

APRENDIZAJE PROFUNDO DE LOS FENÓMENOS DE ADSORCIÓN
MEDIANTE LA APLICACIÓN DE UNA SECUENCIA DIDÁCTICA MULTIESTILO

DANIEL FELIPE RAYO ALAPE
ROSA MELISSA GALINDRES GARCÍA

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
LICENCIATURA EN QUÍMICA
BOGOTÁ
2020

APRENDIZAJE PROFUNDO DE LOS FENÓMENOS DE ADSORCIÓN
MEDIANTE LA APLICACIÓN DE UNA SECUENCIA DIDÁCTICA MULTITIPO

DANIEL FELIPE RAYO ALAPE
ROSA MELISSA GALINDRES GARCÍA

Trabajo de grado para optar por el título de Licenciado en Química

Directora: DORA LUZ GÓMEZ AGUILAR
Doctora en Química

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
LICENCIATURA EN QUÍMICA
BOGOTÁ
2020

Nota de aceptación

Firma del Evaluador 1

Firma del Evaluador 2

Firma del director del trabajo

DEDICATORIA

A Dios por ser nuestra inspiración y la luz que irradia nuestros caminos.

A mis padres José Ignacio Galindres y Rosa Cándida García por su amor incondicional, a mis hermanos en especial a Robert Galindres García por ser el mejor hermano que mis padres me pudieron dar, por su apoyo, amor y comprensión a lo largo de mi formación académica.

Rosa Melissa Galindres García.

A mi madre, Aley Alape y mi padre Pedro León Rayo, que me han brindado su apoyo y amor incondicional durante todos los instantes de mi vida; a mis hermanos, Mateo, Nicolas y Santiago, por ser un ejemplo a seguir y una motivación para poder continuar y finalmente a Melissa, la mujer que estuvo a mi lado cumpliendo tan ardua labor para poder culminar este trabajo de grado.

Daniel Felipe Rayo Alape.

A nuestros amigos, Francy, Gerardo, Pilar y Paola que nos han brindado su amistad y apoyo, a los profesores, que con su conocimiento y sabiduría han llegado a formarnos, para ser buenos educadores en un mañana, y al semillero SISMA por su contribución a nuestra formación académica y personal.

AGRADECIMIENTOS

A Dios en primera instancia, y nuestras familias, por su apoyo y amor incondicional.

A la Universidad Pedagógica Nacional, por formarnos profesionalmente durante estos años. A nuestros formadores de quienes, y con quienes aprendimos, por ser una guía durante nuestra formación académica, a nuestra directora de trabajo Dora Luz Gómez Aguilar por su dedicación, esfuerzo y paciencia, por habernos brindado su apoyo incondicional y haber compartido con nosotros su conocimiento y calidad humana.

A la Dra. Julie Benavides, por brindarnos su conocimiento, amistad y darnos la oportunidad de trabajar en el grupo de investigación SISMA.

A los estudiantes del espacio académico Énfasis de tecnologías limpias, por su disposición e interés en el desarrollo de la secuencia didáctica.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	12
1. ANTECEDENTES.....	15
1.1 De los estilos de aprendizaje	15
1.1.1 Antecedentes internacionales.....	15
1.1.2 Antecedentes nacionales	16
1.1.3 Antecedentes locales.....	16
1.2 Del aprendizaje profundo	17
1.2.1 Antecedentes internacionales	17
1.2.2 Antecedentes nacionales	18
1.3 De los Fenómenos de adsorción.....	19
1.3.1 Antecedentes internacionales	19
1.3.2 Antecedentes nacionales.....	19
1.3.3 Antecedentes locales.....	20
2. JUSTIFICACIÓN	21
3. PLANTEAMIENTO Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA	23
4. OBJETIVOS.....	25
4.1 Objetivo general	25
4.2 Objetivos específicos	25
5. MARCO TEÓRICO	26
5.1 Estilos de Aprendizaje	26
5.2 Modelos de Estilos de aprendizaje	29
5.2.1 Modelo de Kolb.....	29
5.2.2 Modelo de Honey y Mumford	29
5.3 Aprendizaje Profundo	34
5.3.1 El modelo teórico 3P del aprendizaje y la enseñanza.....	35
5.3.2 Pensamiento crítico, creativo y metacognitivo.	36

5.4 Aprendizaje superficial	37
5.5 Taxonomía SOLO	37
5.6 Problemática ambiental río Fucha	38
5.7 Los metales pesados	40
5.7.1 El zinc.....	41
5.7.2 Aplicaciones industriales del Zn (II)	41
5.7.3 El galvanizado.....	42
5.7.4 Galvanizado en caliente	42
5.8 Fenómenos de adsorción	43
5.8.1 Fisicoquímica de las superficies.....	43
5.7.2 Adsorción	44
5.7.3 Tipos de Adsorción	44
5.8 Bioadsorción	45
6 METODOLOGÍA	47
6.1 Diseño metodológico de la investigación	47
6.2 Fases de la investigación	47
6.2.1 Fase 1: Pronostico	48
6.2.2 Fase 2: Proceso	49
6.2.3 Fase 3: Producto.....	51
6.3 Población	51
7 RESULTADOS	52
7.1 Estilos de aprendizaje	52
7.1.1 Aplicación del cuestionario CHAEA	52
7.2 Análisis descriptivo para cada estilo de Aprendizaje	54
7.2.1 Estilo activo	54
7.2.2 Estilo reflexivo.....	55
7.2.3 Estilo teórico.....	55
7.2.4 Estilo pragmático.	56
7.2.5 Estilo Multiestilo	57

7.3	Análisis general del cuestionario CHAEA.....	60
7.4	Niveles de comprensión pronóstico inicial	60
7.4.1	Análisis de los niveles de comprensión iniciales por preguntas	63
7.4.2	Análisis general de los niveles de comprensión iniciales de los estudiantes.....	67
7.5	Análisis de los resultados obtenidos en la secuencia didáctica multiestilo.....	68
7.5.1	Ejercicio de indagación.....	68
7.5.2	Análisis de las actividades de la secuencia didáctica multiestilo.....	69
8	CONCLUSIONES	79
9	RECOMENDACIONES.....	81
10	BIBLIOGRAFÍA	82
11	ANEXOS.....	89

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Estilos de aprendizaje según diferentes autores.....	27
Tabla 2. Características de los estilos de aprendizaje propuestos por Honey y Mumford.....	31
Tabla 3. Niveles de Comprensión Taxonomía SOLO.	38
Tabla 4. Actividades, metodología, estilo de aprendizaje y objetivos.....	49
Tabla 5. Baremo de interpretación de los resultados del cuestionario CHAEA. ..	52
Tabla 6. Resultados de la aplicación del cuestionario CHAEA.....	53
Tabla 7. Perfil de aprendizaje general, estudiantes con estilo de aprendizaje multiestilo.....	58
Tabla 8. Consolidación de moda estadística por estilo de aprendizaje para estudiantes multiestilo.....	58
Tabla 9. Niveles de comprensión y criterios.	61
Tabla 10. Niveles de comprensión iniciales de los estudiantes.....	62
Tabla 11. Niveles de aprendizaje por pregunta secuencia didáctica.....	69

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Etapas del aprendizaje según el modelo de Honey y Mumford.....	30
Figura 2. Modelo 3P (Pronostico-Proceso-producto).....	35
Figura 3. Plano del recorrido del río Fucha	39
Figura 4. Interfaces comunes de los sistemas fisicoquímicos heterogéneos	44
Figura 5. Fases de la investigación.	48
Figura 6. Frecuencia Estilo Activo	55
Figura 7. Frecuencia Estilo Reflexivo	55
Figura 8. Frecuencia estilo teórico.....	56
Figura 9. Frecuencia Estilo Pragmático.....	57
Figura 10. Perfil de Aprendizaje para los Estudiantes Multiestilo.....	59
Figura 11. Distribución porcentual de los Estilos de Aprendizaje.....	60
Figura 12. Niveles de comprensión iniciales para la pregunta 1.	63
Figura 13. Niveles de comprensión iniciales para la pregunta 2.	64
Figura 14. Niveles de comprensión iniciales para la pregunta 3.	65
Figura 15. Niveles de Comprensión iniciales para la pregunta 4	66
Figura 16. Niveles de Comprensión Iniciales de los estudiantes.	67

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Cuestionario CHAEA.	89
Anexo 2. Ficha de caracterización según los estilos de aprendizaje.	94
Anexo 3. Sistematización test pronóstico inicial.....	98
Anexo 4. Ejercicio de indagación.....	107
Anexo 5. Secuencia didáctica.....	110
Anexo 6. Criterios para categorizar la secuencia.....	148
Anexo 7. Sistematización secuencia didáctica.....	158

INTRODUCCIÓN

Durante varios años se ha trabajado en secuencias didácticas, sin embargo, en la actualidad se hace necesario la implementación de secuencias didácticas innovadoras que consideren los estilos de aprendizaje. Cruz (2001) establece que el proceso interactivo de enseñanza-aprendizaje comienza en el salón de clases, escenario donde surgen diferentes actividades básicas para el proceso de transformación de los estudiantes y de los profesores. A pesar de ello, a la hora de planificar dichas actividades no se establece la relación de lo que se enseña y como se enseña, ni las características, actitudes y comportamientos de los estudiantes. Pero como lo afirma Rodríguez (2018) estas características pueden ser cambiantes en el tiempo cuando se realizan actividades encaminadas a transformarlas en este sentido, es importante que los profesores diseñen acciones de intervención en el aula enfocadas al desarrollo de características multiestilo en los estudiantes, de esta manera, se les facilitará cualquier proceso de aprendizaje.

