundo orden tal como se describen en la Tabla 9.

Tabla 9 - Modelos cinéticos de p-seudo primer y segundo orden.

Modelo	Forma lineal
P-seudo Primer Orden De Lagergren	$\log(q_e - q_t) = \log(q_e) - \frac{k_1}{2.303}t$
P-seudo Segundo Orden: Ho- Mackey	$\frac{t}{q_e} = \frac{1}{k_2 q_e^2} + \frac{t}{q_e}$

Fuente: Tomado de (Ariza Traslaviña L. B., 2016)

Pseudo primer orden: donde q_e es la cantidad de soluto adsorbido en el equilibrio por unidad de masa del adsorbente ($mg\ g^{-1}$), q_t es la cantidad de soluto adsorbido a un tiempo t , k_1 es la constante de velocidad de Pseudo primer orden (min^{-1}), y t es el tiempo de contacto (min).

Pseudo segundo orden: donde q_e es la capacidad máxima de adsorción para una cinética de segundo orden ($mg\ g^{-1}$), q_t es la cantidad de soluto adsorbido a un tiempo t , k_2 es la constante de velocidad de Pseudo segundo orden ($g\ mg^{-1}min^{-1}$), y t es el tiempo de contacto (min).

6.3.2.1.1 Análisis de resultados del diseño experimental

El análisis de los datos obtenidos en el diseño experimental se hace por medio de las distintas etapas que le conforman, haciendo uso de herramientas como Microsoft Excel que permiten recolectar, organizar, tabular y graficar los datos

obtenidos. El orden de las etapas es el mismo que anteriormente fue citado en la tabla 6.

6.3.2.1.1.1 Etapa A – Calibración del método

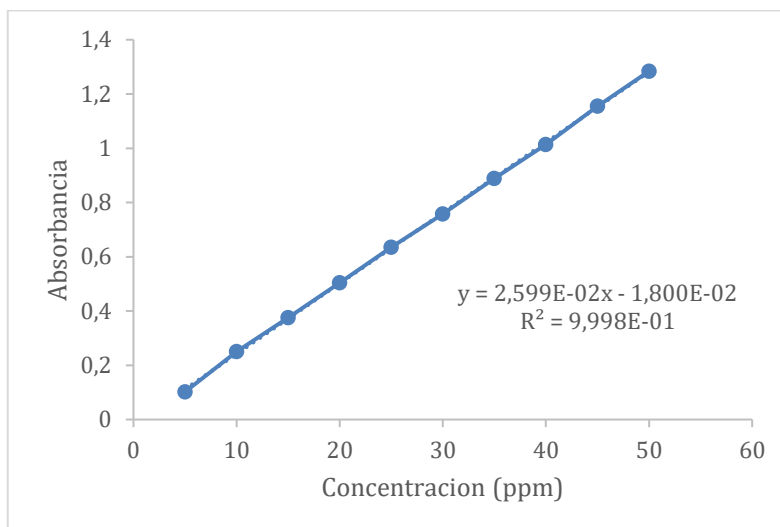
La realización de la curva de calibración permitió determinar la longitud de onda de máxima absorbancia de la amoxicilina la cual fue de 228 nm en el espectrofotómetro de UV-Vis. Una vez se determinó esto, se procede con las lecturas de las muestras de distintas concentraciones para determinar el rango de lectura de las muestras de adsorción como se observa en la Tabla 10. Se tuvo en cuenta la Ley Beer-Bouguer-Lamber, la cual nos especifica que las concentraciones deben ser manejadas en parte por millón (ppm) y las lecturas de absorbancia no deben ser mayores a 1.2, cubriendo un rango de 0.1 a 1.2 A.

Tabla 10 - Curva de calibración de la Amoxicilina

Concentración amoxicilina (ppm)	Absorbancia a 228 nm
5	0,102
10	0,250
15	0,376
20	0,504
25	0,635
30	0,758
35	0,889
40	1,014
45	1,155
50	1,284

Fuente: Autores

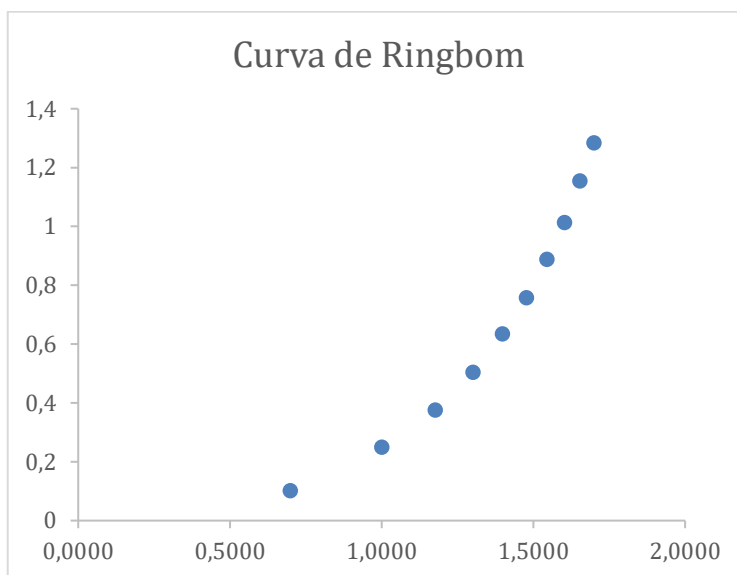
Grafica 1 - Curva de calibración de la Amoxicilina



Fuente: Autores

Se realizó la curva de Ringbom para verificar los datos obtenidos y así poder determinar la exactitud de estos y definir los rangos de trabajo de concentración en el proceso de adsorción sobre CA.

Grafica 2 - Curva de Ringbom



Fuente: Autores

Con los datos de la curva se elaboró un tratamiento estadístico de los datos obtenidos (tabla 11) para poder determinar límites de detección y cuantificación de las muestras, con el fin de definir la precisión y revisar si es pertinente utilizarlos en el análisis posterior o simplemente descartarlos por no ser coherentes con los demás resultados obtenidos (tabla 12).

Tabla 11 - Tratamiento estadístico de la curva de calibración de la amoxicilina

Muestra	C	A	Yi^	(Xi)^2	(Xi-X)^2	(Yi-Y)^2	(Yi)^2
1	5	0,102	-0,015	25	506,25	0,014	0,010
2	10	0,250	-0,012	100	306,25	0,068	0,063
3	15	0,376	-0,008	225	156,25	0,148	0,141
4	20	0,504	-0,005	400	56,25	0,259	0,254
5	25	0,635	-0,001	625	6,25	0,405	0,403
6	30	0,758	0,002	900	6,25	0,572	0,575
7	35	0,889	0,005	1225	56,25	0,781	0,790
8	40	1,014	0,008	1600	156,25	1,011	1,028
9	45	1,155	0,012	2025	306,25	1,306	1,334
10	50	1,284	0,015	2500	506,25	1,609	1,649
Total	$\sum Xi$	$\sum Yi$	$\sum Yi$	$(Xi)^2$	$\sum (Xi-X)^2$	$\sum (Yi-Y)^2$	$\sum (Yi)^2$
	275	6,967	0,00107233	9625	2062,5	6,17430254	6,247283

Fuente: Autores

Tabla 12 - Limite de cuantificación y límite de detección

m	0,02599	
b	-0,0180	
R2	0,9998	
S(y/x)	6,0608E-03	
Sb	1,335E-04	
Sa	4,140E-03	
límite de confianza m	0,0003	0,0260±0,0003
límite de confianza b	0,0095	-0,018±0,001
YLDD		1,823E-04
YLDC		0,0426
XLDD		0,700
XLDC		2,332

Fuente: Autores

Con los resultados obtenidos, el límite de detección de absorbancia mínima es de 1.82E-04 y un mínimo cuantificable de 0.0426 de absorbancia. Para la concentración el límite de detección mínimo es de 0.700 ppm y un mínimo

cuantificable de 2.332 ppm. Con base en esto se puede determinar si los datos obtenidos durante la práctica de adsorción son correctos y se pueden utilizar tal cual o si es necesario hacer un descarte.

6.3.2.1.1.2 Etapa B – Cinética molecular

Con base en los datos obtenidos, se complementa la tabla 13 propuesta en la metodología, de tal forma que se obtienen valores de concentración y datos de equilibrio necesarios para el método cinético.

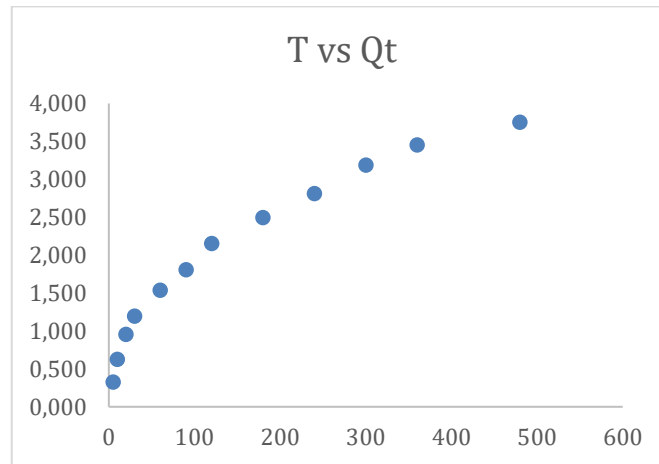
Tabla 13 - Datos de cinética de reacción

Peso Carbón	Tiempo (min)	Absorbancia	Ce	qt	qe-qt	Log(qe-qt)	t/qt
0,257	5	0,74	29,165	0,325	3,428	0,535	15,390
Co	10	0,72	28,396	0,624	3,129	0,495	16,018
30	20	0,698	27,549	0,954	2,800	0,447	20,972
	30	0,682	26,933	1,193	2,560	0,408	25,142
	60	0,659	26,048	1,538	2,216	0,346	39,023
	90	0,641	25,356	1,807	1,946	0,289	49,805
	120	0,618	24,471	2,151	1,602	0,205	55,778
	180	0,595	23,586	2,496	1,258	0,100	72,123
	240	0,574	22,778	2,810	0,943	-0,025	85,406
	300	0,549	21,816	3,184	0,569	-0,245	94,209
	360	0,531	21,124	3,454	0,299	-0,524	104,230
	480	0,511	20,354	3,753	0,000	#jNUM!	127,887

Fuente: Autores

La gráfica 3 muestra como es la relación T vs Qt lo cual es el tiempo vs la concentración inicial de la muestra con el CA en el tiempo junto con su concentración final al momento de realizar la medición. Esta grafica nos indica la saturación del material CA cerca de las 8 horas, donde ya no adsorbe más muestra de amoxicilina, por lo tanto, se puede predecir que alcanzaría el equilibrio pasando las 8 horas de análisis.

Grafica 3 - Tiempo vs concentración inicial con CA



Fuente: Autores

Se aplicaron modelos de P-seudo primer orden de Lagergren y P-seudo segundo orden de Ho-Mackey ambas de forma lineal.

Tabla 14 - Modelos de P-seudo primer y segundo orden

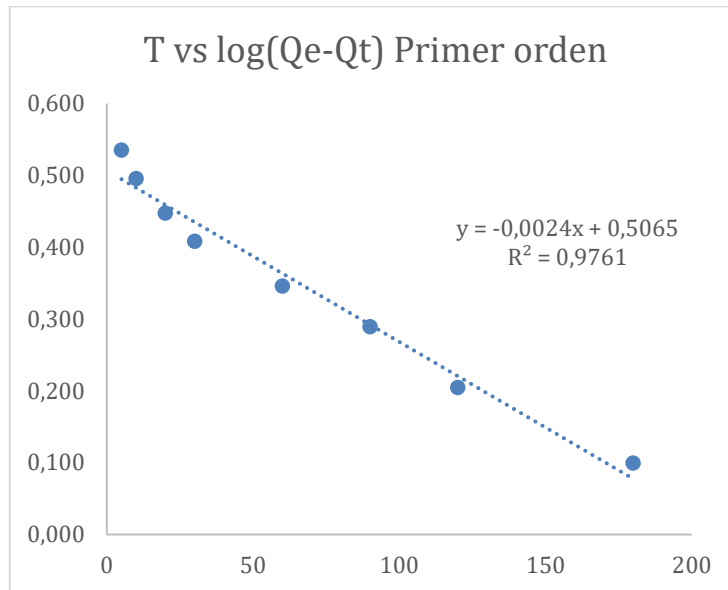
Modelo	Forma lineal
P-seudo Primer Orden De Lagergren	$\log (q_e - q_t) = \log (q_e) - \frac{k_1}{2.303} t$
P-seudo Segundo Orden: Ho- Mackey	$\frac{t}{q_e} = \frac{1}{k_2 q_e^2} + \frac{t}{q_e}$

Fuente: Tomado de (Ariza Traslaviña L. B., 2016)

Tabla 15 - Datos obtenidos de la ampliación de los modelos de p-seudo primer y segundo orden

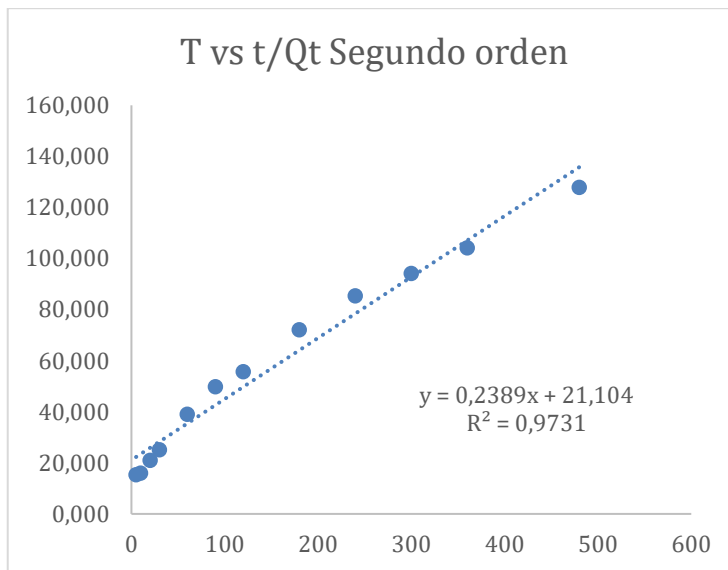
MODELO CARBON ACTIVADO EN PELLETS						
Pseudo primer orden			Pseudo segundo orden			
q_e (mg g ⁻¹)	k_1 (min ⁻¹)	r^2	q_e (mg g ⁻¹)	k_2 (g mg ⁻¹ min ⁻¹)	h (mg g ⁻¹ min ⁻¹)	r^2
3,21	0,005	0,976	4,316	0,003	0,064	0,973

Grafica 4 - Modelo de p-seudo primer orden



Fuente: Autores

Grafica 5 - Modelo de p-seudo segundo orden



Fuente: Autores

Luego de analizar los datos obtenidos, se definió que el material y el adsorbente se ajusta más a un modelo de p-seudo primer orden al tener un coeficiente de relación de 0.976 el cual es más cercano a 1, de igual forma la capacidad de adsorción del

CA frente a la AMX en disolución es bastante grande debido al tiempo que necesita para entrar en equilibrio de adsorción, este equilibrio esperado refiere a una saturación del material donde las concentraciones de AMX no varíen y se mantengan constantes. Con base en esto podemos afirmar que es muy acertado usar el proceso de adsorción para la mitigación de CE en aguas contaminadas.