Debido a lo anterior, este trabajo plantea el interés por los estilos de aprendizaje de un grupo de estudiantes del Énfasis de Tecnologías limpias del programa de Licenciatura en Química de la Universidad Pedagógica Nacional, pues se cree que de la misma forma como un médico hace un diagnóstico y posteriormente propone un tratamiento adecuado al paciente tomando en cuenta sus características personales, así el maestro puede identificar la mejor manera en la que los alumnos, a partir de su estilo, pueden acercarse al aprendizaje profundo de los fenómenos de adsorción. Teniendo en cuenta lo anterior es evidente la importancia de proponer y desarrollar estudios que aporten en identificar las implicaciones de los estilos de aprendizaje sobre los procesos de enseñanza y aprendizaje de la química.

Es así como este trabajo de investigación analiza la incidencia de una secuencia didáctica multiestilo para la adquisición del aprendizaje profundo de los fenómenos de adsorción. Puesto que, en la actualidad, existe una gran preocupación, debido al considerable incremento en los índices de contaminación de efluentes

industriales por parte de metales pesados, (Cartaya, Reynaldo, Peniche, 2008). Dentro de los principales sectores industriales, que son fuentes de contaminación de Zn (II) se encuentran: la galvanoplastia, el zincado de piezas metálicas y el galvanizado en caliente. Estudios demuestran que el río Fucha presenta concentraciones elevadas de zinc en la mayoría de sus tramos en particular en Zona Franca; dado que, en esta zona se ubican la mayoría de las industrias del galvanizado en Bogotá. (Rodríguez, Porras, Martínez, Ramírez, 2014). La contaminación de este río por desechos de las industrias del galvanizado y desechos domésticos, han generado un impacto ambiental llevándolo a un nivel de contaminación 8, dejándolo inerte considerándolo el río más contaminado después del río Bogotá (Londoño, 2014).

La crisis ecológica que se ha generado en este río, por estas sustancias tóxicas ha incentivado a trabajar los fenómenos de adsorción con los futuros docentes en química y fomentar el uso de diferentes métodos para el tratamiento de los efluentes industriales contaminados con el Zn (II); en particular la adsorción a partir de bioadsorbentes, los cuales surgen como una alternativa sostenible que llama la atención en la remoción de iones de metales pesados en los efluentes industriales, puesto que permite no solo removerlos, si no también, darle un tratamiento a los desechos agrícolas que antes no tenían ninguna utilidad; además, estos materiales bioadsorbentes son de bajo costo y fácil adquisición (Fiorentin *et al.*, 2010). Por lo anterior, fomentar el aprendizaje profundo mediante una secuencia didáctica multiestilo de los fenómenos de adsorción implica el dominio, la transformación y la utilización de ese conocimiento para resolver problemas reales permitiendo desarrollar pensamientos crítico, creativo y metacognitivo (Beas, Santa Cruz, Thomsen y Utreras 2001). Así mismo el desarrollo de habilidades investigativas y la generación de procesos de reflexión que permitan proponer investigaciones futuras en torno a la adsorción de Zn (II) del río Fucha.

Para dar cumplimiento a lo planteado el trabajo de investigación inicia con: un pronóstico, que implicó la identificación de los estilos de aprendizaje y los niveles de comprensión de los fenómenos de adsorción por medio de la taxonomía SOLO de Biggs y Collis (1982); un proceso, a partir de la información recolectada se

diseña y se aplica la secuencia didáctica multiestilo en relación a problemática ambiental del río Fucha “contaminación del agua por Zn (II) por desechos de la industria del galvanizado”; un producto, la adquisición del aprendizaje profundo de los fenómenos de adsorción.

1. ANTECEDENTES

En este apartado se presentan estudios que articulan los estilos de aprendizaje, el aprendizaje profundo y los fenómenos de adsorción en el contexto de la enseñanza de la química y otras áreas del conocimiento. Por lo cual, se realizó una revisión bibliográfica, internacional, nacional y local, orientada hacia trabajos de investigación, artículos publicados en revistas y tesis de pregrado, maestría y doctorado. Los antecedentes muestran un panorama general del estado investigativo actual, dejando clara la importancia y el gran interés de los investigadores por estas áreas, encaminadas a conocer las variables individuales que afectan el aprendizaje, proponer estrategias didácticas y fomentar el aprendizaje profundo en los estudiantes.

1.1 De los estilos de aprendizaje

1.1.1 Antecedentes internacionales.

Se inicia la descripción con trabajos enfocados a identificar el perfil estilístico presente en los estudiantes; como lo muestra la investigación realizada por Chrismar (2005), que tuvo como objetivo identificar los estilos de aprendizaje de los estudiantes en las carreras de bioquímica, química y farmacia, de la Universidad Austral de Chile. En este trabajo, se destaca el predominio de los estilos activo y teórico, presumiendo que los estudiantes inician su aprendizaje desde experiencias concretas (Activos), o bien desde experiencias abstractas (Teóricos), aspecto para tener en cuenta por parte del profesor.

Igualmente los estudios de Lizano, Arias, Cordero, y Ortiz (2015) en sus investigaciones cuyo objetivo fue establecer la relación entre los estilos de aprendizaje y el rendimiento académico de los estudiantes de la licenciatura en Farmacia de la Universidad de Costa Rica reportan que no presentan un estilo de aprendizaje puro, sino una combinación de dos o más de estos, lo cual favorece el proceso de aprendizaje al tener más herramientas de adaptación a los

requerimientos de los profesores, los cursos y la carrera. Las anteriores investigaciones se consideran un aporte puesto que en sus resultados reportan la combinación de dos o más estilos de aprendizaje considerando que una persona puede presentar características de dos o más estilos.

Mientras tanto, el artículo realizado por Alducin y Vázquez (2016), muestra una investigación realizada con estudiantes de la Universidad de Sevilla (España) la cual tuvo como objetivo identificar los estilos de aprendizaje propuestos por Honey y Mumford, en los estudiantes registrados para el primer curso del grado de Edificación, en sus resultados mostraron que hay alumnos con combinación de estilos, los cuales fueron llamados multiestilo. Resultados que contribuyen a nuestra investigación puesto que consideran la posibilidad de incluir otras categorías de acuerdo con el grupo objeto de estudio y sus características.

Estrada y Alejandro (2017), en su investigación con estudiantes de Licenciatura en Química de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, como resultados de la aplicación del cuestionario de Honey-Alonso de Estilos de Aprendizaje, obtuvieron predominancia por el estilo activo en un 60% de los estudiantes, seguida por el estilo Teórico (53.3%). En menor proporción los estilos Reflexivo y Pragmático (26.7%), las cuales puntúan mejor en una preferencia baja. Desde este contexto la investigación aporta una mirada de los estilos de aprendizaje preferentes de los estudiantes de licenciatura en química.

1.1.2 Antecedentes nacionales

Portillo (2012), en su investigación tuvo como objetivo determinar la relación entre estilos de aprendizaje y rendimiento académico de los estudiantes de Psicología de la Universidad de Nariño inscritos en el período A de 2011. Los resultados evidenciaron una preferencia moderada por los cuatro estilos de aprendizaje, no se encontró una preferencia marcada por algún estilo en particular. Lo anterior se considera un aporte en el sentido que confirma que una persona puede presentar características mixtas de todos los estilos.

1.1.3 Antecedentes locales

El estudio realizado por Rodríguez (2016), se centra en la construcción de conceptos químicos asociados a la cromatografía en el contexto de la química de alimentos, identificando las posibles relaciones entre los trabajos prácticos y los estilos de aprendizaje propuestos por Honey y Mumford. La muestra poblacional corresponde a los estudiantes de séptimo semestre de un programa de Licenciatura en Química. Los resultados indican que la relación entre los trabajos prácticos y el aprendizaje de conceptos favorecen a los estudiantes con estilo de aprendizaje pragmático. Así mismo, Se encontró al estilo de aprendizaje teórico como el de mayor predominancia y el reflexivo como el menos predominante. Trabajo investigativo que permite evidenciar que los estudiantes de licenciatura en química tienen mayor predominancia por el estilo teórico y baja predominancia por el estilo reflexivo.

En la investigación realizada por Rodríguez (2017), tuvo como objetivo identificar la influencia del modelo de resolución de problemas en el aprendizaje de conceptos químicos asociados a las proteínas, glúcidos y lípidos, en función de los estilos de aprendizaje propuestos por Honey y Mumford, de los estudiantes de licenciatura en química. Los resultados del cuestionario CHAEA para identificar los estilos de aprendizaje muestra que el 64 % de los estudiantes no cuentan con un estilo de aprendizaje claramente definido en alguno de las cuatro categorías establecidas por Honey y Mumford. Esta tendencia permite proponer una nueva categoría denominada multiestilo, de esta manera se respeta la idea de aceptar las características individuales de los estudiantes.

1.2 Del aprendizaje profundo

1.2.1 Antecedentes internacionales

Camacho (2008), con su trabajo realizado en la Universidad Católica de Chile, expuso una revisión teórica de enfoque cognitivista, que pretende proporcionar elementos a los docentes de química de básica secundaria y media, sobre cómo aprenden en profundidad los estudiantes en el aula las ciencias, tomando como

punto de partida la diferencia existente entre el aprendizaje logrado por sí mismo y el apoyo planificado y cuidadoso del mediador, y de esta forma presenta algunas estrategias que facilitan la enseñanza explícita de destrezas del pensamiento en búsqueda que los estudiantes aprendan a comprender, profundizar y extender sus conocimientos.

A su vez, la investigación de Ortega y Hernández (2015), se centran en desarrollar el aprendizaje profundo mediante la reflexión de la práctica docente. Iniciando con un estudio de corte cualitativo con estudiantes de quinto semestre de la licenciatura en educación preescolar de una escuela normal del Estado de México. Los resultados manifiestan que el aprendizaje de la reflexión de la práctica docente se inclina hacia un enfoque superficial. En contraste con lo anterior, se considera un aporte debido a que incentiva a transitar del aprendizaje superficial al aprendizaje profundo de la reflexión de la práctica docente permitiendo generar el compromiso ante la profesión.

1.2.2 Antecedentes nacionales

Carrascal, Alvarino y Díaz (2009) en su investigación cuyo objetivo es validar estrategias mediadas por tecnologías de la información y la comunicación, TIC`s, para mejorar el desempeño académico en estudiantes del curso Física I, del segundo semestre del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad de Córdoba. La metodología utilizada es cuasiexperimental, de preprueba-posprueba y grupo control, se intervino una población de ciento diez estudiantes en el segundo periodo académico de 2007, integrada por cincuenta y cuatro en el grupo experimental y cincuenta y seis en el grupo control. El presente estudio se apoya en la teoría socio-constructiva, en los postulados de Biggs sobre calidad del aprendizaje y se operacionaliza en el Modelo 3P de enseñanza-aprendizaje, midiendo enfoques de aprendizaje, buscando un enfoque profundo, contextos de enseñanza y niveles de comprensión, a partir de la Taxonomía Solo (Biggs y Collins, 1982).

Para finalizar Ramírez y Tamayo (2011) en su trabajo de investigación, proponen una herramienta interactiva que proporcione una experiencia virtual y propicie el logro de aprendizajes profundos de semiología neurológica y el mejoramiento en el proceso de aprendizaje de los estudiantes de medicina de la Universidad de Caldas, los resultados obtenidos, muestran que la mayoría de los estudiantes que participaron en el BLOG predominaron las respuestas adecuadas en cada una de las categorías de aprendizaje profundo, concluyendo el uso de una herramienta informática para la enseñanza y el aprendizaje de la semiología neurológica demostró ser útil para facilitar la adquisición de aprendizajes profundos; el desarrollo del BLOG permitió a los estudiantes adquirir confianza al momento de realizar el examen clínico de los pacientes. Las anteriores investigaciones permiten evidenciar significativamente el desempeño de los estudiantes mediante estrategias mediadas por las TIC's, evidenciando un aumento paulatino en los niveles de comprensión a medida que evoluciona el proceso de aplicación.

1.3 De los Fenómenos de adsorción

1.3.1 Antecedentes internacionales

Respecto al eje temático de nuestra investigación se realizan consultas bibliográficas, referentes a los fenómenos de adsorción, bioadsorbentes, y la remediación de fuentes hídricas contaminadas por Zn (II) y su articulación a la didáctica de las ciencias.

Neetesh Kumar (2018), demuestra en su investigación la eficiencia de remoción de zinc de una solución acuosa utilizando una biomasa de cáscara de naranja. Se encontró la condición óptima para la eliminación de Zn (II) pH 5, tiempo de contacto 90 minutos. Con dosis de adsorbente de 0.5 gm a 10 ppm de concentración. La eliminación máxima de Zn (II) se produce con una dosis de adsorbente de 0.5 g / 100 ml a pH 5 a una concentración de 10 ppm.

1.3.2 Antecedentes nacionales.

La investigación de Albis, Martínez y Santiago (2017), busca determinar el comportamiento del tiempo de ruptura para la adsorción de zinc (II) en soluciones acuosas usando como lecho cáscara de yuca (*Manihot esculenta*), la cual fue pretratada y posteriormente caracterizada. Se evaluó la influencia de la variación de parámetros como la altura del lecho (7 - 23 cm), la concentración inicial de zinc (II) (132 - 468 mg/L) y el flujo de alimentación (7 - 23 mL/min) para determinar el comportamiento del tiempo de ruptura. Los resultados de los experimentos muestran que hay un mayor rendimiento cuando se utilizan el flujo de alimentación y la concentración inicial más bajos, así como la mayor altura del lecho con cáscara de yuca. El tiempo de ruptura óptimo (25 min) se alcanza con una concentración inicial de zinc de 480.23 mg/L, un caudal de alimentación de 23.35 mL/min y una altura de lecho de 12.86 cm, que constituyen la mejor configuración de parámetros. Adicionalmente, se determinó que el comportamiento del tiempo de ruptura puede ser completamente predicho en los rangos de interés por el modelo BDST.

1.3.3 Antecedentes locales

Para finalizar, Gómez y Herrera (2014), en su Investigación, realizada en la Universidad Pedagógica Nacional, con el objetivo de fortalecer la comprensión del proceso de adsorción a partir de la implementación de una estrategia didáctica fundamentada en el marco de la enseñanza para la comprensión en estudiantes del espacio académico de Sistemas Físicoquímicos I de la Licenciatura en Química de la Universidad Pedagógica Nacional, por lo anterior, los autores, afirman que los estudiantes generaron ambientes donde fortalecieron su comprensión con respecto al proceso de adsorción y adoptaron una postura crítica y reflexiva frente a las implicaciones que tiene el empleo de sólidos porosos en la remoción de contaminantes de los diferentes sistemas terrestres en particular el hídrico.

2. JUSTIFICACIÓN

Autores como (Honey y Mumford, 1986); (Legorreta, 2000); (Rodríguez, 2018) afirman que el aprendizaje es continuo y se logra mediante un ciclo de aprendizaje, donde lo ideal es que las personas puedan experimentar, reflexionar, proponer hipótesis y aplicar, pero lo cierto es que los individuos desarrollan preferencias y actúan mejor según estas. A partir de esto proponen cuatro estilos de aprendizaje, con características propias que los definen: activo, reflexivo, pragmático y teórico.

A lo largo de los últimos años, diferentes investigaciones le apuestan a identificar los estilos de aprendizaje, fundamentados en las dificultades que presentan los estudiantes y en la versatilidad que ofrece la didáctica de las ciencias para hacer de la enseñanza acciones más motivadoras en el aula. Estudios han demostrado que el proceso de aprendizaje y la construcción del conocimiento de cada estudiante van de la mano con ciertas características personales, rasgos cognitivos, afectivos y fisiológicos que son propias de cada estudiante a la hora de aprender.

Por otro lado, esta investigación, tiene como tópico generativo; los fenómenos de adsorción, siendo esta una temática donde se puede involucrar al estudiante en el desarrollo de conceptos que ofrecen una base en el dominio de la disciplina además la vinculación de este saber disciplinario a la vida diaria del estudiante. En esta dinámica, la significatividad de los conocimientos deja de ser meramente disciplinar y se amplía a la cultura y la vida cotidiana (Valenzuela, 2008).

Según Beas, Santa Cruz, Thomsen, y Utreras (2008), el aprendizaje profundo implica el dominio, la transformación y la utilización de ese conocimiento para resolver problemas reales, por tanto, esta investigación propone el afrontamiento de estos problemas y la creación de contextos de aprendizaje enriquecedores teniendo en cuenta los estilos de aprendizaje, fomentando la apropiación del territorio, facilitado no sólo la adquisición de conocimientos, sino de otras

habilidades tales como trabajo en equipo, habilidades de comunicación y responsabilidad en el aprendizaje autónomo.

Desde esta perspectiva se pretende incentivar a los futuros docentes en química del Énfasis de Tecnologías limpias del programa de Licenciatura en Química de la Universidad Pedagógica Nacional y generar procesos de reflexión en torno a la problemática ambiental del río Fucha que permita considerar la adsorción como una posible solución puesto que este proceso fisicoquímico implica la adhesión de una delgada capa de moléculas a la superficie de los líquidos o sólidos que entran en contacto con ella, por tal razón, es ampliamente utilizada en el tratamiento de aguas residuales para remover metales mediante adsorbentes o bioadsorbentes.

En consecuencia, se diseñaron acciones de intervención en el aula, desde una secuencia didáctica multiestilo abarcando el tópico generativo, mediante la presentación de la problemática (contaminación del agua por residuos de zinc (II) procedentes de la industria del galvanizado); a través de un recorrido fotográfico que inicia con el nacimiento del río Fucha en el páramo de Cruz verde, pasando por la Reserva Forestal el Delirio, la carrera Décima, la Avenida Boyacá, Fontibón y algunos humedales asociados como el humedal de Techo, El Burro, La Vaca y Capellanía, hasta su desembocadura en el río Bogotá, permitiendo el reconocimiento y la apropiación del territorio; contemplando los efectos que ocasiona la presencia de Zn (II) en exceso en las fuentes hídricas, en el hombre, en el suelo y en las plantas; la movilización de los metales pesados por acción del agua y del viento y por último relacionado la problemática ambiental con los fenómenos de adsorción. Se espera que estas actividades incentiven los estilos de aprendizaje y activen la comprensión, desarrollen pensamiento creativo, crítico y metacognitivo en los estudiantes puesto que en consonancia con lo propuesto por Valenzuela (2008), son necesarios para poder adquirir un aprendizaje profundo. Por otra parte, se espera que el estudiante proponga soluciones a la problemática teniendo en cuenta la bioadsorción como una alternativa sostenible con el medio ambiente.