6.3.2.1.1.3 Etapa C – Adsorción sobre carbón activado

Los datos obtenidos a los 8 días de realizado el montaje se muestran en la tabla 12.

Tabla 16 - Datos de adsorción sobre carbón activado

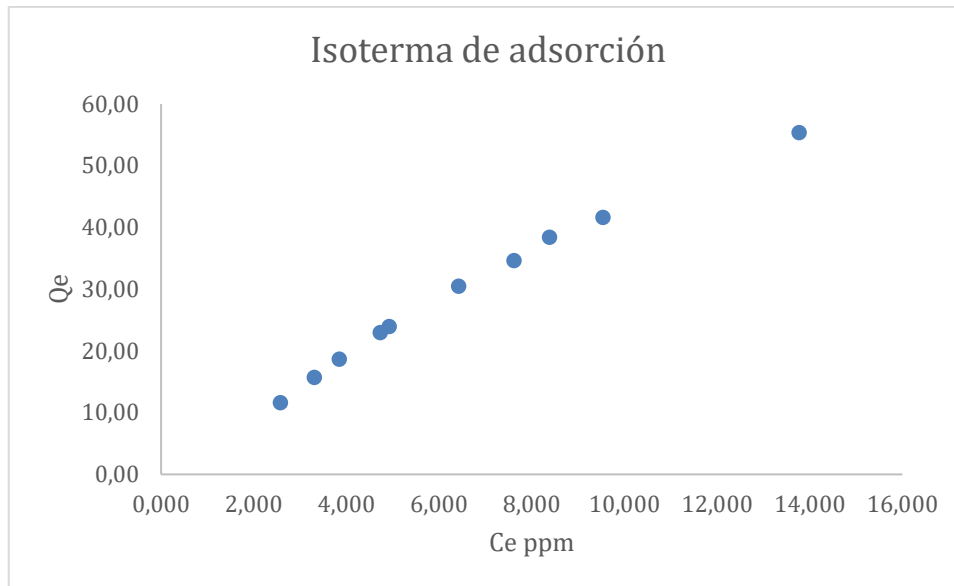
Carbón Activado (gramos)	Concentración inicial	Concentración final amoxicilina (ppm)	Absorbancia
0,316	46,17	1,501	0,021
0,294	95,71	2,116	0,037
0,292	138,03	2,578	0,049
0,297	189,50	3,309	0,068
0,296	224,61	3,848	0,082
0,289	269,82	4,733	0,105
0,291	283,76	4,925	0,110
0,291	361,20	6,426	0,149
0,290	408,81	7,618	0,180
0,290	453,54	8,388	0,200
0,314	531,94	9,542	0,230
0,320	722,39	13,775	0,340

Fuente: Autores

Como se puede ver en la tabla 12, se obtuvieron las concentraciones reales de las disoluciones de AMX, para determinar las concentraciones finales reales una vez realizado el proceso de adsorción. Comparando con los datos obtenidos en principio sin CA, podemos ver una diferencia de concentración en la disolución mostrada en la tabla, por lo que estos datos aportan veracidad y justificación al uso del método de adsorción sobre CA para el tratamiento o mitigación de aguas contaminadas con CE. Los datos resaltados en rojo no son tomados en cuenta ya que no están dentro del límite de detección y cuantificación obtenido en la curva de calibración, por lo tanto, indica que el material ha sido adsorbido en su totalidad cercana al 95% o superior, por lo tanto, se descartan para los siguientes análisis.

Para continuar con análisis de los datos obtenidos, se construyó la respectiva isoterma con el fin de determinar la cantidad de AMX adsorbida por el CA cerca el punto de equilibrio, estos datos se muestran en la siguiente grafica 6.

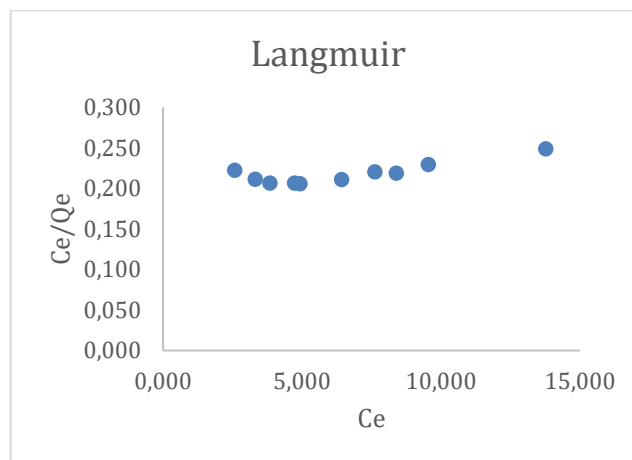
Grafica 6 - Isotherma de adsorción de la Amoxicilina sobre carbón activado



Fuente: Autores

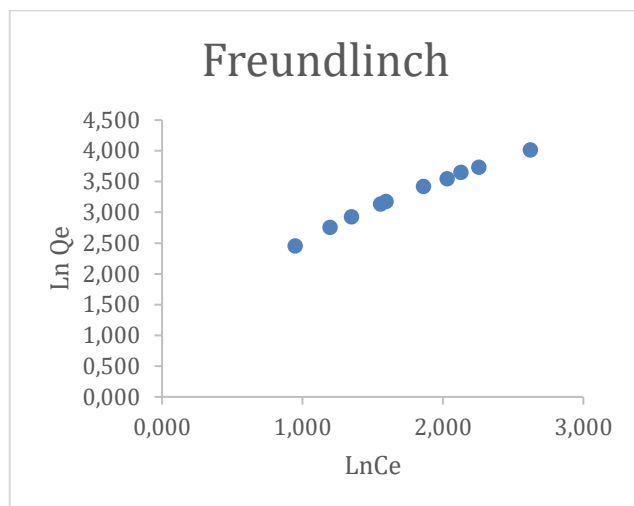
Para el proceso de adsorción sobre CA, se evidencia que tienen gran capacidad de adsorción el CA ya que aun en concentraciones altas como 800 ppm sigue adsorbiendo por lo que respalda su uso como método y material para usarse en los tratamientos de aguas contaminadas con CE. Para respaldar esta afirmación se aplicaron modelos de isoterma de Langmuir (grafica 7) y Freundlinch (grafica 8), encontrando que el modelo que más se ajusta es el de Freundlinch.

Grafica 7 - isoterma de Langmuir



Fuente: Autores

Grafica 8 - Isoterma de Freundlinch



Fuente: Autores

En la tabla 17 donde se resumen los datos obtenidos de las isotermas, teniendo en cuenta que es un modelo de adsorción sobre CA en pellets.

Tabla 17 - Datos de isotermas de Langmuir y Freundlinch

Modelo CAP							
LANGMUIR				FREUNDLICH			
$q_{max} (mg g^{-1})$	K (L/mg)	r^2	%DESV	kf	1/n	r^2	%DESV
312,500	0,016	0,672	2965,720	5,255	0,92	0,991	6,415

Fuente: Autores

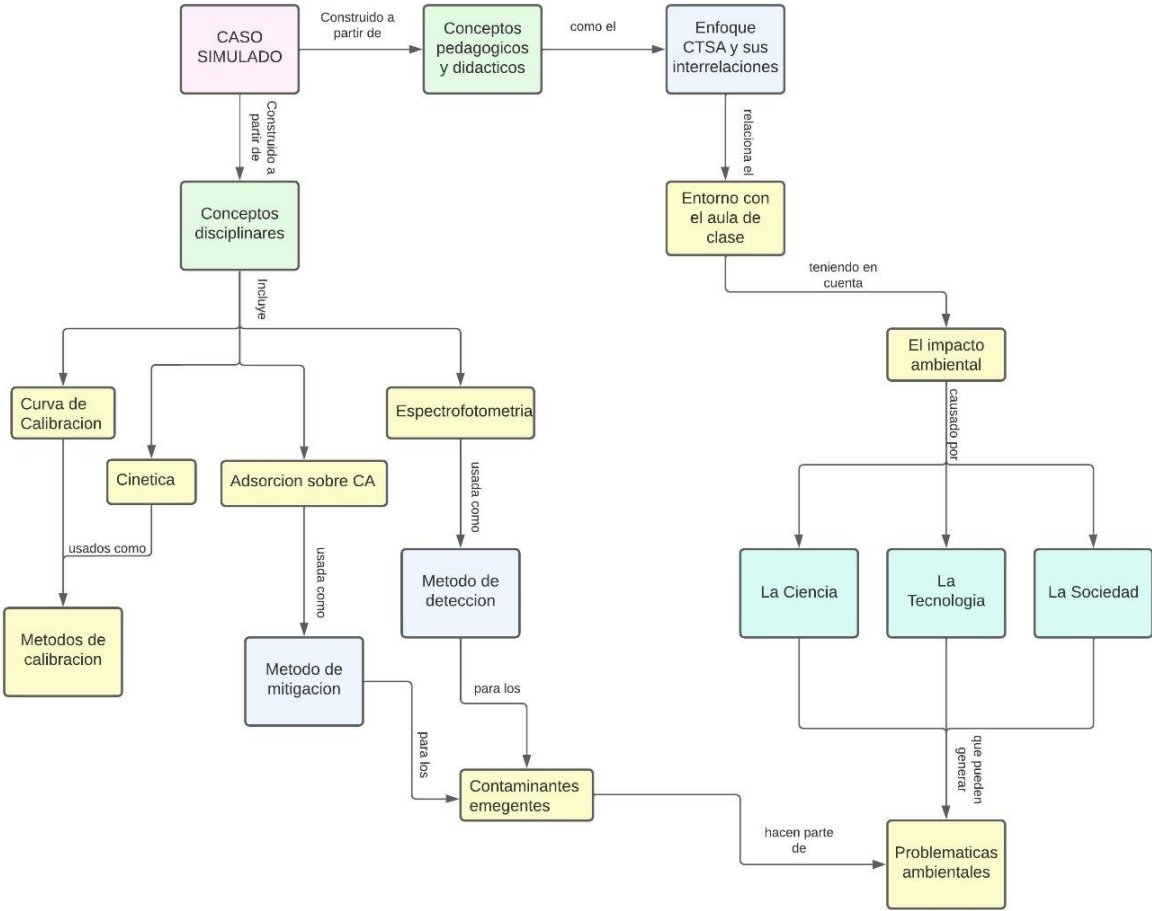
Se realizo un análisis de porcentaje de desviación el cual nos indica en la isoterma de Langmuir un resultado fuera de rango y en la de Freudlinch 6.41% de desviación estándar en los datos. Por lo que se ajusta más a este modelo de isoterma lo que indica que la relación de concentración del soluto en el absorbente cambia con respecto a la concentración presente en el líquido siendo mayor cerca al punto de equilibrio de la disolución con CA.

6.3.2.2. Diseño del Caso simulado

Para el diseño del Cs, se llevó a cabo la sistematización y análisis de los resultados del diseño experimental relacionado con el estudio cinético y el proceso de adsorción de amoxicilina desde disolución acuosa sobre el carbón activado comercial. Finalmente se construyó a partir de la problemática socio – ambiental escogida y los datos mencionados anteriormente. A continuación, se puede

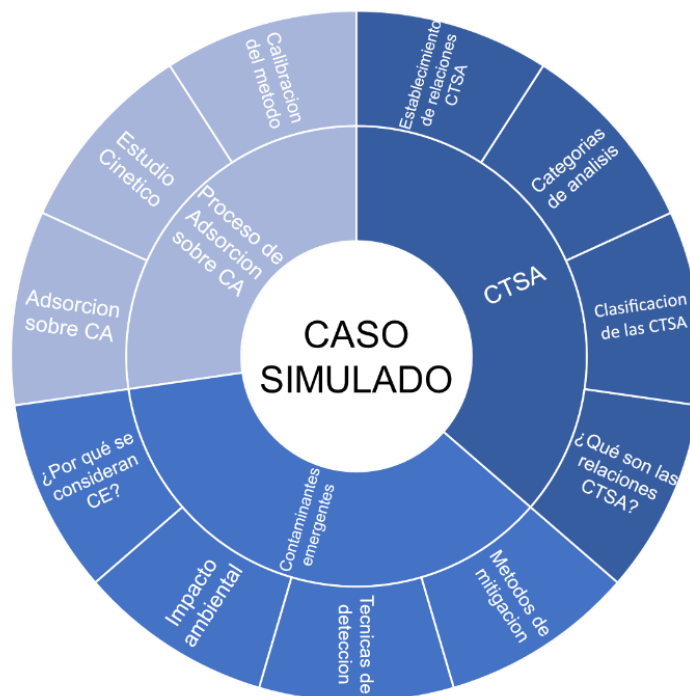
apreciar en la figura la red conceptual que vincula el diseño experimental con el caso simulado, pues los resultados cuantitativos y el componente conceptual del trabajo realizado desde el laboratorio fueron fundamentales para el diseño del caso simulado.