3. PLANTEAMIENTO Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

Según los aportes de los autores citados en los antecedentes se evidencia que uno de los errores más frecuentes de los profesores es no tomar en consideración los estilos de aprendizaje de los estudiantes o utilizar estilos de enseñanza uniformes para todos los estudiantes generando dificultades en el proceso, si su entorno de enseñanza no se adapta a su estilo, por otra parte, el desconocimiento ingenuo del estilo de aprendizaje por parte del estudiante impide que autogestione de manera correcta su aprendizaje. Autores, como Rodríguez (2017); Alducin y Vázquez (2016), en sus investigaciones aclaran la importancia del conocimiento y manejo de los estilos de aprendizaje por cada persona, para diseñar estrategias que le permitan un aprendizaje autónomo. En consecuencia, conocer los estilos de aprendizaje de los estudiantes posibilitará diseñar actividades, estrategias y metodologías que promuevan aprendizajes profundos dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje. Según Paredes (2008) algunas investigaciones demuestran que promover aprendizajes que se adecúen al estilo de aprendizaje del estudiante puede ser un factor importante en el resultado del aprendizaje.

Rodríguez (2017) afirma que el profesorado de ciencias constata a menudo las grandes dificultades con que se enfrenta la mayoría de los estudiantes a la hora de su aprendizaje, ya que la enseñanza de la química se ha limitado a la simple transmisión de conocimientos acumulados. En contraste con lo anterior una de las problemáticas con las que se enfrentan los futuros docentes en química es la ausencia de la construcción del conocimiento, puesto que no se crean experiencias de aprendizaje que le permita al estudiante ir más allá de la mera reproducción de dicho conocimiento, en vez de la comprensión de estos, logrando un aprendizaje al pie de la letra de contenidos seleccionados, por tanto, adquiriendo un aprendizaje superficial, por otro lado el aprendizaje profundo tiene que ver con el significado, la reinterpretación, comprensión, conexión y aplicación de conocimientos; vinculándose con la teoría constructivista (Ortega y Hernández, 2015).

Desde este contexto, la investigación pretende analizar la incidencia de la aplicación de una secuencia didáctica multiestilo para la adquisición del aprendizaje profundo de los fenómeno de adsorción a partir de la problemática presentada por el río Fucha, quien reporta concentraciones elevadas de zinc en la mayoría de sus tramos respecto a los criterios de vida acuática (0,1 mg/L) y agua potable (4 mg/L), las concentraciones más elevadas se encuentran en Zona Franca (2,7 mg/L) y Fucha Alameda (4,5 mg/L) lo cual se asocia al sector productivo de la galvanoplastia entre otros (Rodríguez, Porras, Martínez, Ramírez, 2014). El impacto ambiental generado por estas sustancias tóxicas ha llevado a la comunidad científica a desarrollar diferentes métodos para el tratamiento de los efluentes industriales, sin embargo, estos métodos han resultado bastante costosos e ineficientes, por lo tanto generar procesos de reflexión en los estudiantes frente a esta problemática permitirá motivarlos a realizar futuras investigaciones en torno a adsorción como una alternativa que llama la atención en la remoción de iones metálicos en los efluentes industriales.

Teniendo en cuenta los aspectos descritos anteriormente surge la pregunta que delimita la presente investigación:

¿Qué incidencia tiene la implementación de una secuencia didáctica multiestilo en la adquisición de un aprendizaje profundo de los fenómenos de adsorción en estudiantes del énfasis disciplinar II de aguas y tecnologías limpias de Licenciatura en Química?

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo general

- Analizar la incidencia de una secuencia didáctica multiestilo para la adquisición de un aprendizaje profundo de los fenómenos de adsorción en estudiantes del énfasis II de aguas y tecnologías limpias del programa de Licenciatura en Química de la Universidad Pedagógica Nacional.

4.2 Objetivos específicos

- Identificar el estilo de aprendizaje predominante en los estudiantes: activo, teórico, reflexivo, pragmático y multiestilo.
- Diseñar e implementar la secuencia didáctica desde la problemática ambiental del río Fucha.
- Evaluar el aprendizaje profundo de los fenómenos de adsorción frente a los niveles de comprensión alcanzados por los estudiantes.

5. MARCO TEÓRICO

El presente capítulo tiene como objetivo presentar el fundamento teórico que orienta esta investigación, teniendo en cuenta los constructos teóricos, como: estilos de aprendizaje, el modelo de Honey y Mumford quienes le dan un carácter actitudinal y de comportamiento a los estilos de aprendizaje; aprendizaje profundo, el modelo teórico de las 3P y la taxonomía SOLO; la problemática ambiental del río Fucha; los metales pesados; el zinc (II), aplicaciones industriales; la industria del galvanizado; finalmente se expone los conceptos implícitos en los fenómenos de adsorción.

5.1 Estilos de Aprendizaje

Para hablar de Estilos de Aprendizaje hay que tener en cuenta las definiciones: estilo y aprendizaje; el primer concepto tiene que ver con el distintivo, el toque personal, lo que define una manera de ser, de expresarse, incluso de vestir (Lozano, 2013) y el segundo autores como Alonso (como se citó en Capella y Coloma, 2003) define que aprendizaje es el proceso de adquisición de una disposición, relativamente duradera, para cambiar la percepción o la conducta como resultado de una experiencia. Por tanto, los estilos de aprendizaje determinan la manera de pensar y aprender de las personas puesto que cada persona aprende de una forma totalmente distinta. En cada persona existe una tendencia innata sobre la forma de integrar, asimilar y adquirir conocimientos.

Algunas de las definiciones de los estilos de aprendizaje más significativas que se pueden encontrar son las siguientes:

- Comportamientos distintivos que sirven como indicadores de cómo una persona aprende de su entorno y se adapta a él (Gregorc, 1979).

- Preferencias de un modo de adaptación sobre otros; pero estas preferencias no excluyen otros modos de adaptación y pueden variar de tanto en tanto y de situación en situación (Kolb, 1981).
- Compuesto de características cognitivas, afectivas y psicológicas que sirven como indicadores relativamente estables de como un estudiante percibe, interacciona y responde al entorno de aprendizaje (Keefe, 1979).
- Descripción de las actitudes y comportamiento que determina las preferencias individuales en la forma de aprender (Honey y Mumford, 1992).
- Preferencias características en la forma en que un estudiante percibe y procesa la información (Felder, 1996).

Existen diferentes definiciones de estilos de aprendizaje, sin embargo, en este trabajo optamos por la definición de Honey y Mumford (1992), puesto que le dan un carácter actitudinal a los estilos de aprendizaje por tanto variable, ya que en las personas esta característica puede ser cambiante en el tiempo cuando se realizan actividades encaminadas a transformarlas; igualmente se puede decir del comportamiento, ya que este puede ser alterado muy rápidamente por influencia de factores externos a los que esté sometido el individuo (Rodríguez, 2017).

A continuación, encontraremos diferentes clasificaciones asociadas a estilos de aprendizaje así:

Tabla 1. *Estilos de aprendizaje según diferentes autores.*

AUTOR	ESTILO DE APRENDIZAJE
Felder y Silverman (1988)	<p>Información percibida:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sensitivos • Intuitivos <p>Percepción sensitiva:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Visuales

	<ul style="list-style-type: none"> • Verbales <p>Organización de la información:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Inductivos • Deductivos <p>Comprensión de la información:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Secuenciales • Globales <p>Forma de trabajar la información:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Activos • Reflexivos
Fleming y Mills (1987)	<p>Visual</p> <p>Auditivo</p> <p>Lector/Escritor</p> <p>Quinestésico</p>
Honey y Mumford (1986)	<p>Reflexivo</p> <p>Teórico</p> <p>Pragmático</p> <p>Activo</p>
Grasha Anthony (1974)	<p>Competitivo</p> <p>Colaborativo</p> <p>Participativo</p> <p>Dependiente</p> <p>Independiente</p> <p>Evitante</p>

Fuente: Rodríguez, 2017

5.2 Modelos de Estilos de aprendizaje

Diversos investigadores han planteado modelos y teorías encaminadas a conocer las características individuales de los sujetos que aprenden, entre las más destacadas se encuentran las planteadas por David Kolb (1974) y Honey y Mumford (1986), quienes proponen mecanismos de aprendizaje y descripciones de características que definen los estilos de aprendizaje de las personas (Rodríguez, 2018).

5.2.1 Modelo de Kolb

En la década de los 70's David Kolb y sus colaboradores consideraron que el aprendizaje está condicionado a la experiencia vivida y consta de cuatro etapas que incluyen: la experiencia concreta, una observación reflexiva, la conceptualización abstracta y una experimentación activa, por tanto, un aprendizaje óptimo se logra en la medida que se cumplan las cuatro etapas (Freedman y Stumof, 1980). Por otra parte define que la percepción y el procesamiento de la información como dos dimensiones del aprendizaje, por lo que el aprendizaje se logrará según se perciban las cosas y luego como se procesan (Kolb, Rubín y McIntyre, 1977), bajo estas dimensiones se describen dos tipos de percepción (experiencias concretas y conceptualización abstracta) y dos formas de procesamiento (por experiencias activas y observación reflexiva), este planteamiento permitió proponer un modelo de cuatro cuadrantes y proponer 4 estilos de aprendizaje: acomodador, divergente, asimilador y convergente, (Rodríguez, 2018).

5.2.2 Modelo de Honey y Mumford

En la década de los 80, y basándose en la teoría de Kolb (1974), Peter Honey y Alan Mumford (1986) proponen un modelo de estilos de aprendizaje que describen las actitudes y comportamientos determinantes de las formas preferidas de aprendizaje por parte de un individuo (Legorreta, 2000). Dándoles un carácter actitudinal a los estilos de aprendizaje, del mismo modo esta características puede

cambiar con el tiempo, cuando se realizan actividades encaminadas a transformarlas; igualmente el comportamiento puede ser alterado rápidamente por influencia de factores externos a los que esté sometido el individuo (Rodríguez, 2017). El modelo muestra que el proceso de aprendizaje es continuo y se logra en cuatro etapas todas ellas necesarias no excluyentes, ellas son:

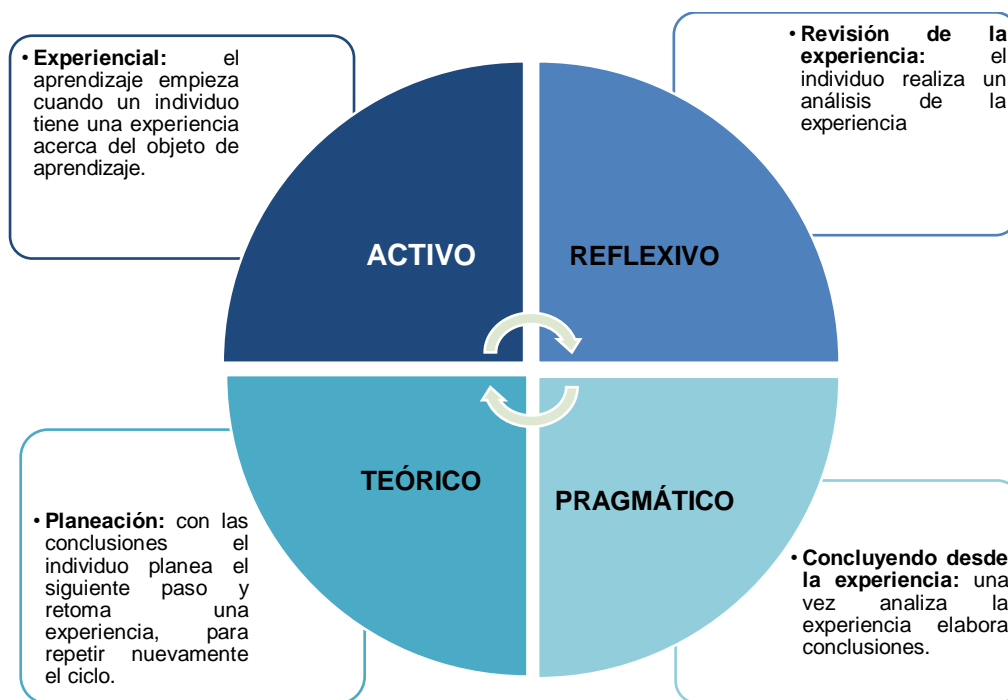


Figura 1. Etapas del aprendizaje según el modelo de Honey y Mumford

Fuente: autores

Se espera que en este ciclo de aprendizaje las personas puedan experimentar, reflexionar, proponer hipótesis y aplicar, pero lo cierto es que los individuos desarrollan preferencias y actúan mejor según dichas preferencias (Legorreta, 2000). De esta manera, Honey y Mumford proponen cuatro estilos de aprendizaje, que a su vez son las cuatro fases de un proceso cíclico de aprendizaje: activo, reflexivo, teórico y pragmático.

En el siguiente cuadro, se presentan las características generales de los estilos de aprendizaje propuestos por Honey y Mumford.

Tabla 2. Características de los estilos de aprendizaje propuestos por Honey y Mumford.

Estilo de aprendizaje	Características generales	Actividades que les favorece	Actividades que no les favorece
Activo	<ul style="list-style-type: none"> -Aprenden haciendo -Necesita tener sus manos ocupadas -Son de mente abierta -Se involucran en nuevas experiencias -Entusiastas -Actúan Primero -Consideran las consecuencias después -Les gusta rodearse de gente 	<ul style="list-style-type: none"> -Lluvia de ideas -Solución de problemas -Discusiones grupales -Rompecabezas -Competición -Juego de Roles 	<ul style="list-style-type: none"> -Adoptar un rol pasivo -Trabajo independiente -Actividades muy teóricas
Teórico	<ul style="list-style-type: none"> -Teorías antes de actuar -Necesitan modelos -Conceptos y hechos ordenados. -Prefieren analizar y sintetizar -Sistemáticos y lógicos -Perfeccionistas -Independiente -Analítico 	<ul style="list-style-type: none"> -Elaborar modelos -Estadísticas -Buscar antecedentes -Aplicar teorías -Tener la oportunidad de indagar y preguntar 	<ul style="list-style-type: none"> -Actividades ambiguas -Actividades emocionales -Actuar sin fundamento teórico
Pragmático	<ul style="list-style-type: none"> -Prefieren la aplicación real de lo aprendido -No les gustan los conceptos abstractos 	<ul style="list-style-type: none"> -Estudios de caso -Con tiempo para pensar en cómo aplicar lo aprendido -Resolver problemas. 	<ul style="list-style-type: none"> -Actividades poco aplicables a su realidad. -Actividades sin finalidad

	-Les gusta probar nuevas ideas aplicables a la vida real. Su filosofía es: si funciona es bueno	-Discusiones	-Actividades sin relación con la realidad.
Reflexivo	-Observadores -Analizan -Ven diversas perspectivas de una sola cosa. -Prefieren tener un buen respaldo antes de concluir algo. -Son cuidadosos para asegurar algo. -Disfrutan observar y escuchar a los demás. -Analizan las implicaciones	-Discusiones pareadas -Cuestionarios de autoanálisis -Observando actividades. -Recibir retroalimentación de otros. -Entrevistas	-Presión del tiempo -Actuar de líder -Representar roles. -Actividades no planificadas -Exponer ideas espontáneamente. -Estar obligado a pasar de una actividad a otra rápidamente.

Fuente: Rodríguez, 2017

“Si bien los modelos de estilos de aprendizaje propuestos por Kolb y por Honey y Mumford fueron propuestos hace más de tres décadas, actualmente toman importancia gracias al auge de las tecnologías de la información y comunicación, utilizadas en los procesos educativos, y que han llevado a impulsar el aprendizaje autónomo en los individuos” (Rodríguez, 2017, pg.58). Desde esta perspectiva es necesario generar estrategias asociadas a los estilos de aprendizaje de los estudiantes mediante actividades que tengan en cuenta la forma de aprender.

A continuación, se realizó la descripción de algunas de las características sobresalientes para cada estilo de aprendizaje propuesto por Honey y Mumford así:

5.2.2.1 Estilo Activo

Las personas con una preferencia por este estilo de aprendizaje se vinculan fácilmente a nuevas experiencias, discuten, aplican conocimientos, prueban las cosas para determinar su funcionamiento y trabajan en grupo, (Guanipa y Mogollón, 2006); esta descripción y las características presentadas en la tabla 2 son la base para la planeación de actividades en el aula, se recomiendan aquellas que mantengan el interés del estudiante mediante nuevos retos, se deben evitar actividades donde el estudiante cumpla un rol pasivo, como las teóricas o individuales, es preferible proponer lluvia de ideas, solución de problemas y discusión en grupo (Gómez, Aduna, García, Cisneros y Padilla, 2004).

5.2.2.2 Estilo Reflexivo

Las personas con estilo de aprendizaje reflexivo, les gusta considerar las experiencias y observarlas desde diferentes perspectivas antes de tomar una acción, prefieren trabajar solos, se inclinan por aprender de materiales presentados ordenadamente a través de libros, conferencias y presentaciones (Guanipa y Mogollón, 2006), cuentan con la cualidad de escuchar y observar a los demás, realizar entrevistas puede ser una actividad favorable, igualmente, necesitan de diversas fuentes que respalden las cosas antes de decir algo, aspecto que puede llevarlos a dilatar el proceso de proponer conclusiones por no tener los suficientes puntos de vista, bajo estas características, el profesor debe orientarlos para acelerar la toma de decisiones o el proceso de aprendizaje se puede prolongar, por esta razón, no les gusta las actividades que impliquen presión del tiempo, o donde tengan que actuar como líderes (Muñoz y Silva, 2003).