Figura 9 - Red conceptual de la relación entre el diseño experimental y el diseño del caso simulado



Fuente: Realizada con Lucidchart

Finalmente, el caso simulado fue construido a partir de los conceptos tratados en el trabajo de grado, la temática central de interés y datos obtenidos durante el desarrollo del diseño experimental:



Fuente: Realizada con Power Point

A continuación, se evidencia el material escrito terminado, que fue entregado a los estudiantes para dar a conocer el caso simulado.

CASO SIMULADO SOBRE CONTAMINANTES EMERGENTES.

El caso simulado que se presenta expone una cuestión socioambiental hipotética para analizar cómo afecta el desecho de medicamentos en la basura que cotidianamente sale de los hogares. Además, se propone un método de mitigación con datos experimentales reales; obtenidos en los laboratorios de la Universidad Pedagógica Nacional (UPN). El escenario de este debate es la UPN y los participantes son los estudiantes, los docentes, la empresa de acueducto y alcantarillado de Bogotá y la compañía farmacéutica.

A través de diferentes análisis a muestras de aguas residuales se evidencia la presencia de distintos compuestos que no pueden ser removidos de manera parcial ni completa por medio de los procesos que realizan las plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR). Estos compuestos son los *contaminantes emergentes CE*, un gran grupo de sustancias que dentro de la clasificación tradicional de residuos no tienen lugar y al ser de uso masivo en los seres humanos generan un problema de contaminación ambiental, dentro de los cuales podemos encontrar

medicamentos, productos para el cuidado personal, de aseo, pesticidas, fungicidas, entre otros. En Bogotá, existe un CE de gran interés y preocupación para los alumnos de la Universidad Pedagógica Nacional; en el seminario de Educación ambiental se discutió la problemática a propósito de las experiencias que los docentes en formación tenían en las diferentes instituciones donde realizaban su práctica docente, evidenciando que en las diferentes localidades de la ciudad la problemática de los contaminantes emergentes es cada vez más evidenciable por es la disminución de la fauna bacteriana y microbiológica de los humedales alrededor de los planteles debido al mal manejo de los residuos farmacéuticos que son de alto consumo humano y no tienen ningún tipo de regulación en su proceso de desecho.

Como punto de partida de la investigación se recae sobre la importancia de la ciencia y de la tecnología y cómo se han constituido en la sociedad en el dispositivo para sobreponerse y transformar el medio natural, como también el ámbito social y económico en el cual se desenvuelve todo ser humano. Por este motivo, se vincula a los avances tecnocientíficos con la procuración de una mejora sustancial en el bienestar y calidad de vida de las personas en un entorno afable. (Cantú Martínez, 2019) En donde se aprovechen las herramientas y recursos que se encuentran a nuestro alcance para trabajar por el medio ambiente y la sociedad. Así que inicialmente se busca determinar la cantidad de CE tomando muestras de agua de los humedales y llevándolas a los laboratorios de la UPN para su respectivo análisis y caracterización, encontrando altas concentraciones de varios compuestos tales como acetaminofén, ibuprofeno y *Amoxicilina*. Seguido de este análisis, se realiza una propuesta de mitigación del contaminante que se encontró en mayores proporciones; tomando soluciones de la muestra de agua contaminada y adicionando aproximadamente 0.300 g de carbón activado para observar cómo actuaba respecto a la concentración de la amoxicilina en la solución por medio del proceso de adsorción. A continuación, se muestran las absorbancias y concentraciones en ppm ANTES de ponerles carbón activado:

Concentración amoxicilina (ppm)	Absorbancia
50	0,126
100	0,181
150	0,269
200	0,376
250	0,449
300	0,543
350	0,572
400	0,733
450	0,832
500	0,925
600	0,535
800	0,733

Luego de realizar la lectura se adiciona la cantidad correspondiente de carbón activado en cada muestra, se hace un seguimiento de la medida de absorbancia a los 8 días. Las soluciones de agua contaminadas estuvieron bajo agitación constante con el carbón activado.

Concentración amoxicilina (ppm)	Concentración final amoxicilina (ppm)	Absorbancia
50	1,501	0,021
100	2,116	0,037
150	2,578	0,049
200	3,309	0,068
250	3,848	0,082
300	4,733	0,105
350	4,925	0,110
400	6,426	0,149
450	7,618	0,180
500	8,388	0,200
600	9,542	0,230
800	13,775	0,340

Se encontró que las concentraciones de Amoxicilina en las muestras disminuyeron aproximadamente un 60% - 90% frente a las soluciones no tratadas. En este punto de la investigación se evidencia como, la idea social en relación con la tecnología se ubica en innumerables contextos donde sus aplicaciones o productos son venerados por considerarse socialmente útiles, o maldecidos por los impactos en el ambiente (Rodríguez Acevedo, 1998) contamos con el suficiente desarrollo para producir medicamentos esenciales para tratar múltiples enfermedades en hombres y animales pero debemos ir pensando y proponiendo también una ruta de trabajo sobre la contaminación que provoca el mal uso y desecho de los mismos.

Finalmente, antes este tipo de situaciones se espera actuar prontamente, con propuestas reales que puedan contribuir a una solución, es por lo tanto un tema de interés general que ocupa a los especialistas que, con sus investigaciones, modelos de simulación y análisis de los cambios climáticos pretenden determinar la situación real del medio ambiente y las alternativas que existen para mitigar el deterioro de este. (Parra Romero & Cadena Díaz, 2010), en el presente caso simulado se concluye como propuesta de mitigación de contaminantes emergentes la técnica de adsorción sobre carbón activado que, aunque presenta contrariedades como su alto costo y toda la gestión administrativa y tecnocientífica que requiere el proceso a gran escala, se posiciona como una solución a la problemática para obtener resultados funcionales.

6.3.3. FASE DE APLICACIÓN – ANÁLISIS

Esta fase comprendió el pilotaje de la técnica didáctica de caso simulado, que a su vez se compone de la recolección, transcripción y análisis de los resultados obtenidos. Para esto se planifica el trabajo como en la tabla 18 se indica:

Tabla 18 - Fase de aplicación – análisis

Fase de aplicación – análisis			
Actividad		Instrumentos	Finalidad
Recolectar los resultados del caso simulado		Celular con grabadora	Obtener las afirmaciones hechas por los alumnos de primera mano.
Transcribir audios	los	Computadora Word	Pasar el formato con que se recogieron los resultados a uno más cómodo para trabajar en el documento escrito.
Analizar información	la	Material bibliográfico	Contrastar las posturas de los alumnos desde los diferentes roles con lo que la literatura afirma sobre las relaciones CTSA.
Clasificar resultados	los	Computadora Word	Con los análisis de los resultados hechos, se realiza una clasificación de las relaciones que permita dar paso a las conclusiones de la actividad.

Fuente: Autores.

El caso simulado construido para este trabajo de grado se caracteriza como puede evidenciarse en la tabla 19:

Tabla 19 - Cs sobre CE

Caso simulado sobre contaminantes emergentes				
Momento y temática	Duración (min)	Actividad	Objetivo	Evaluación
Aplicación Cs. Relaciones CTSA al abordar un problema socio – ambiental.	120	Caso Simulado sobre Contaminantes Emergentes. (Anexo 1)	Debatir sobre las relaciones CTSA que existen entorno a una problemática socioambiental.	Análisis de relaciones establecidas bajo el contraste de afirmaciones hechas por autores.

Fuente: Autores.

Fue desarrollado en tres momentos diferentes. Inicialmente se presentó junto con un consentimiento informado que los alumnos debían diligenciar para poder hacer

uso de toda la información recogida a partir de la actividad. Seguido de esto, se organizaron los participantes por roles:

- a) Moderadores (dos estudiantes, autores del trabajo de grado, leen las preguntas orientadoras y dan la palabra).
- b) Estudiantes (cuatro estudiantes asumen el rol de alumnos de colegio público).
- c) Docentes (cuatro estudiantes asumen el rol de docentes de colegio público).
- d) Farmacia (cuatro estudiantes asumen el rol de una empresa farmacéutica productora de amoxicilina).
- e) Acueducto (tres estudiantes asumen el rol de la empresa de alcantarillado de Bogotá)

Finalmente, para recoger las diversas opiniones, puntos de vista y generar las controversias al contrastar las respuestas de unos roles con otros se formularon las siguientes preguntas orientadoras:

1. ¿De qué manera se relaciona la ciencia y tecnología en la búsqueda de métodos que solucionen problemáticas ambientales como la presentada anteriormente?
2. ¿Qué influencia tiene en la sociedad el desarrollo tecnocientífico teniendo en cuenta el caso presentado?
3. Frente a la situación planteada, específicamente desde su posición como actor social; estudiante, profesor, empresa de farmacia, empresa del Acueducto, indique y describa cuales son las relaciones entre Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente que encuentra, algunas de estas pueden ser:
 - Ciencia – Tecnología
 - Tecnología – Sociedad
 - Sociedad – Ambiente
 - Ambiente – Ciencia

Si encuentra otras relaciones por favor enlístelas y descríbalas.

6.3.3.1 CATEGORIAS DE ANALISIS

Para definir el referente teórico encargado de analizar los resultados obtenidos en el caso simulado sobre las relaciones CTSA se proponen distintas categorías. Como punto de partida, se trabaja como el estudiante debe reconocer el conocimiento científico y tecnológico, más allá de la lógica interna de sus cuerpos teóricos y metodológicos, preocupándose también por los problemas sociales, ideológicos y ambientales implicados en su construcción y desarrollo (Martínez Pérez, Peñal, & Villamil, 2007). De esta manera se busca particularizar en las relaciones que pueden encontrarse dentro de este enfoque, y así por cada respuesta referenciar algunos de estos autores para finalmente analizar las

relaciones que más se destacan, las que menos fueron mencionadas y las relaciones nuevas propuestas por los docentes en formación.

Tabla 20 Categorías de análisis de relaciones CTSA

<p>C-T se han constituido en la sociedad en el dispositivo para sobreponerse y transformar el medio natural, como también el ámbito social y económico en el cual se desenvuelve todo ser humano. Por este motivo, se vincula a los avances tecnocientíficos con la procuración de una mejora sustancial en el bienestar y calidad de vida de las personas en un entorno afable. (Cantú Martínez, 2019)</p>	<p>T-S La idea social en relación con la tecnología se ubica en innumerables contextos donde sus aplicaciones o productos son venerados por considerarse socialmente útiles, o maldecidos por los impactos en el ambiente. Es así como toda la producción humana de instrumentos traducidos en artefactos, sistemas y procesos mirados desde el mismo momento en que el hombre se puede considerar hombre hasta nuestros días, está mediada por la discusión sobre el ser, la razón y el sentido de la tecnología. (Rodríguez Acevedo,</p>
<p>CTSA</p>	
<p>A-C La incógnita, en la actualidad, es cuánto van a durar los recursos o cómo deben manejarse. Es por lo tanto un tema de interés general que ocupa a los especialistas que, con sus investigaciones, modelos de simulación y análisis de los cambios climáticos pretenden determinar la situación real del medio ambiente y las alternativas que existen para mitigar el deterioro del mismo. (Parra Romero & Cadena Díaz, 2010)</p>	<p>S-A El conflicto entre sociedad y medio ambiente es parte del catálogo moderno de motivaciones cuyo reflejo se rompe en múltiples formas innovadoras de preocupación de los ciudadanos por el tratamiento público de asuntos y problemas relacionados con la naturaleza dentro y fuera de las poblaciones. (Madrigal González, 2007)</p>

Fuente: Autores.

7. RESULTADOS Y ANÁLISIS

7.1. ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL CASO SIMULADO

A continuación, se evidencian las respuestas dadas por los docentes en formación por cada pregunta realizada en referencia al caso simulado aplicado, estas afirmaciones se grabaron con un teléfono celular y posteriormente se transcribieron a computador (Anexo 2). Por cada pregunta hay 4 roles (estudiantes, docentes, farmacia y acueducto) y por cada rol un análisis cualitativo el cual es puesto en comparación y respaldado por autores quienes definen las relaciones CTSA establecidas por los alumnos y que posteriormente son clasificadas.