5.2.2.3 Estilo Teórico

Son personas que integran observaciones dentro de teorías lógicas, enfocan los problemas de forma vertical, escalonada, por etapas lógicas, tienden a ser perfeccionistas, analizan y sintetizan, para ellos si es lógico es bueno (Capella y Coloma, 2003). Las personas con este estilo necesitan modelos con conceptos y hechos ordenados, las actividades sistematizadas y lógicas les permite organizar

su aprendizaje, tienden a ser perfeccionistas, no se sienten cómodos con actividades ambiguas, no les gusta hacer cosas que involucren las emociones, por estas razones el profesor debería planear actividades donde los conceptos partan de teorías y se promueva la organización de pasos lógicos para llegar a conclusiones, por ejemplo, empleando datos estadísticos, buscar antecedentes, realizar indagaciones y plantear modelos (Gómez, Aduna, García, Cisneros y Padilla, 2004).

5.2.2.4 Estilo Pragmático.

Prefieren la aplicación práctica de las ideas, descubren el aspecto positivo de las nuevas ideas y aprovechan la primera oportunidad para experimentarlas, actúan rápidamente y con seguridad, son impacientes con personas que teorizan. (Capella y Coloma, 2003), el proceso de aprendizaje lo logran mejor si aplican los conceptos, por lo que el estudio de caso, la resolución de problemas y las discusiones sobre la aplicación real, serán actividades que les favorece en su proceso de aprendizaje, por el contrario, actividades poco aplicables a la vida real y sin una finalidad podría generarles grandes dificultades (Muñoz y Silva, 2003).

Por lo anterior, el estudio de los estilos de aprendizaje permite conocer mejor a los estudiantes, de tal manera que las actividades desarrolladas en el aula pueden ser diseñadas basadas en ellos, y reviste gran importancia cuando los estudiantes presentan dificultades en la construcción de los conceptos, esto presume que es posible plantear dichas actividades desde el constructivismo y determinar el impacto que tienen sobre el aprendizaje.

5.3 Aprendizaje Profundo

El aprendizaje profundo se caracteriza por incorporar el análisis crítico de nuevas ideas, las cuales son integradas al conocimiento previo sobre el tema, favoreciendo con ello su comprensión y su retención en el largo plazo de tal modo que pueden, más tarde, ser utilizadas en la solución de problemas en contextos diferentes. Para lograr aprendizaje profundo se requiere utilizar altos niveles de habilidades

cognitivas tales como “análisis” (comparar, contrastar) y “síntesis” (integrar el conocimiento en una nueva dimensión). El aprendizaje profundo promueve la comprensión y la aplicación de los aprendizajes de por vida (Fasce, 2007).

5.3.1 El modelo teórico 3P del aprendizaje y la enseñanza

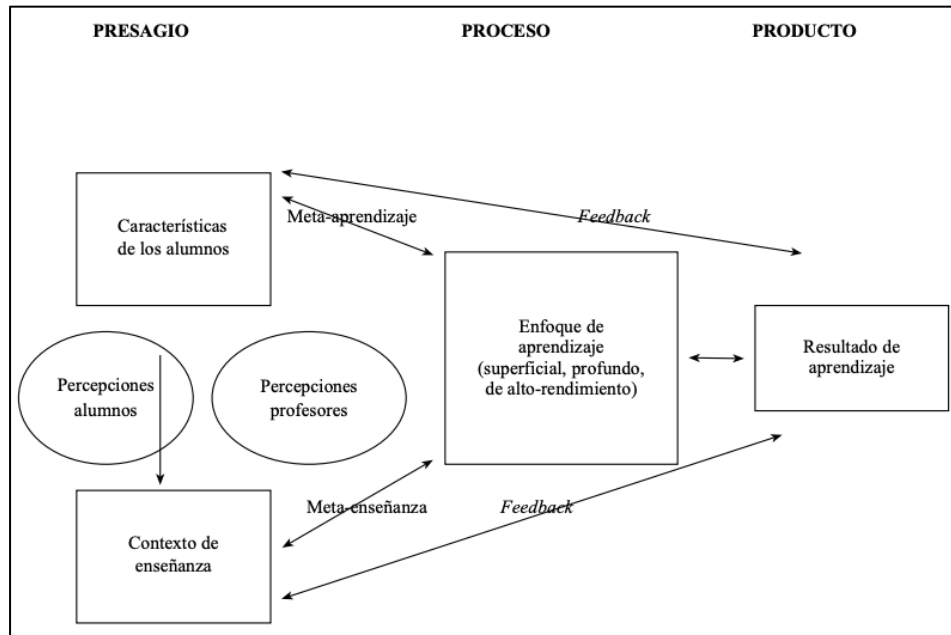


Figura 2. Modelo 3P (Pronostico-Proceso-producto).

Fuente: Rosario, *et al.*, 2005

Dunkin y Bidle, en el año 1974 establecieron el Modelo de Aprendizaje 3P que, posteriormente, fue adoptado y modificado por Biggs (1979), cuyo principal aporte fue relacionar las concepciones de enseñanza con las estrategias de aprendizaje y sus resultados. En primera instancia, Biggs (1979) lo llamó Modelo General del Proceso de Estudio y, posteriormente, Modelo 3P de Enseñanza y Aprendizaje (1993). Desde su concepción el modelo contempló como variables intervinientes del proceso de enseñanza y aprendizaje de los estudiantes los factores Presagio, Proceso y Producto. El factor Presagio se constituye a partir de la relación de variables propias del estudiante y variables contextuales de enseñanza; el factor Proceso, a partir de las variables mediadoras entre el estudiante y el resultado de aprendizaje; por último, el factor Producto, desde la relación de las variables

propias del estudiante, contextuales y mediadoras (Hernández, Martínez, Da Fonseca y Rubio, 2005).

5.3.2 Pensamiento crítico, creativo y metacognitivo.

Para poder lograr un aprendizaje profundo es necesario que los estudiantes desarrollen pensamiento de buena calidad que les permita realizar conexiones disciplinares y extra disciplinares. Este Pensamiento de buena calidad (Beas, 1994) implica pensamientos crítico, creativo y metacognitivo.

Pensamiento crítico: un estudiante desarrolla pensamiento crítico cuando es capaz de procesar y reelaborar la información que recibe a partir de sus propias creencias para formular soluciones a diferentes problemas (Beas, Santa Cruz, Thomsen y Utreras, 2008), posibilitando una actividad intelectual tal, que permita conseguir diferentes fines de manera eficaz (Saiz y Nieto, 2002), no sólo en el ámbito académico, sino también, en los diferentes contextos en los que se encuentran inmersos los estudiantes.

Pensamiento creativo: un estudiante desarrolla pensamiento creativo cuando genera ideas alternativas, soluciones nuevas y originales (Beas et al., 2008). Lo anterior es importante desde una perspectiva constructivista puesto que, de alguna manera, comprender es inventar (Piaget, 1971, p. 27), establecer nuevas y personales conexiones entre lo que se sabe y lo que se aprende, dando paso a una configuración del conocimiento de carácter significativo. Así, el pensamiento creativo, está relacionado al pensamiento crítico y puede verse favorecido a través de la adquisición de estrategias de procesamiento analógico ayudando de esta manera al alumno a adquirir estrategias para generar nuevas ideas (Halpern, 2003).

Pensamiento metacognitivo: un estudiante desarrolla pensamiento metacognitivo cuando reflexiona sobre sí mismo, para descubrir sus propios procesos de pensamiento como objeto de examen (Beas et al., 2008).

5.4 Aprendizaje superficial

En el aprendizaje superficial el estudiante memoriza la información como hechos aislados, sin conexión con experiencias previas o con el contexto general. El objetivo central es retener datos para aprobar la evaluación. En el aprendizaje superficial sólo se requiere un nivel bajo de habilidad cognitiva, principalmente orientado a “conocer”. Ello explica el rápido olvido de la materia estudiada al poco tiempo de haber rendido las evaluaciones (Fasce, 2007).

Según Fasce (2017), el aprendizaje superficial se caracteriza por:

- Motivación extrínseca, donde el principal objetivo es aprender para aprobar una asignatura.
- Aprendizaje centrado en la acumulación de datos que se adquieren de manera memorística.
- Escasa relación entre un conocimiento y su aplicación a la vida real.
- Ausencia de reflexión.

5.5 Taxonomía SOLO

SOLO es la abreviatura de Structure of the Observed Learning Outcome (Estructura del Resultado Observado del Aprendizaje), esta estructura permite considerar la calidad de pensamiento y los niveles de comprensión. Esta taxonomía está basada en un estudio de Biggs y Collins (1982). Por otra parte, Difabio (2010) señala que la taxonomía SOLO permite jerarquizar el aprendizaje en cinco niveles de complejidad de manera ascendente y estructurada de esta manera permite evaluar los resultados del aprendizaje. La taxonomía SOLO describe cinco niveles de respuesta, en términos del grado en que ha sido transformada la información por el educando. SOLO es además una jerarquía, donde el nivel superior contiene al nivel inferior, y en la que cada construcción parcial se convierte en el fundamento sobre el que se construye el aprendizaje posterior, por otro lado, el objeto de aprendizaje puede ser una habilidad, un concepto o un problema (Biggs, 1988).

Para Gómez (2017), la taxonomía SOLO tiene los siguientes niveles de comprensión.

Tabla 3. Niveles de Comprensión Taxonomía SOLO.

Aprendizaje superficial	Prestructural	Las respuestas que proporcionan los alumnos ante una determinada tarea son erróneas o inexistentes
	Uniestructural	El resultado del alumno, pese a poder ser cierto, sólo se centra en un determinado aspecto que, por otro lado, no tiene por qué ser relevante.
	Multiestructural	En este caso el alumno es capaz de enumerar una serie de aspectos correctos, pero no va más allá.
Aprendizaje Profundo	Relacional	El alumno no sólo identifica varios aspectos correctos, sino que también es capaz de relacionarlos entre sí.
	Abstracto ampliado	Es el nivel más complejo, aquí el alumno cumple con los anteriores criterios y, además, es capaz de ir más allá de lo preguntado para poder relacionarlo con otros sistemas ajenos a la tarea en sí pero que, de algún modo, enriquecen los resultados.

Fuente: Gómez, 2017

Según Entwistle (1988), sólo los dos últimos niveles, relacional y abstracto ampliado, van más allá de la descripción hasta el punto de demostrar que el educando ha comprendido. También señala que las respuestas clasificadas en estos dos niveles evidencian un enfoque profundo del estudiante para abordar la tarea. Si las respuestas están por debajo del nivel relacional, el enfoque sería superficial.

5.6 Problemática ambiental río Fucha

El río Fucha nace en los cerros orientales, los cuales tiene una altura de 3575 msnm, con el nombre de río San Cristóbal y drena todo el sector central, parte del sur oriente y la zona industrial de occidente antes de desembocar en el río Bogotá,

al sur de Fontibón con una altura de 2625 msnm (Londoño, 2014). Este río se subdivide en tres sectores, cuenca alta la cual corresponde a la parte montañosa, cuenca media que inicia a la entrada del río al perímetro urbano de la ciudad de Bogotá hasta la avenida Boyacá y la cuenca baja desde la avenida Boyacá hasta su desembocadura en el Río Bogotá. (CSHB, 2008).

Las aguas de este río presentan un alto nivel de contaminación debido a las descargas directas de los interceptores de aguas negras. Ramírez y Tovar (2014) afirman que durante su recorrido hasta el río Bogotá, atraviesan sectores de alta concentración residencial y de actividad industrial. Sumado a esto, los habitantes de las zonas aledañas y muchas de las empresas vierten sus residuos líquidos, e incluso sólidos, a su caudal, como se puede evidenciar en la figura 3. Por tanto, entre los factores de deterioro de la calidad del agua se identifican los vertimientos de aguas residuales domésticas e industriales.

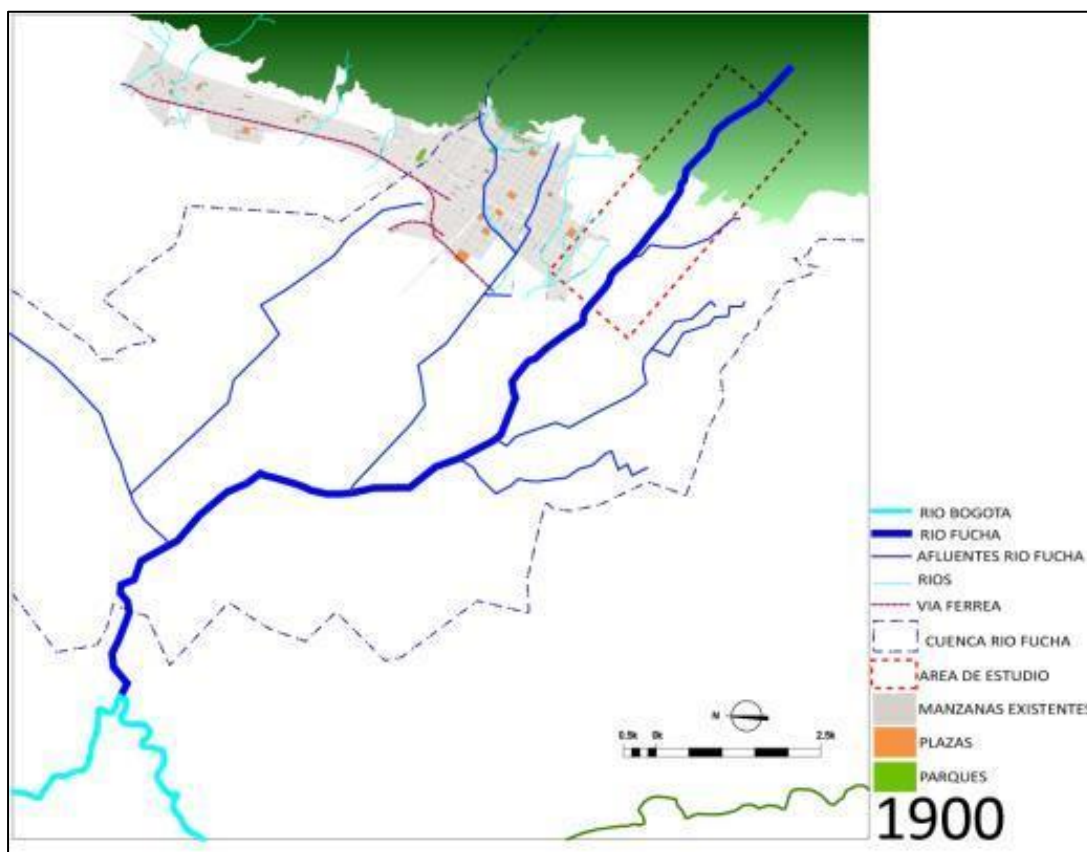


Figura 3. Plano del recorrido del río Fucha

Fuente: Londoño, 2014

En consecuencia, estudios muestran que el río Fucha presenta elevadas concentraciones de zinc en la mayoría de sus cuencas. Las concentraciones de zinc presentan un comportamiento ascendente a medida que el cauce del río aumenta; de esta manera, la zona más contaminada vendría siendo la cuenca baja, se debe tener en cuenta que esta cuenca se divide en cuatro, las dos primeras se ubican en la localidad de Kennedy y la segunda queda ubicada en la localidad de Fontibón, por lo cual en Zona de la localidad de Fontibón en zona Franca (2,7 mg/L) y Fucha Alameda (4,5 mg/L) respecto a los criterios de vida acuática (0,1 mg/L) y agua potable (4 mg/L). La carga de metales pesados es originada en un 86.1% por zinc, lo cual se asocia al sector productivo de los procesos de galvanizado en caliente y zincado de piezas metálicas (Rodríguez et al., 2014).

5.7 Los metales pesados

Dentro de los efluentes líquidos industriales, uno de los contaminantes que afectan más al medio ambiente son los metales pesados. Éstos están considerados como uno de los grupos más peligrosos debido a su baja biodegradabilidad, su alta toxicidad a bajas concentraciones y su capacidad para acumularse en diferentes organismos (Villanueva, 2007).

Según la tabla periódica, es un elemento químico con alta densidad (mayor a 4 g/cm³), masa y peso atómico por encima de 20, y son tóxicos en concentraciones bajas. Algunos de estos elementos son: aluminio (Al), bario (Ba), berilio (Be), cobalto (Co), cobre (Cu), estaño (Sn), hierro (Fe), manganeso (Mn), cadmio (Cd), mercurio (Hg), plomo (Pb), arsénico (As), cromo (Cr), molibdeno (Mo), níquel (Ni), plata (Ag), selenio (Se), talio (Tl), vanadio (Va), oro (Au) y zinc (Zn) (Gutiérrez, Vargas y Pedreguera, 2013). Entre ellos, hay elementos traza, o elementos necesarios para el crecimiento, desarrollo y funcionamiento adecuados de los organismos vivos (por ejemplo, cobre, zinc, cromo, hierro) y aquellos que son innecesarios para ellos (incluidos el cadmio, el plomo y el mercurio).

Las principales fuentes antropogénicas de metales pesados provienen de los procesos industriales, minería, fundiciones, combustión de combustibles fósiles y

gasolina e incineradores de desechos (Torun Berg, 2010). La presencia de metales pesados en corrientes acuosas, aire, suelo y alimentos se ha convertido en un problema debido a sus efectos nocivos en la salud humana, incluso a baja concentración en el medio ambiente, los contaminantes de metales pesados en las aguas residuales son uno de los problemas que enfrentan los seres humanos. El metal pesado puede ser tóxico para la vida cuando tales flujos de desechos que contienen metales no son suficientemente tratados antes de la descarga, encuentran su camino hacia el medio ambiente y posteriormente a la cadena alimentaria causando una contaminación masiva. Según la OMS los metales de gran impacto y mayor interés internacional son el aluminio, el cromo, el manganeso, el hierro, el cobalto, el cobre, el zinc, el cadmio, el mercurio y el plomo (Appenroth, 2010).

5.7.1 El zinc

El zinc se encuentra ampliamente distribuido en la naturaleza y constituye aproximadamente un 0,02 % de la corteza terrestre. Adopta la forma de sulfuro (esfalerita), carbonato, óxido o silicato (calamina) de zinc, combinado con muchos minerales. La esfalerita, el principal mineral de zinc y fuente de al menos el 90% del zinc metálico, contiene hierro y cadmio como impurezas. Casi siempre aparece acompañado de galena, el sulfuro de plomo, y ocasionalmente se encuentra asociado con minerales que contienen cobre u otros sulfuros metálicos básicos (Nordeberg, 2001).