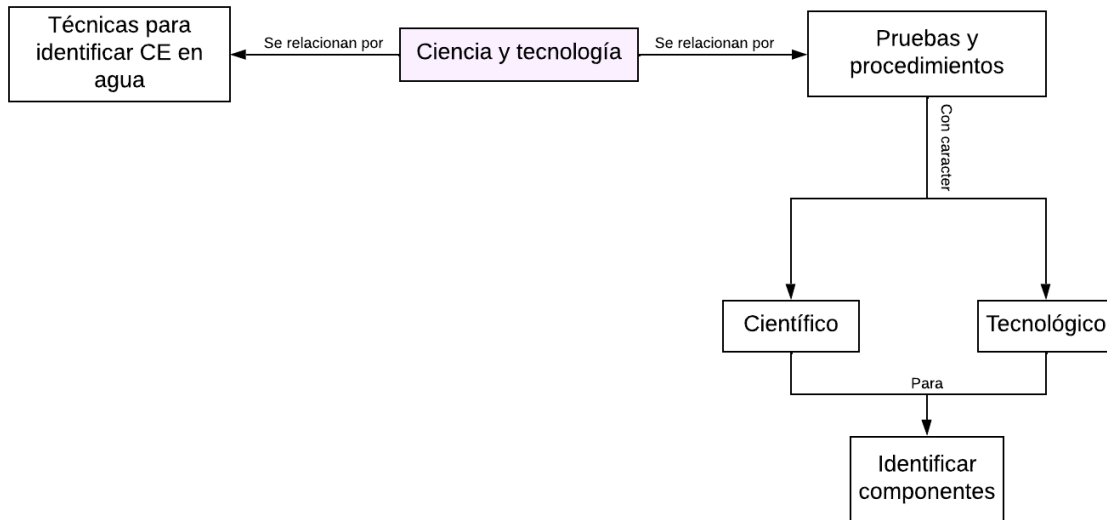
7.1.1. PREGUNTA 1

- **¿De qué manera se relaciona la ciencia y tecnología en la búsqueda de métodos que solucionen problemáticas ambientales como la presentada anteriormente?**

En el análisis de la respuesta a la primer pregunta, desde el rol de estudiantes, se construyó la red semántica de la figura 10, donde se observa la construcción de relaciones por parte de los docentes en formación, estos expresan que la Ciencia y la Tecnología *“se relacionan en cómo se conocen el tipo de contaminantes emergentes presentes en cuerpos de agua; pues por medio de pruebas que se realizan, y que tienen un fundamento científico y tecnológico es que se pueden identificar tales componentes”*, en esta proposición se entiende que los alumnos afirman el vínculo entre la ciencia y la tecnología a partir de uno de los desarrollos tecnocientíficos que ofrecen al ser humano como es el proceso de identificar compuestos desconocidos, lo que es coherente pues *“se vincula a los avances tecnocientíficos con la procuración de una mejora sustancial en el bienestar y calidad de vida de las personas en un entorno afable”* (Cantú Martínez, 2019). Sin embargo, los aportes tecnocientíficos a problemáticas ambientales no se reducen únicamente a identificar compuestos contaminantes en el medio ambiente, pues los servicios, utilidades, conocimientos y herramientas que ofrecen van más allá, como lo menciona el siguiente autor:

Tanto la ciencia como la tecnología se han convertido en una fuerza productiva inmediata de la sociedad moderna, es decir, en un factor necesario del proceso de producción que ejerce una creciente influencia no sólo sobre los elementos materiales -y hasta espirituales- de las fuerzas laborales, sino que alcanza también a todas las esferas de la actividad humana (Cañedo Andalia, 2001, pág. 74)

Figura 10 - Red semántica obtenida a partir de la pregunta 1 desde el rol de estudiantes



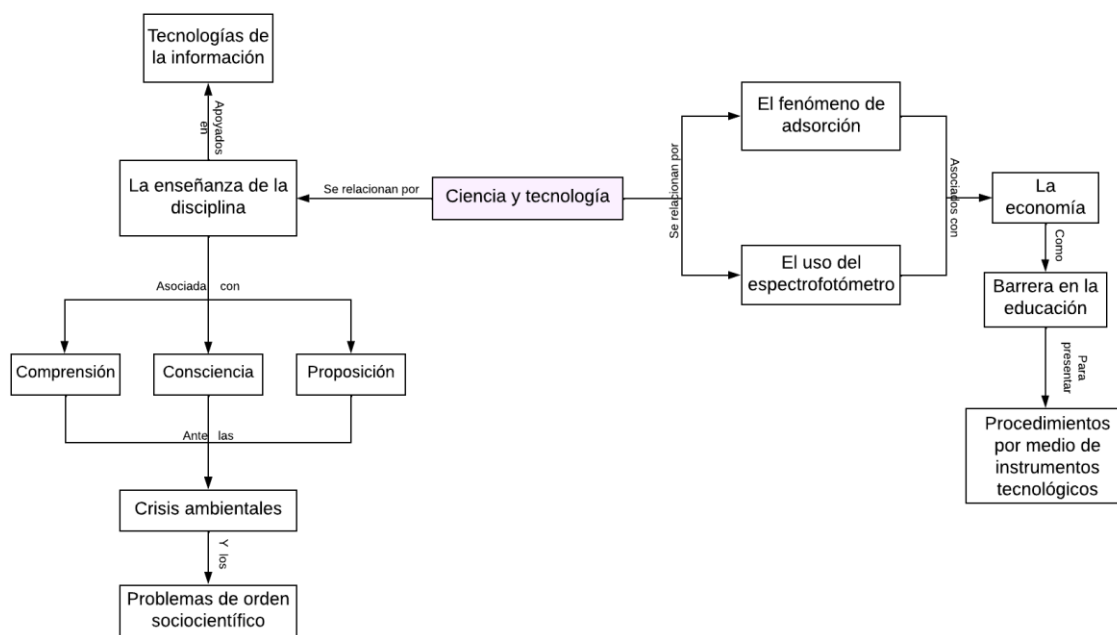
Fuente: Realizada con Lucidchart

En cuanto a la perspectiva de docentes, como se evidencia en la figura 11, la relación de la ciencia y tecnología para solucionar problemáticas ambientales la establecen desde *“el hecho de enseñar con cierta ética para que los estudiantes, a partir del conocimiento disciplinar, puedan comprender, ser consientes y propositivos ante las crisis ambientales y diferentes problemas de orden socio científico, apoyándose en el uso de tecnologías de la información para poder complementar dicha enseñanza”* entendiendo así, que ven esta vinculación en cuanto al uso y enseñanza de la ciencia, por medio de herramientas tecnológicas, enfocados en preparar a los alumnos para comprender y así mismo participar en la mitigación de problemáticas ambientales, pues *“es lamentable que la gran mayoría de los humanos no seamos conscientes del significado de la ciencia y la tecnología en nuestras vidas; de la responsabilidad social que tenemos con los conocimientos”* (Arana Ercilla, 2005).

Además, la articulación con el uso de las tecnologías de la información es punto muy importante mencionado por parte del rol de docentes, la estudiante afirma que *“en el caso simulado se trabajan el fenómeno de adsorción y el uso del espectrofotómetro, para obtener datos como la absorbancia y la concentración del contaminante emergente pero entonces hay que ver desde la educación como son posibles estos escenarios, porque la educación tiene diferentes barreras, como la economía; en un colegio no existen los recursos para invertir en un espectrofotómetro, entonces en muchas temáticas se pierde la parte procedimental que se desarrolla por medio de instrumentos tecnológicos que son muy importantes para la comprensión de estos temas”* ante esto, el uso de tecnologías de la información para apoyar los procesos de enseñanza, de altos costos y difícil acceso, representan entonces una de las alternativas y relación más contundentes. Esta relación que destacan es coherente con la literatura, pues *“la unidad del*

conocimiento permite concienciar a la ciencia y la tecnología como productos culturales, históricos, sociales; humanizándolas por y para el humano, siendo su principal objetivo la transformación y desarrollo de la sociedad misma” (Arana Ercilla, 2005).

Figura 11 - Red semántica obtenida a partir de la pregunta 1 desde el rol de docentes



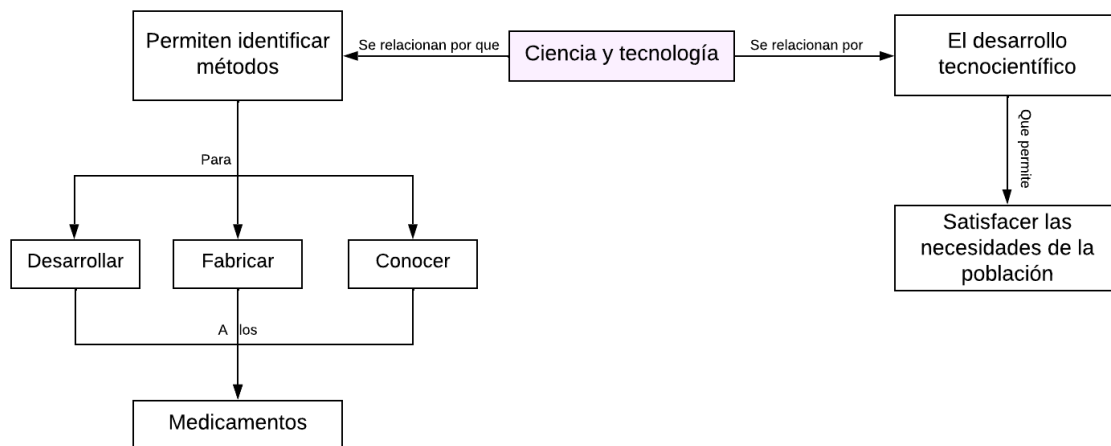
Fuente: Realizada con Lucidchart

En la figura 12 se esquematizan las relaciones establecidas desde la perspectiva farmacéutica, que se encaminan hacia el conocimiento científico y tecnológico del pasado, presente y futuro, dando enfoque al desarrollo y tratamiento de enfermedades a partir de la aplicación de cada una de las ramas y su trabajo en conjunto. Indican que *“La ciencia y la tecnología también permiten identificar métodos para desarrollar, fabricar o conocer más sobre medicamentos, su interacción con otros e incluso para contribuir de manera positiva en los efectos negativos que su mal manejo genera al medio ambiente y por ende a la sociedad”* en concordancia con otros autores que han afirmado que *“la idea social en relación con la tecnología se ubica en innumerables contextos donde sus aplicaciones o productos son venerados por considerarse socialmente útiles, o maldecidos por los impactos en el ambiente”* (Rodríguez Acevedo, 1998). Sin embargo, también se evidencia el carácter contradictorio de la afirmación, donde usar los avances tecnológicos y científicos para subsanar muchas de las crisis que ellos mismos desatan es la idea que el ser humano tiene de desarrollo.

Continuando, con el impacto de estas relaciones en el ambiente y la sociedad, ejemplifican que *“puede verse cuando hay algún tipo de desabastecimiento en*

algún fármaco, como sucedió en el 2020 en Colombia y muchas partes del mundo a causa de la pandemia; por esta razón nuestra posición como farmacia frente a los desarrollos tecnocientíficos es no limitar la producción de medicamentos, y en relación a estos desarrollos y la sociedad; como empresa nos proponemos satisfacer las necesidades de la población supliendo este tipo de medicamentos y para su uso y disposición manejamos programas por medio de otras instancias”. Indicando como su labor en la sociedad es indispensable y no puede pensarse en una reducción de sus procesos de producción, por el contrario, trabajan en conjunto para que se minimicen los impactos sobre el ambiente por medio de proyectos para la recolección de medicamentos e incluso informando sobre toda la ruta de disposición de estos.

Figura 12 - Red semántica obtenida a partir de la pregunta 1 desde el rol de la farmacia



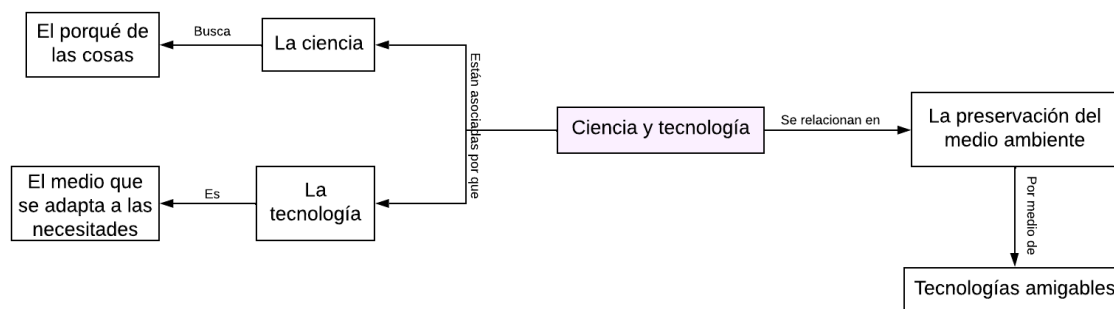
Fuente: Realizada con Lucidchart

Al adoptar la perspectiva de la empresa de acueducto, surgió el planteamiento de la correspondencia entre ciencia y tecnología, expresada en la figura 13, mencionando que “la ciencia busca comprender el porqué de las cosas mientras que la tecnología es un medio que se adapta a las necesidades que presenta la sociedad”, de esta manera el docente en formación explica que la ciencia indica la presencia de contaminantes emergentes en los humedales, los cuales no logran ser removidos en su totalidad por los proceso normalmente usados en las plantas de tratamiento mientras que la tecnología provee los equipos necesarios para caracterizar y mitigar dichas sustancias. Frente a esta interpretación (Cañedo Andalia) explica que originalmente “las esferas tecnológica y científica se desarrollaron de forma relativamente independiente, con posterioridad, dichos sectores de la actividad social adquirieron tal grado de interrelación, que la ciencia y la tecnología han llegado a considerarse como una sola esfera” además Cañedo afirma que: “las funciones de la ciencia y de la tecnología en la sociedad son

inseparables. Estos son dos aspectos de una actividad indivisible, cuyo alcance trasciende a una variedad de instituciones sociales con una función primaria esencialmente instrumental” (2001). (“Ciencia y tecnología en la sociedad: Perspectiva histórico-conceptual”) Por lo tanto, el trabajo que se da a partir de la ciencia y la tecnología para la sociedad y el medio ambiente es de manera mancomunada, pues a través de la historia se han constituido por medio de desarrollos y avances simultáneos que requieren de ambos campos del saber para existir como le conocemos en la actualidad.

Por otro lado, reiteran el plan de acción que debe tener la empresa con respecto a la sanidad y limpieza de las fuentes hídricas, es aquí donde plantean la importancia de la ciencia y tecnología en la preservación del ambiente, donde mencionan el uso de tecnologías amigables, el manejo ético de la ciencia bajo políticas ambientales, y especifican que como empresa encargada *“La empresa de alcantarillado de Bogotá implementa sus planes de acción para trabajar en el tema de sanidad y limpieza de los espacios de especies acuáticas, la C y T aquí pueden contribuir en la preservación del medio ambiente por medio de las tecnologías amigables, en esta dinámica es importante revisar el que hacer de las instituciones que definen ejes de trabajo en relación con el medio ambiente”*, dejando en evidencia la relación del uso de tecnología para el desarrollo y aplicación de métodos para el cuidado del medio ambiente, partiendo de la investigación científica para dar cumplimiento con la labor y la responsabilidad que conlleva la empresa.

Figura 13 - Red semántica obtenida a partir de la pregunta 1 desde el rol del Acueducto



Fuente: Realizada con Lucidchart

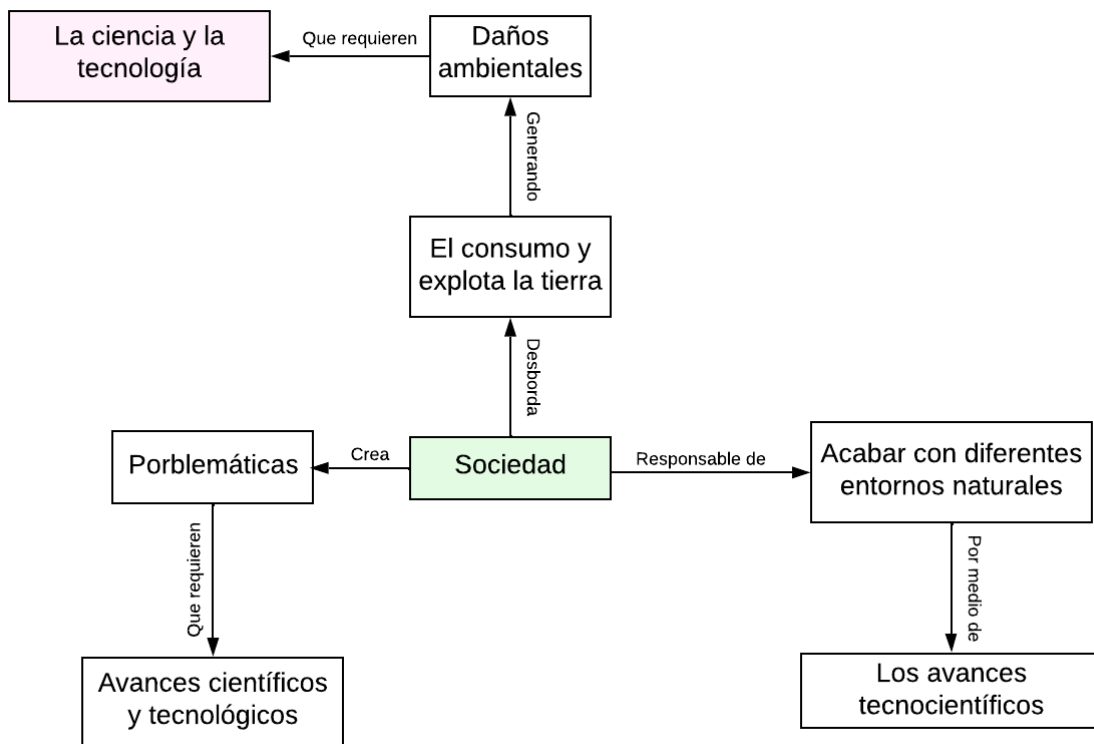
7.1.2. PREGUNTA 2

- **¿Qué influencia tiene en la sociedad el desarrollo tecnocientífico teniendo en cuenta el caso presentado?**

En la figura 14 relacionada a continuación, se evidencia la respuesta a la segunda pregunta que desde el rol de alumnos afirma que *“la sociedad cada vez crea más problemáticas que requieren de los avances científicos y tecnológicos, es ella misma la que desborda el consumo y explota la tierra generando daños ambientales*

que se intentan desacelerar desde la ciencia y la tecnología, pero muchas veces son irreversibles” estableciendo que la ciencia y la tecnología actúan para la resolución de diferentes problemáticas que la misma sociedad crea. Adicional, enfatizan que “la actividad humana es responsable de acabar con diferentes entornos naturales y esta actividad comprende todo el desarrollo tecnocientífico conocido hasta hoy en día” en coherencia con como “los actuales hábitos de consumo, las formas de producción industrial, los métodos de explotación de recursos, el aumento de los desechos, entre otros, ejercen una presión tan grande sobre los ecosistemas que superan su resiliencia o capacidad de recuperación”. (Parra Romero & Cadena Díaz, 2010). Así, las relaciones que se establecen entre la sociedad, la ciencia y la tecnología son; primero la sociedad como creadora de problemáticas con los avances tecnocientíficos como su resolución, y segundo la sociedad haciendo uso de estos avances para deteriorar y destruir el medio ambiente.

Figura 14 - Red semántica obtenida a partir de la pregunta 2 desde el rol de estudiantes

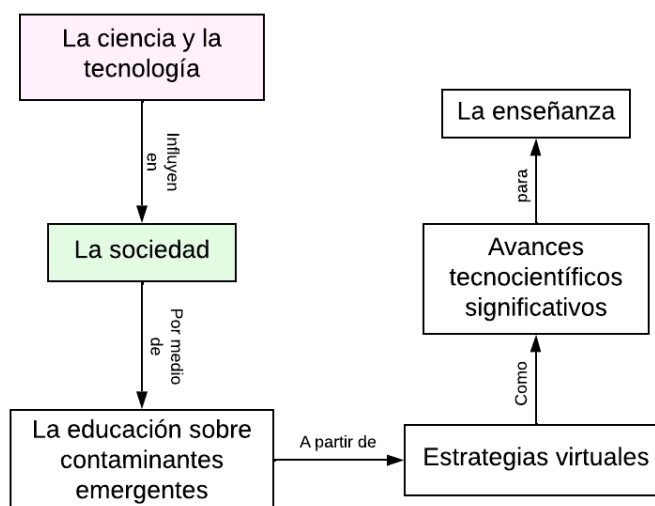


Fuente: Realizada con Lucidchart

En la figura 15 que se muestra a continuación se indica como desde el rol de docentes esta influencia “se da por medio de la forma en que se educa sobre los contaminantes emergentes que se ven evidenciados en las aguas, las técnicas o la manera de identificarlos, pues para trabajarlos con los alumnos que no tienen los

medios para hacer prácticas de laboratorio la mejor estrategia es la virtualidad, que llegó para quedarse, y es uno de los avances tecnocientíficos más significativos para la enseñanza encontrando una relación favorable en la cual la educación utiliza herramientas tecnológicas y científicas para atender una necesidad como puede ser la falta de infraestructura, instrumentos y recursos en general para llevar a cabo una práctica de laboratorio presencial, y que directamente es una incidencia sobre la sociedad, pues “la educación, como uno de los ejes esenciales de la sociedad, es fundamental para contribuir a que los sujetos se desarrollen e integren plenamente en el contexto en que viven” (Guzmán Munita, 2011), por tanto, aprovechar cada recurso, herramienta e innovación desde la educación es proporcional a hacerlo en la sociedad. “En este escenario, los docentes son los principales agentes formativos que preparan a los sujetos para la vida comunitaria, al encargarse durante toda la escolaridad de la formación integral de sus miembros” (Guzmán Munita, 2011). Así que no se trata de los medios únicamente, también es importante la manera en que el profesor direcciona la información y la aprovecha para llegar a sus alumnos con temáticas analizadas desde sus contextos, con la finalidad de incidir positivamente en la sociedad.

Figura 15 - Red semántica obtenida a partir de la pregunta 2 desde el rol de docentes



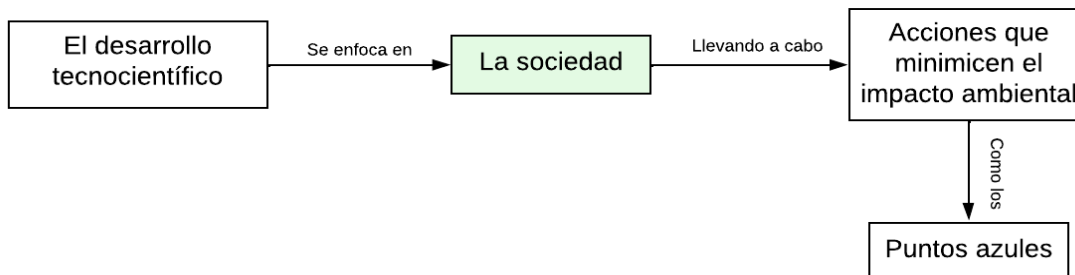
Fuente: Realizada con Lucidchart

En la figura 16 se muestra que para la postura de la farmacia el desarrollo tecnocientífico se enfoca, en cuanto a la sociedad, en llevar a cabo acciones que minimicen el impacto ambiental que sus productos están provocando, afirmando que “*como empresa cumplimos con la ley y nos acogemos a la resolución 0371 del 2009 la cual establece que nosotros tenemos que participar en la implementación de los planes de gestión de productos fármacos, así que gestionamos, diseñamos y financiamos estos planes para recolectar medicamentos vencidos, en mal estado*

o que no se utilizarán” dejando en evidencia como “C y T se han constituido en la sociedad en el dispositivo para sobreponerse y transformar el medio natural, como también el ámbito social y económico en el cual se desenvuelve todo ser humano” (Cantú Martínez, 2019) pues las relaciones que se logran extraer de esta postura van desde la construcción de la ciencia y la tecnología como una fuente para hacer cambios en el ambiente que se ven reflejados en la sociedad, hasta el factor económico que esencialmente se ve involucrado en cada uno de estos ámbitos.

Para finalizar, la farmacia indica que “*nosotros hacemos parte de una corporación llamada punto azul la cual tiene centros de atención en diferentes centros comerciales, droguerías, donde el consumidor puede ir y depositar medicamentos vencidos*” reflexionando sobre el desconocimiento que la sociedad tiene de este tipo de proyectos que son propositivos ante una problemática ambiental y que finalmente buscan minimizar el impacto negativo que tienen la falta de conciencia sobre el uso y disposición de medicamentos.

Figura 16 - Red semántica obtenida a partir de la pregunta 2 desde el rol de la farmacia



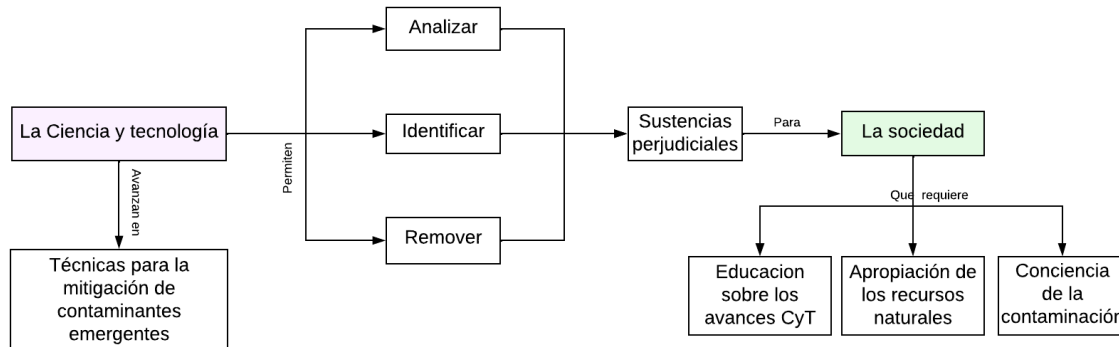
Fuente: Realizada con Lucidchart

En la figura 17 se expresan las relaciones construidas desde el rol del acueducto a partir de la afirmación: “*la ciencia y la tecnología permiten analizar, identificar y remover sustancias presentes en el agua que pueden ser perjudiciales para la salud de la sociedad*” resaltando la importancia que estas tienen frente a un problema de salud pública como son los contaminantes emergentes, así que se relaciona con un impacto positivo, que va en busca de la mejora de calidad de vida de las personas. Afirmar además que “*si bien las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales no están diseñadas para tratar aguas contaminadas con medicamentos, la tecnociencia, que avanza en la búsqueda de técnicas que permitan mitigar estos y otros contaminantes emergentes*” “Por este motivo, se vincula a los avances tecnocientíficos con la procuración de una mejora sustancial en el bienestar y calidad de vida de las personas en un entorno afable” (Cantú Martínez, 2019).

Además, indican que “*lo que se necesita es una sociedad más educada frente a los avances de la ciencia y la tecnología, más apropiada de los humedales, entornos naturales y con mayor conciencia frente a las acciones que están generando*

residuos”, resaltando la importancia del papel de la sociedad en la conservación del medio ambiente y haciendo un llamado a “promover y divulgar la ubicación de los puntos azules para el depositar los medicamentos, ya que hay muchas personas que los desconocen”

Figura 17 - Red semántica obtenida a partir de la pregunta 2 desde el rol del Acueducto



Fuente: Realizada con Lucidchart

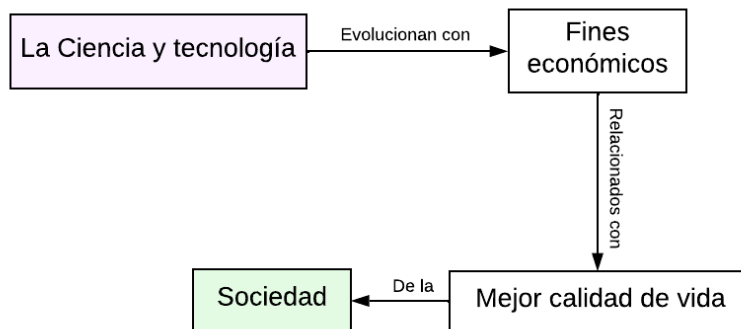
7.1.3. PREGUNTA 3

- Frente a la situación planteada, específicamente desde su posición como actor social; estudiante, profesor, empresa de farmacia, empresa del Acueducto, indique y describa cuales son las relaciones entre Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente que encuentra, algunas de estas pueden ser: • Ciencia – Tecnología • Tecnología – Sociedad • Sociedad – Ambiente • Ambiente – Ciencia.

En la figura 18 se relaciona el análisis para la última pregunta del caso simulado, desde el rol de estudiantes, donde se indica que “la relación que más se destaca y la que es referente al relacionarse, por ejemplo con el A y la S es la de C y T, quienes finalmente evolucionan con fines económicos, que es otra de las esferas principales que muy poco se ha nombrado en este caso simulado, y que por ende se relaciona con la mejora de calidad de vida de los integrantes de la sociedad” destacando la relación C y T como la más predominante y la que da origen a la vinculación con la Sociedad y el Ambiente. Esta afirmación concuerda con como “la ciencia y la tecnología han sido generalmente abordadas desde su contribución al terreno económico, lo mismo vale en su tratamiento con relación al desarrollo, donde los otros planos (político, social, cultural) han sido relegados” (Sánchez Daza, Figueroa Delgado, & Vidales Carmona, 2009) pues los alumnos continúan desconociendo la importancia que otros de estos campos en la vida humana, y

relaciones entre estos, son tan importantes como el científico o el tecnológico. Sin embargo, se mencionan elementos que no fueron propuestos explícitamente, como la economía, pero que son esenciales para el desarrollo del entorno que hoy conocemos.

Figura 18 - Red semántica obtenida a partir de la pregunta 3 desde el rol de estudiantes



Fuente: Realizada con Lucidchart

En la figura 19 se indican las cuatro relaciones sugeridas desde el rol de docentes. Inicialmente, se describe *“la relación Ciencia – Tecnología, a nivel pedagógico, se da por medio de las características que tiene el análisis instrumental a la hora precisamente de analizar algún tipo de muestra, esto tiene que ver con conceptos arraigados a la naturaleza de la problemática como lo viene siendo la concentración de un contaminante en una fuente hídrica”* descripción que coincide con las que se hacen a lo largo de la actividad cuando se caracteriza la relación C y T. Resaltando uno de los aspectos sobresalientes de esta relación y que (Cantú Martínez, 2019) menciona:

Se acepta por la sociedad que el rol, común, de la CyT es solo servir de forma instrumental a ella, sin embargo, esto hace a la tecnociencia indeterminada en su actuación social. Recordemos que la CyT pueden representar un notable papel en la función colectiva, desde una perspectiva no instrumental ni utilitarista, posicionándolas en una actuación que libera y enriquece a cada miembro de la sociedad, lo que favorece el principio de justicia social equitativa e igualitaria. (p. 105).

Pues es importante ir más allá al establecer estas relaciones y evaluarlas desde diferentes puntos de análisis, indudablemente, el trabajo de la ciencia y la tecnología no se limita a lo instrumental, trasciende y es esencial en otros ámbitos de la vida humana como son el social, económico y ambiental.

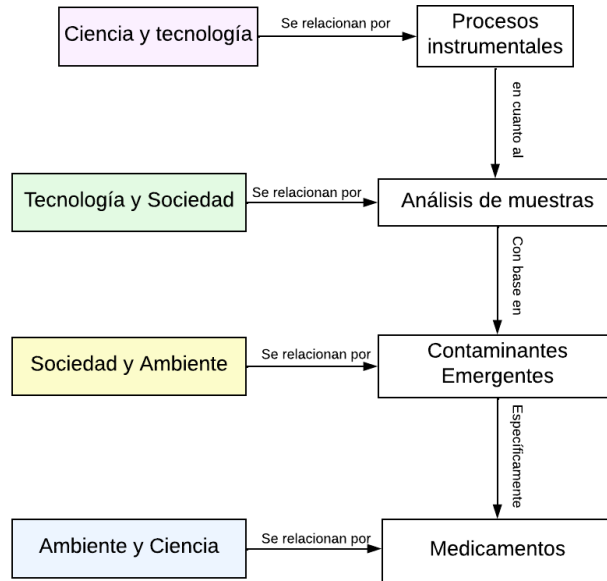
Frente a la relación Tecnología – Sociedad *“se supone que la sociedad tiene que ser participe no solo del proceso de contaminación sino también de las soluciones;*

conocer las rutas de desecho para este tipo de contaminantes y técnicas de disminución de su concentración en agua, como la del carbón activado, representan una manera de vincular ambas dimensiones” destacando la funcionalidad de que la sociedad conozca y sea participe de procesos tecnológicos que buscan mejorar situaciones que representan alguna problemática en el entorno, pues los “instrumentos traducidos en artefactos, sistemas y procesos mirados desde el mismo momento en que el hombre se puede considerar hombre hasta nuestros días, está mediada por la discusión sobre el ser, la razón y el sentido de la tecnología” (Rodríguez Acevedo, 1998) que para los alumnos que están en el rol de docentes es representada en su manera de contribuir al medio ambiente con los artefactos y avances tecnológicos.

En cuanto a la relación Sociedad – Ambiente, el rol de docentes indica *“por supuesto que los desechos y la contaminación que está produciendo esta sociedad está afectando su mismo entorno, por tanto, es importante empezar a conocer e implementar procesos, de manera colectiva, que se enfoquen en disminuir problemáticas ambientales como la del caso simulado”* aquí, “el conflicto entre sociedad y medio ambiente es parte del catálogo moderno de motivaciones cuyo reflejo se rompe en múltiples formas innovadoras de preocupación de los ciudadanos por el tratamiento público de asuntos y problemas relacionados con la naturaleza” (Madrigal Gonzáles, 2007). Pues son dos las maneras de relacionar el Ambiente y la Sociedad que se identifican en este apartado, primeramente, se menciona el impacto negativo de la sociedad en el medio ambiente, para continuar con la idea de que acciones en conjunto por parte de la sociedad son significativas para el bienestar del ambiente.

Finalmente, para la relación Ambiente – Ciencia *“se podría decir que, aunque la ciencia trae muchos beneficios se debe tener cuidado con estos y su manera de afectar el ambiente, pues los medicamentos tales como la amoxicilina representan esos beneficios para las personas que lo requieren, sin embargo, el mal desecho de estos puede afectar notoriamente el ambiente”* donde la relación que se describe muestra el aspecto negativo de la ciencia sobre el ambiente pero bajo la responsabilidad de las acciones que tiene la sociedad, como el manejo que le da a los medicamentos.

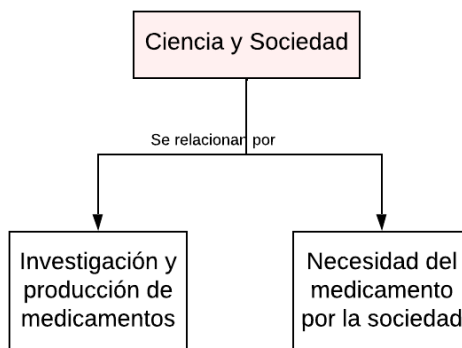
Figura 19 - Red semántica obtenida a partir de la pregunta 3 desde el rol de docentes



Fuente: Realizada con Lucidchart

En la figura 20 se observan las relaciones, que desde el rol de la farmacia, se indican con la afirmación: *“el uso de la ciencia da para la sociedad actual, no podemos de alguna manera dejar de producir el medicamento porque el sistema de salud colapsaría, por lo cual desarrollamos diferentes técnicas para caracterizar física y químicamente materiales diferentes al carbón activado que se ajusten de manera más adecuada a casos como este en particular; donde se deba usar un adsorbente en humedales”* refiriéndose así al uso de la ciencia y la tecnología para trabajar en beneficio del medio ambiente y de la sociedad, lo que es coherente con tratarse de un “tema de interés general que ocupa a los especialistas que, con sus investigaciones, modelos de simulación y análisis de cambios climáticos pretenden determinar la situación real del medio ambiente y las alternativas que existen para mitigar el deterioro del mismo”. (Parra Romero & Cadena Díaz, 2010)

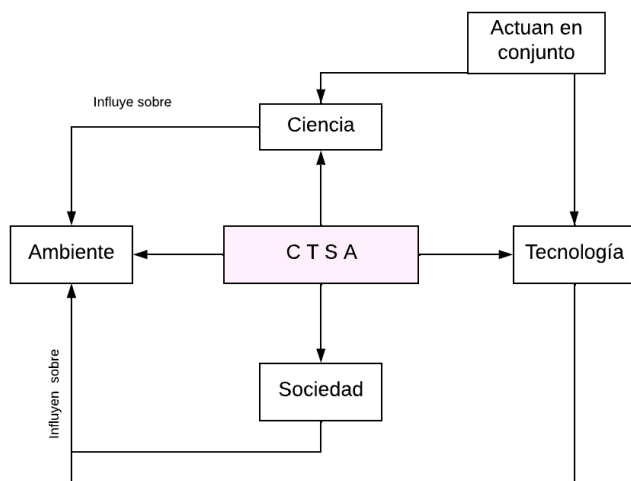
Figura 20 - Red semántica obtenida a partir de la pregunta 3 desde el rol de la farmacia



Fuente: Realizada con Lucidchart

Finalmente, en la figura 21 se indican las relaciones desde el rol que representaba la empresa de Acueducto de Bogotá: “la CTSA la vemos como una relación de cuatro componentes, no la vemos de manera independiente, por ejemplo, la ciencia y la tecnología, que siempre actúan en conjunto, están presentes en muchos, por no decir todos, los procesos que se llevan a cabo en la cotidianidad de sociedad y que indudablemente indican sobre el medio ambiente. Entonces se trata de una relación de cuatro componentes en la que la CTS repercuten directamente, o son responsables de la preservación y conservación del A.” dejando de manifiesto que “la ciencia y la tecnología constituyen hoy un poderoso pilar del desarrollo cultural, social, económico y, en general, de la vida en la sociedad moderna” (Cañedo Andalia, 2001) donde no se deben dejar de lado los aspectos ambientales que representan la materia prima de todo el desarrollo que hoy conocemos, pues “la incógnita, en la actualidad, es cuánto van a durar los recursos o cómo deben manejarse” (Parra Romero & Cadena Díaz, 2010) y precisamente se requieren mantener los cuatro aspectos en una buena y equitativa relación.

Figura 21 - Red semántica obtenida a partir de la pregunta 3 desde el rol del Acueducto



Fuente: Realizada con Lucidchart

7.2. CLASIFICACIÓN DE LOS RESULTADOS

Para ordenar los resultados obtenidos e interpretar las respuestas de los docentes en formación frente a las diferentes preguntas desde un rol específico, se plantea una clasificación, como se evidencia en la Tabla 21, en la que se puedan analizar las relaciones e identificar aquellas que se repiten, omiten, las que no se sugirieron y fueron propuestas por los docentes en formación, entre otras.

Tabla 21 - Clasificación de los resultados

<p>Rol / Pregunta</p>	<p>¿De qué manera se relaciona la ciencia y tecnología en la búsqueda de métodos que solucionen problemáticas ambientales como la presentada anteriormente?</p>	<p>¿Qué influencia tiene en la sociedad el desarrollo tecnocientífico teniendo en cuenta el caso presentado?</p>	<p>Frente a la situación planteada, específicamente desde su posición como actor social; estudiante, profesor, empresa de farmacia, empresa del Acueducto, indique y describa cuales son las relaciones entre Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente que encuentra, algunas de estas pueden ser: C-T T-S S-A A-C</p>	<p>Otras relaciones</p>
<p>Estudiantes</p>	<p>Relación C – T de carácter instrumental.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • La S crea los problemas que requieren desarrollo C – T. • La S hace uso de la Relación C – T de carácter instrumental para deteriorar y destruir el medio ambiente. 	<p>La relación más destacada es la C – T, al crear vínculos con la S y el A.</p>	<p>La C y T evolucionan con fines económicos que a su vez se traduce en mejor calidad de vida para la S.</p>
<p>Docentes</p>	<p>Relación C – T y A desde la enseñanza.</p>	<p>Relación C – T por medio de la educación virtual y su incidencia en la S.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Relación C – T de carácter instrumental a nivel pedagógico. • Relación T – S de carácter instrumental para reparar daños que el mismo avance genera. • Relación S – A donde la sociedad contamina y afecta el ambiente, y desde un trabajo colectivo 	<p>Relación C – T para superar las barreras económicas y disminuir la brecha de accesibilidad a la educación.</p>

			<p>puede contribuir a su mejoramiento.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Relación A – C desde la reflexión de riesgos y beneficios que representan los beneficios de la C sobre el A. 	
Farmacia	Relación C - T de carácter instrumental para reparar daños que el mismo avance genera.	Relación C - T enfocado en la S para reparar daños que el mismo avance genera.	Relación C - T de carácter instrumental para trabajar en pro de la S y el A.	No se evidenciaron.
Acueducto	La C busca comprender el porqué de las cosas. La T es un medio que se adapta a las necesidades que presenta la S.	Relación C - T de carácter instrumental para reparar daños que el mismo avance genera en la S.	CTSA como relación de 4 componentes donde la C – T están presentes en el A y la S.	Educación de la S frente a los avances C – T para evitar repercutir de manera negativa en el A.

Fuente: Autores.

En respuesta a la pregunta de investigación propuesta para el direccionamiento del presente trabajo de grado ¿Cuáles son las relaciones CTSA que establecen un grupo de docentes en formación de Química desde el proceso de adsorción de Contaminantes Emergentes sobre Carbón Activado, a partir de la técnica didáctica de caso simulado? Desde el análisis anteriormente realizado se evidenciaron relaciones entre dos factores como Ciencia – Tecnología, Tecnología – Sociedad, Sociedad – Ambiente y Ambiente Ciencia, también, se asocian tres de estos campos como son las interacciones Ciencia – Tecnología – Sociedad, se menciona de igual modo, la relación entre los cuatro componentes Ciencia – Tecnología – Sociedad – Ambiente, y se destacan, por parte de dos de los cuatro roles, relaciones con la Economía, como un factor que no fue mencionado explícitamente en la formulación del Cs pero que es un aspecto muy relevante e importante dentro de estas interacciones para los docentes en formación.

8. CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta la pregunta problema y objetivos que direccionan este trabajo de grado se concluye que:

- La relación Ciencia - Tecnología es percibida mayoritariamente desde una perspectiva netamente instrumental, dónde los avances tecnocientíficos están a la orden de reparar o solucionar los daños que trae consigo el avance. Además, es la relación que más se destaca a lo largo de la actividad, pero también, es la relación más sesgada a una sola manera de verse. Así mismo, la tendencia más coherente dentro de las respuestas la tienen los docentes, pues en todas involucran la educación como actor principal, de manera que siempre aporta positivamente a las relaciones que resultan del movimiento CTSA. Por último, la economía, se destacó como elemento importante mencionado por diferentes roles pero que no fue propuesto desde el instrumento, es uno de los aspectos señalado como imprescindible dentro de las relaciones CTSA que se construyen, sobre todo desde la relación C-T.
- La adsorción de la AMX sobre CA es un proceso de gran efectividad para la remoción y mitigación de estos compuestos en aguas contaminadas. Desde el modelo de Freundlich el cual es el que mejor se adapta al diseño experimental llevado a cabo, se evidencia que no se alcanza la saturación del material en las condiciones estudiadas, determinando que su capacidad de adsorción es alta y por lo tanto efectiva para el tratamiento de CE en agua.
- La técnica didáctica caso simulado, nos permitió vincular el trabajo experimental desarrollado en el laboratorio de química con un problema socio – ambiental de interés para los docentes en formación, por medio del cual se obtuvieron afirmaciones acertadas y coherentes que infieren relaciones CTSA desde perspectivas tanto positivas como negativas, de manera general, podemos evidenciar que la adsorción de contaminantes emergentes sobre carbón activado es un proceso que involucra relaciones de tipo científico, por los análisis fisicoquímicos que esto conlleva, tecnológico por los instrumentos utilizados para desarrollar el proceso y social y ambiental por el impacto que puede darse sobre o desde estas dimensiones de la vida humana.
- El proceso de adsorción sobre CA facilita la interrelación entre la ciencia y tecnología ya que se involucran conceptos fisicoquímicos y materiales diseñados para dichos fines. Si con base en esto, se adopta el proceso de

adsorción a un caso particular como lo es la mitigación de CE en aguas residuales, se puede establecer una relación entre la Ciencia, Tecnología y Ambiente, esto en búsqueda de una solución a un problema causado por la sociedad, derivado de su actividad en el medio ambiente. Es de vital importancia que los docentes en formación, comprendan y relacionen los conceptos científicos con el entorno de los alumnos en el momento que ejerzan su labor, ya que establecerán relaciones que van a mejorar y mitigar el impacto causado por la actividad humana, teniendo en cuenta que como seres humanos desde temprana edad estamos en contacto constante con el medio que nos rodea, además, complementa la formación ciudadana, el pensamiento crítico, el conocimiento científico y desarrollo tecnológico, basado en el cuidado del medio ambiente.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ajit Kumarun, C. P. (2022). Effect of magnetization on the adsorptive removal of an emerging contaminant ciprofloxacin by magnetic acid activated carbon. *Environmental Research*.
- Aleán Flórez, J., Márquez Méndez, D., Burgos Núñez, S., Enamorado Montes, G., & Marrugo Negrete, J. (2021). Presencia de contaminantes emergentes (CE) en los distritos de riego. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*.
- Alean Flórez, J., Márquez Méndez, D., Burgos Núñez, S., Enamorado Montes, G., & Marrugo Negrete, J. (2021). PRODUCTOS FARMACÉUTICOS Y DE CUIDADO PERSONAL PRESENTES EN AGUAS SUPERFICIALES, DE CONSUMO HUMANO Y RESIDUALES EN EL DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA, COLOMBIA. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*.
- Álvarez-Torrellas, S., Rodríguez, A., Ovejero, G., & García, J. (2016). La adsorción como alternativa de tratamiento de contaminantes emergentes en aguas. *Chemical Engineering Journal*.
- Arana Ercilla, M. (2005). LA EDUCACIÓN CIENTÍFICO-TECNOLÓGICA DESDE LOS ESTUDIOS DE CIENCIA, TECNOLOGÍA, SOCIEDAD E INNOVACIÓN. *Tabula Rasa*, 293-313.
- Ariza Traslaviña, L. B. (2016). EL ENFOQUE CTSA: UNA ALTERNATIVA PARA MEJORAR LOS NIVELES DE LA ALFABETIZACION CIENTIFICA Y TECNOLOGICA DESDE EL ESTUDIO DE AEROGELDESDE CARBONO. *Revista Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 7.
- Ariza Traslaviña, L. B., Torres Romero, L. J., & Blanco Martinez, D. A. (Diciembre de 2016). Cinética de adsorción de 2-Nitrofenol desde disolución acuosa sobre carbón activado. *Revista de Ciencias*, 20(2), 64-75.
- Aymerich I, M. (2005). Hacia una teoría de los contenidos escolares. *Enseñanza de las ciencias*, 111-122.
- Becerril, J. (2012). Optimización de metodologías analíticas para la determinación de contaminantes emergentes en aguas de abastecimiento y residuales. (U. d. Compostela, Ed.) Obtenido de <https://minerva.usc.es/xmlui/handle/10347/6150>
- Bedoya-Ríos, D., Lara-Borrero, J., & Enríquez- Hidalgo, A. (2018). OCURRENCIA DE CONTAMINANTES EMERGENTES EN EL CICLO URBANO . *Repositorio Universidad Javeriana*.

- Calixto Flores, R., & Herrera Reyes, L. (2010). *ESTUDIO SOBRE LA PERCEPCIONES Y LA EDUCACIÓN AMBIENTAL*. Toluca: Revista interinstitucional de investigación educativa.
- Cantú Martínez, P. C. (2019). Ciencia y tecnología para un desarrollo perdurable. *Economía y Sociedad*.
- Cañedo Andalia, R. (2001). Ciencia y tecnología en la sociedad. Perspectiva. *ACIMED*, 74.
- Carrasco, J. D. (2017). Contaminantes emergentes y su impacto en la salud. Emerging contaminants and its impact on the health. *Revista de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de Cuenca*, 35(2), 55-59.
- Casal, J. &. (2003). Tipos de muestreo. *Rev. Epidem. Med.(Prev)*, 1(1), 3-7.
- de Tabasco, J. A. (1992). El proceso de investigación. *Introducción a la Metodología de la Investigación Científica*.
- Díaz, J. A. (1996). Cambiando la práctica docente en la enseñanza de las ciencias a través de CTS. *Biblioteca Digital da OEI*.
- DIDE. (2005). *Capacitación en estrategias y técnicas didácticas*. Monterrey: Dirección de Investigación y Desarrollo Educativo.
- Fallati, C., Ahumada, A., & Manzo, R. (1994). El perfil de solubilidad de la ciprofloxacina en función del pH. *Acta Farm Bon*(13), 73-77.
- Fatta-Kassinou, D., & Meric, S. (2011). Pharmaceutical residues in environmental waters. *Anal Bioanal Chem*, 252.
- Fernandes, I. P. (2014). EDUCACIÓN CIENTÍFICA CON ENFOQUE CIENCIATECNOLOGÍA-SOCIEDAD-AMBIENTE. CONSTRUCCIÓN DE UN INSTRUMENTO DE ANÁLISIS DE LAS. *SCIELO*.
- González Abonía, G., & Martínez Casanova, L. (2019). LAS CIENCIAS NATURALES DESDE LA PERSPECTIVA CIENCIA, TECNOLOGÍA, SOCIEDAD Y AMBIENTE: UNA PROPUESTA REFLEXIVA PARA EL APRENDIZAJE DE LA QUÍMICA. *Revista Pedagógica de la Universidad de Cién Fuegos*, 205-212.
- Guzmán Munita, M. (2011). Sociedad y educación: La educación como fenómeno social. *Foro Educativo N° 19*, 109-120.
- Hernández Sampieri, R. (2014). Diseño de triangulación concurrente (DITRIAC). *Metodología de la investigación*.
- Hernández Sampieri, R. (2014). *Metodología de la investigación*. México D.F.: Mc Graw Hill Education.

- Jones, O., Voulvoulis, N., & Lester, J. (2001). Human Pharmaceuticals in the Aquatic. *Environmental Technology*, 1383-1394.
- Larsson, D. G. (2014). Antibiotics in the environment. *Uppsala Journal of Medical Sciences*.
- Madrigal González, D. (2007). Sociedad y medio ambiente. *XXVI Congreso de la Asociación Latinoamericana de Sociología. Asociación*, 6.
- Martínez Pérez, L. F., Peñal, D. C., & Villamil, Y. M. (2007). RELACIONES CIENCIA, TECNOLOGÍA, SOCIEDAD. *Ciência & Ensino*.
- Martinez, L. F. (2013). LA EMERGENCIA DE LAS CUESTIONES. *GONDOLA*, 13.
- Martínez, L. F., Peñal, D. C., & Villamil, Y. M. (2007). RELACIONES CIENCIA, TECNOLOGÍA, SOCIEDAD Y AMBIENTE A PARTIR DE CASOS SIMULADOS: UNA EXPERIENCIA EN LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA. *Ciencia & Ensino*.
- Martínez, L., & Rojas Duarte, Á. (2006). Estrategia didáctica con enfoque ciencia, tecnología, sociedad y ambiente, para la enseñanza de aspectos de bioquímica. (U. P. Nacional, Ed.) *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*(19), 44-62.
- Mona Freda N. Secondesun, V. N. (2013). Removal of emerging contaminants by simultaneous application of membrane ultrafiltration, activated carbon adsorption, and ultrasound irradiation. *Diario de materiales peligrosos*.
- Monroy Moreno, A. (2020). ENFOQUE CTSA PARA LA ENSEÑANZA DE BUENAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO: REMOCIÓN DE Cr (VI) CON CÁSCARA DE NARANJA.
- Monroy, A. (2020). Enfoque CTSA para la enseñanza de buenas prácticas de laboratorio: remoción de Cr(VI) con cáscara de naranja.
- Morales, F. (2012). Conozca 3 tipos de investigación: Descriptiva, Exploratoria y Explicativa. Obtenido de https://scholar.googleusercontent.com/scholar?q=cache:ww5CiWx3BOKJ:scholar.google.com/+que+es+un+diseño+descriptivo+&hl=es&as_sdt=0,5
- Osorio M, C., & Martín G, M. (2003). EDUCAR PARA PARTICIPAR EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA. UN PROYECTO PARA LA DIFUSIÓN DE LA CULTURA CIENTÍFICA. *REVISTA IBEROAMERICANA DE EDUCACIÓN*, 165-210.
- Parra Romero, A., & Cadena Díaz, Z. (2010). El medio ambiente desde las relaciones de ciencia, tecnología y sociedad: un panorama general. *Revista CS Universidad Icesi*, 338.

- Petrovic, M., Gonzales, S., & Barcelo, D. (2003). TRAC-Trends Anal. *Chem*(22), 685.
- Ponce, L., & Edith, T. (2021). Efecto de ciprofloxacino sobre la producción de biomasa de alfalfa (*Medicago sativa*). Obtenido de <http://200.48.160.221/handle/UNAM/275>
- Prados Joya, G. (2010). *Tratamiento de Aguas para la Eliminación de Antibióticos - Nitroimidazoles- mediante Adsorción sobre Carbón Activado y Tecnologías Avanzadas de Oxidación*. Granada: Editorial de la Universidad de Granada.
- Ramos, C., Espinosa, M., Llorens, M., Lopez, M., & Pellon, A. (2005). Tratamiento de aguas residuales provenientes de la industria de medicamentos. *Revista CENIC Ciencias Químicas*(36), 39-44.
- Reverte Sevillano, N. (Julio de 2020). ATENCIÓN PRESTADA A LAS INTERACCIONES CTSA EN LA. (V. U. VALÈNCIA., Ed.)
- Rivas, C. F. (2014). Isoterma de langmuir y freundlich como modelos para la adsorción de componentes de ácido nucleico sobre WO₃. *Saber*, 1(26), 43-49.
- Rodríguez Acevedo, G. (1998). Ciencia, Tecnología y Sociedad: una mirada desde la Educación en Tecnología. *Revista Iberoamericana de Educación*, 5-6.
- Rodriguez Reinoso, F. (2007). *El carbon activado como adsorbente universal*. (J. C. Moreno-Pijaran, Ed.) Bogota, Colombia: Ediciones Uniandes.
- Sabino, C. A. (2000). El proceso de la investigación: una introducción teórico-práctica. (E. Editores., Ed.)
- Sánchez Daza, G., Figueroa Delgado, S., & Vidales Carmona, A. (2009). *La ciencia y tecnología en el desarrollo : Una visión desde América Latina*. Zacatecas: Universidad Autónoma de Zacatecas .
- Torriero, A., Ruíz-Díaz, J., Salinas, E., Marchevsky, E., Sanz, M., & Raba, J. (2005). Enzymatic rotating biosensor for ciprofloxacin determination. *Elsevier*.
- Vargas-Berrones, K., Bernal-Jácome, L., Díaz de León-Martínez, L., & Flores-Ramírez, R. (2020). Emerging pollutants (EPs) in Latin America: A critical review of understudied EPs, case of study -Nonylphenol. *Science of the Total Environment*, 3.
- Vilches, A. &. (2000). La introducción de las relaciones Ciencia, Tecnología y Sociedad en la enseñanza de las ciencias y su evolución. *Educacion Quimica*, 11(4), 387-394.

Villaseñor-Basulto, D. L., del Real-Olvera, J., & Ramírez, J. R. (2015). Remoción de Ciprofloxacina presente en Aguas Sintéticas empleando Moringa oleífera como Coagulante Natural. (U. d.-C. Tonalá, Ed.) 14-15.

Wandersee, J., & Mintzes. (s.f.).

Wandersee, J., Mintzes, J., & Novak, J. (1994). Research on Alternative Conceptions in Science. *Scientific Research*, 177-210.

10. ANEXOS

Anexo 1. Caso Simulado.

CASO SIMULADO SOBRE CONTAMINANTES EMERGENTES.

El caso simulado que se presenta expone una cuestión socioambiental hipotética para analizar cómo afecta el desecho de medicamentos en la basura que cotidianamente sale de los hogares. Además, se propone un método de mitigación con datos experimentales reales; obtenidos en los laboratorios de la Universidad Pedagógica Nacional (UPN). El escenario del este debate es la UPN y los participantes son los estudiantes, los docentes, la empresa de acueducto y alcantarillado de Bogotá y la compañía farmacéutica.

A través de diferentes análisis a muestras de aguas residuales se evidencia la presencia de distintos compuestos que no pueden ser removidos de manera parcial ni completa por medio de los procesos que realizan las plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR). Estos compuestos son los *contaminantes emergentes CE*, un gran grupo de sustancias que dentro de la clasificación tradicional de residuos no tienen lugar y al ser de uso masivo en los seres humanos generan un problema de contaminación ambiental, dentro de los cuales podemos encontrar medicamentos, productos para el cuidado personal, de aseo, pesticidas, fungicidas, entre otros. En Bogotá, existe un CE de gran interés y preocupación para los alumnos de la Universidad Pedagógica Nacional; en el seminario de Educación ambiental se discutió la problemática a propósito de las experiencias que los docentes en formación tenían en las diferentes instituciones donde realizaban su práctica docente, evidenciando que en las diferentes localidades de la ciudad la problemática de los contaminantes emergentes es cada vez más evidenciable por es la disminución de la fauna bacteriana y microbiológica de los humedales alrededor de los planteles debido al mal manejo de los residuos farmacéuticos que son de alto consumo humano y no tienen ningún tipo de regulación en su proceso de desecho.

Como punto de partida de la investigación se recae sobre la importancia de la ciencia y de la tecnología y cómo se han constituido en la sociedad en el dispositivo para sobreponerse y transformar el medio natural, como también el ámbito social y económico en el cual se desenvuelve todo ser humano. Por este motivo, se vincula a los avances tecnocientíficos con la procuración de una mejora sustancial en el bienestar y calidad de vida de las personas en un entorno afable. (Cantú Martínez, 2019) En donde se aprovechen las herramientas y recursos que se encuentran a nuestro alcance para trabajar por el medio ambiente y la sociedad. Así que inicialmente se busca determinar la cantidad de CE tomando muestras de agua de los humedales y llevándolas a los laboratorios de la UPN para su respectivo análisis y caracterización, encontrando altas concentraciones de varios compuestos tales como acetaminofén, ibuprofeno y *Amoxicilina*. Seguido de este análisis, se realiza una propuesta de mitigación del contaminante que se encontró en mayores

proporciones; tomando soluciones de la muestra de agua contaminada y adicionando aproximadamente 0.300 g de carbón activado para observar cómo actuaba respecto a la concentración de la amoxicilina en la solución por medio del proceso de adsorción. A continuación, se muestran las absorbancias y concentraciones en ppm ANTES de ponerles carbón activado:

Concentración amoxicilina (ppm)	Absorbancia
50	0,126
100	0,181
150	0,269
200	0,376
250	0,449
300	0,543
350	0,572
400	0,733
450	0,832
500	0,925
600	0,535
800	0,733

Luego de realizar la lectura se adiciona la cantidad correspondiente de carbón activado en cada muestra, se hace un seguimiento de la medida de absorbancia a los 8 días. Las soluciones de agua contaminadas estuvieron bajo agitación constante con el carbón activado.

Concentración amoxicilina (ppm)	Concentración final amoxicilina (ppm)	Absorbancia
50	1,501	0,021
100	2,116	0,037
150	2,578	0,049
200	3,309	0,068
250	3,848	0,082
300	4,733	0,105
350	4,925	0,110
400	6,426	0,149
450	7,618	0,180
500	8,388	0,200
600	9,542	0,230
800	13,775	0,340

Se encontró que las concentraciones de Amoxicilina en las muestras disminuyeron aproximadamente un 60% - 90% frente a las soluciones no tratadas.

En este punto de la investigación se evidencia como, la idea social en relación con la tecnología se ubica en innumerables contextos donde sus aplicaciones o productos son venerados por considerarse socialmente útiles, o maldecidos por los impactos en el ambiente (Rodríguez Acevedo, 1998) contamos con el suficiente desarrollo para producir medicamentos esenciales para tratar múltiples enfermedades en hombres y animales pero debemos ir pensando y proponiendo también una ruta de trabajo sobre la contaminación que provoca el mal uso y desecho de los mismos.

Finalmente, antes este tipo de situaciones se espera actuar prontamente, con propuestas reales que puedan contribuir a una solución, es por lo tanto un tema de interés general que ocupa a los especialistas que, con sus investigaciones, modelos de simulación y análisis de los cambios climáticos pretenden determinar la situación real del medio ambiente y las alternativas que existen para mitigar el deterioro de este. (Parra Romero & Cadena Díaz, 2010), en el presente caso simulado se concluye como propuesta de mitigación de contaminantes emergentes la técnica de adsorción sobre carbón activado que, aunque presenta contrariedades como su alto costo y toda la gestión administrativa y tecnocientífica que requiere el proceso a gran escala, se posiciona como una solución a la problemática para obtener resultados funcionales

Roles

- a. Moderadores (dos estudiantes, autores del trabajo de grado, leen las preguntas orientadoras y dan la palabra)
- b. Estudiantes (cuatro estudiantes asumen el rol de alumnos de colegio público)
- c. Docentes (cuatro estudiantes asumen el rol de docentes de colegio público)
- d. Farmacia (cuatro estudiantes asumen el rol de una empresa farmacéutica productora de amoxicilina)
- e. Acueducto (tres estudiantes asumen el rol de la empresa de alcantarillado de Bogotá)

Preguntas orientadoras

1. ¿De qué manera se relaciona la ciencia y tecnología en la búsqueda de métodos que solucionen problemáticas ambientales como la presentada anteriormente?
2. ¿Qué influencia tiene en la sociedad el desarrollo tecnocientífico teniendo en cuenta el caso presentado?
3. Frente a la situación planteada, específicamente desde su posición como actor social; estudiante, profesor, empresa de farmacia, empresa del Acueducto, indique y describa cuales son las relaciones entre Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente que encuentra, algunas de estas pueden ser:
 - Ciencia – Tecnología

- Tecnología – Sociedad
- Sociedad – Ambiente
- Ambiente – Ciencia

Si encuentra otras relaciones por favor enlístelas y descríbalas.

Anexo 2. Transcripción de audios del caso simulado

TRANSCRIPCIÓN DE AUDIOS CASO SIMULADO.

1. ¿De qué manera se relaciona la ciencia y tecnología en la búsqueda de métodos que solucionen problemáticas ambientales como la presentada anteriormente?

Estudiantes: Se relacionan en cómo se conocen el tipo de contaminantes emergentes presentes en cuerpos de agua; pues por medio de pruebas que se realizan, y que tienen un fundamento científico y tecnológico es que se pueden identificar tales componentes.

Profesores: Los docentes de química tenemos diferentes desafíos, entre ellos se encuentra el hecho de enseñar con cierta ética para que los estudiantes, a partir del conocimiento disciplinar, puedan comprender, ser consientes y propositivos ante las crisis ambientales y diferentes problemas de orden socio científico, apoyándose en el uso de tecnologías de la información para poder complementar dicha enseñanza.

En el caso simulado se trabajan el fenómeno de adsorción y el uso del espectrofotómetro, para obtener datos como la absorbancia y la concentración del contaminante emergente pero entonces hay que ver desde la educación como son posibles estos escenarios, porque la educación tiene diferentes barreras, como la economía; en un colegio no existen los recursos para invertir en un espectrofotómetro, entonces en muchas temáticas se pierde la parte procedimental que se desarrolla por medio de instrumentos tecnológicos que son muy importantes para la comprensión de estos temas.

Farmacia: La ciencia y la tecnología también permiten identificar métodos para desarrollar, fabricar o conocer más sobre medicamentos, su interacción con otros e incluso para contribuir de manera positiva en los efectos negativos que su mal manejo genera al medio ambiente y por ende a la sociedad. Un ejemplo de sus impactos negativos puede verse cuando hay algún tipo de desabastecimiento en algún fármaco, como sucedió en el 2020 en Colombia y muchas partes del mundo a causa de la pandemia; por esta razón nuestra posición como farmacia frente a los desarrollos tecnocientíficos es no limitar la producción de medicamentos, y en relación a estos desarrollos y la sociedad; como empresa nos proponemos satisfacer las necesidades de la población supliendo este tipo de medicamentos y para su uso y disposición manejamos programas por medio de otras instancias

Acueducto: la C busca comprender el porqué de las cosas mientras que la tecnología es un medio que se adapta a las necesidades que presenta la sociedad; la ciencia, en este caso indica que hay unos contaminantes en humedales que no son removidos totalmente de cuerpos de agua porque las plantas de aguas residuales no están hechas para esto, así la tecnología provee los equipos e instrumentos necesarios para caracterizar las sustancias que se encuentran en el ambiente. La empresa de alcantarillado de Bogotá implementa sus planes de acción para trabajar en el tema de sanidad y limpieza de los espacios de especies acuáticas. La C y T aquí pueden contribuir en la preservación del medio ambiente por medio de las tecnologías amigables, en esta dinámica es importante revisar el que hacer de las instituciones que definen ejes de trabajo en relación con el medio ambiente, las acciones emprendidas bajo la conciliación de políticas medioambientales que buscan medir los impactos y así gestionarlos de la mejor forma.

2. ¿Qué influencia tiene en la sociedad el desarrollo tecnocientífico teniendo en cuenta el caso presentado?

Estudiantes; la sociedad cada vez crea más problemáticas que requieren de los avances científicos y tecnológicos, es ella misma la que desborda el consumo y explota la tierra generando daños ambientales que se intentan desacelerar desde la ciencia y la tecnología, pero muchas veces son irreversibles. También, si nos ponemos a analizar, la actividad humana es responsable de acabar con diferentes entornos naturales y esta actividad comprende todo el desarrollo tecnocientífico conocido hasta hoy en día, así que estos desarrollos científicos pueden usarse tanto para beneficiar como para destruir el medio ambiente.

Los **docentes;** se da por medio de la forma en que se educa sobre los contaminantes emergentes que se ven evidenciados en las aguas, las técnicas o la manera de identificarlos, pues para trabajarlo con los alumnos que no tienen los medios para hacer prácticas de laboratorio la mejor estrategia es la virtualidad, que llegó para quedarse, y es uno de los avances tecnocientíficos más significativos para la enseñanza.

Farmacia; como empresa cumplimos con la ley y nos acogemos a la resolución 0371 del 2009 la cual establece que nosotros tenemos que participar en la implementación de los planes de gestión de productos fármacos, así que gestionamos, diseñamos y financiamos estos planes para recolectar medicamentos vencidos, en mal estado o que no se utilizarán. Nosotros hacemos parte de una corporación llamada punto azul la cual tiene centros de atención en diferentes centros comerciales, droguerías, donde el consumidor puede ir y depositar medicamentos vencidos.

Acueducto; la ciencia y la tecnología permiten analizar, identificar y remover sustancias presentes en el agua que pueden ser perjudiciales para la salud de la sociedad, si bien las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales no están

diseñadas para tratar aguas contaminadas con medicamentos, la tecnociencia, que avanza en la búsqueda de técnicas que permitan mitigar estos y otros contaminantes emergentes. lo que se necesita es una sociedad más educada frente a los avances de la ciencia y la tecnología, más apropiada de los humedales, entornos naturales y con mayor conciencia frente a las acciones que están generando residuos, también es importante promover y divulgar la ubicación de los puntos azules para el depositar los medicamentos, ya que hay muchas personas que los desconocen y por tanto no les dan uso.

3. Frente a la situación planteada, específicamente desde su posición como actor social; estudiante, profesor, empresa de farmacia, empresa del Acueducto, indique y describa cuales son las relaciones entre Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente que encuentra, algunas de estas pueden ser: • Ciencia – Tecnología • Tecnología – Sociedad • Sociedad – Ambiente • Ambiente – Ciencia

Estudiantes; la relación que más se destaca y la que es referente al relacionarse, por ejemplo, con el A y la S es la de C y T, quienes finalmente evolucionan con fines económicos, que es otra de las esferas principales que muy poco se ha nombrado en este caso simulado, y que por ende se relaciona con la mejora de calidad de vida de los integrantes de la sociedad.

Docentes; la relación Ciencia – Tecnología, a nivel pedagógico, se evidencia en las características que tiene el análisis instrumental a la hora precisamente de analizar algún tipo de muestra, esto tiene que ver con conceptos arraigados a la naturaleza de la problemática como lo viene siendo la concentración de un contaminante en una fuente hídrica. Por otro lado, la relación Tecnología – Sociedad en donde se supone que la sociedad tiene que ser participe no solo del proceso de contaminación sino también de las soluciones; conocer las rutas de desecho para este tipo de contaminantes y técnicas de disminución de su concentración en agua, como la del carbón activado, representan una manera de vincular ambas dimensiones. Para la relación Sociedad – Ambiente, por supuesto que los desechos y la contaminación que está produciendo esta sociedad está afectando su mismo entorno, por tanto, es importante empezar a conocer e implementar procesos, de manera colectiva, que se enfoquen en disminuir problemáticas ambientales como la del caso simulado. Y para la relación Ambiente – Ciencia se podría decir que, aunque la ciencia trae muchos beneficios se debe tener cuidado con estos y su manera de afectar el ambiente, pues los medicamentos tales como la amoxicilina representan esos beneficios para las personas que lo requieren, sin embargo, el mal desecho de estos puede afectar notoriamente el ambiente.

Farmacia; el uso de la ciencia da para la sociedad actual, no podemos de alguna manera dejar de producir el medicamento porque el sistema de salud colapsaría, por lo cual desarrollamos diferentes técnicas para caracterizar física y

químicamente materiales diferentes al carbón activado que se ajusten de manera más adecuada a casos como este en particular; donde se deba usar un adsorbente en humedales.

Acueducto; la CTSA la vemos como una relación de cuatro componentes, no la vemos de manera independiente, por ejemplo, la ciencia y la tecnología, que siempre actúan en conjunto, están presentes en muchos, por no decir todos, los procesos que se llevan a cabo en la cotidianidad de sociedad y que indudablemente indiquen sobre el medio ambiente. Entonces se trata de una relación de cuatro componentes en la que la CTS repercuten directamente, o son responsables de la preservación y conservación del A.