5.7.2 Aplicaciones industriales del Zn (II)

La principal aplicación del zinc es el galvanizado del acero para protegerlo de la corrosión, también es utilizado en la industria aeroespacial para misiles y cápsulas espaciales y baterías zinc-aire, en la fabricación de pinturas al óleo, para fabricar el color blanco de zinc, por otro lado, se utiliza en la industria automovilística en talleres de mecánica y empresas de galvanización, también es muy utilizado para desarrollar tecnologías que ayuden a los procesos de tratamientos de aguas de estos sectores industriales (Gutiérrez, Vargas y Pedreguera, 2013). No obstante, los residuos de estas industrias son descargados al sistema de alcantarillado sin

mayor tratamiento, parte de los insumos químicos manejados durante los procesos y residuos sólidos van a parar a los ríos.

5.7.3 El galvanizado

El proceso de galvanizado es una técnica que se usa para proteger el acero de la corrosión desde hace más de 250 años. La corrosión la causa una tendencia inherente de los metales cuando son sometidos al aire y a la humedad, que tienden a volver a un estado mineral. Lo hacen a través de una reacción química o electroquímica con el medio ambiente (Prieto, 2018).

5.7.4 Galvanizado en caliente

El galvanizado en caliente es un proceso de recubrimiento que se aplica por inmersión de la pieza de acero en el zinc fundido o en sus aleaciones, ya sea en forma continua o en un proceso por lotes. El proceso de galvanizado por inmersión en caliente es uno de los métodos más utilizados para la protección del acero contra la corrosión, estos recubrimientos tienen muy buena adherencia al metal base debido a la formación del enlace metálico entre el metal base y el zinc (Prieto, 2018).

En el proceso las piezas de acero deben pasar por la etapa de preparación de la superficie, sumergiéndose en un baño de zinc fundido a una temperatura de 450 a 460°C y con una pureza mínima de zinc al 98%. Las piezas de acero son descendidas con un ángulo que permita que el aire escape de las formas tubulares o compartimientos que están incluidos en el diseño de las piezas fabricadas. Este proceso dura aproximadamente de 5 a 7 minutos, dependiendo del tamaño de los artículos, el acero alcanza la temperatura del baño de zinc y la reacción metalúrgica es completada (Hernández J. D., 2018).

En este proceso las plantas de galvanizado en caliente por inmersión producen una gran diversidad de material residual. En particular, durante la etapa de formación del recubrimiento anticorrosivo, se generan tres clases diferentes de residuos sólidos ricos en zinc: matas, escorias y polvos (Delvasto *et al.*, 2012). Estos

residuos sólidos del proceso de galvanizado poseen una fracción metálica aprovechable que generalmente, es reciclada por los proveedores del zinc primario, sin embargo, poco se sabe acerca del destino que se da a las fracciones no metálicas contenidas en estos materiales. Dichas fracciones, no directamente aprovechables, presentan contenidos muy elevados en metales pesados, los cuales pueden generar un impacto negativo sobre los ecosistemas, si no están dispuestos de manera segura (Escudero, 2009).

5.8 Fenómenos de adsorción

A continuación, se nombran los conceptos que involucran la parte disciplinar de este trabajo de investigación:

5.8.1 Físicoquímica de las superficies

Para Yapu W (2008), la fisicoquímica de las superficies es una ciencia que estudia los fenómenos físicos y químicos que ocurren en las interfaces, es decir, en la superficie que delimita dos fases. Geométricamente podemos decir que la superficie es el conjunto de puntos que delimitan un cuerpo. Desde el punto de vista físico estos puntos constituyen los átomos que delimitan el cuerpo. Estos átomos interactúan con los que conforman la superficie de la otra fase adyacente.

Por lo anterior, estas, son generalmente clasificadas según el estado de agregación de las fases que componen el sistema, es decir existen interfaces líquido-vapor, líquido-líquido, líquido-sólido, sólido-gas y sólido-sólido, como lo muestra el Figura 3.

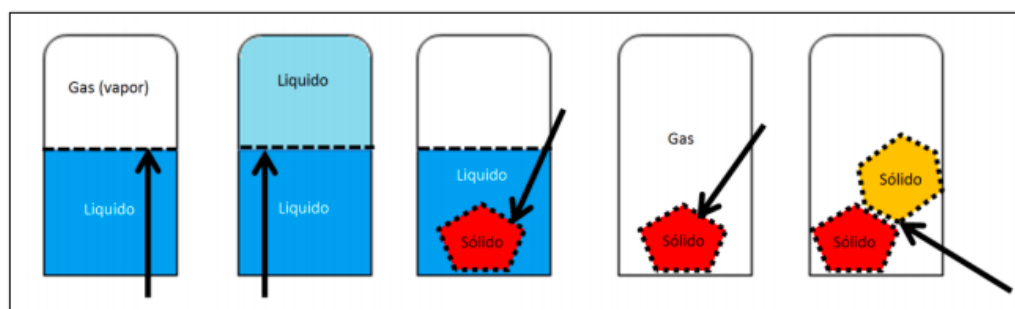


Figura 4. Interfaces comunes de los sistemas fisicoquímicos heterogéneos

Fuente: Gómez y Herrera, 2014

5.7.2 Adsorción

La adsorción es una operación de separación en la que se busca la separación de un componente (adsorbible) disuelto en una corriente, gas o líquida, por retención sobre un sólido (adsorbente). En el momento en el que el soluto pasa a estar retenido sobre la superficie del adsorbente se denomina adsorbato. La adsorción es, por tanto, un fenómeno superficial que implica el aumento de la concentración de un determinado compuesto sobre la superficie de un sólido (Mestanza, 2012). Por otra parte, la IUPAC (2006), define la adsorción como el enriquecimiento (adsorción positiva) o vaciamiento (adsorción negativa) de uno o más componentes en una interfase. Por lo anterior, es una técnica ampliamente utilizado en todos los tipos de tratamiento de agua. Según Tubert y Talanquer (1997), es un fenómeno que tiene gran importancia, debido a sus aplicaciones múltiples en la industria química y en el laboratorio en particular, resulta fundamental en procesos químicos que son acelerados por la presencia de catalizadores cuyo estado de agregación es distinto al de los reactivos.

5.7.3 Tipos de Adsorción

En el fenómeno de adsorción participan fuerzas que existen en la superficie del sólido y el adsorbato, generando lo que Mestanza (2012), denominó fuerza atractiva neta, según la naturaleza de esta fuerza se tienen dos tipos de procesos de adsorción:

5.7.3.1 Adsorción Física o Fisorción

Ocurre cuando un átomo o molécula se adsorbe a una superficie sin la formación de un enlace químico, esta interacción es generalmente el resultado de una interacción de Van der Waals entre el adsorbato y el adsorbente. Debido a las fuerzas de Van der Waals débiles, la adsorción física a una superficie es un proceso

reversible. Además, como el número de moléculas adsorbidas no está limitado por el número de sitios disponibles para la formación de enlaces químicos adsorbato-adsorbente, los procesos de adsorción física conservan el potencial de cobertura multicapa, que es la formación de varias capas de moléculas de adsorbato en la superficie (Forrest, 2012).

5.7.3.2 Adsorción Química o Quimisorción

La adsorción química, llamada quimisorción, ocurre cuando una molécula o átomo se adsorbe a una superficie formando un enlace químico. Este proceso puede implicar la formación de varios enlaces en los que el adsorbato interactúa con múltiples átomos o moléculas del adsorbente. La quimisorción solo puede implicar la formación de un único enlace adsorbente-adsorbente. Dado que la quimisorción requiere la formación de enlaces entre el adsorbato y el adsorbente, el número de sitios en los que puede ocurrir la adsorción es limitado. Por esta razón, la quimisorción se limita a la cobertura de monocapa (Forrest, 2012).

5.8 Bioadsorción

Al pasar el tiempo, las personas se han convertido más sedentarias, lo que ha causado un arraigamiento de la tierra como territorio, a partir de esto se evidencia ciertos asentamientos, como ciudades, municipios y países, es ahí donde inicia uno de los problemas fundamentales de la contaminación de las fuentes hídricas por desechos de las industrias del galvanizado, productos químicos con metales pesados, desechos de la producción de cueros, todos estos terminan en los ríos produciendo efectos nocivos en el medio ambiente, en la salud de personas y animales.

Para la descontaminación de aguas industriales por metales pesados existen mecanismos tradicionales que consisten en la utilización de procedimientos y materiales sumamente costosos, además consumen una gran cantidad de energía produciendo grandes lodos residuales con altas concentraciones de metales

pesados. La bioadsorción, surge como una alternativa que llama la atención en la remoción de iones de metales pesados en los efluentes industriales, ya que, es una tecnología que permite no solo removerlos, si no también, darle un tratamiento a los desechos agrícolas que antes no tenían ninguna utilidad, además, estos materiales bioadsorbentes son de bajo costo y fácil adquisición, considerándose un método sostenible con el ambiente (Fiorentin, *et al.*, 2010).

Para Cabrera (2017) la bioadsorción es un proceso por el cual un contaminante sólido presente en el agua, suelo o aire es atraído a la superficie o estructura de un elemento sólido orgánico denominado como bioadsorbentes mientras que, para Sala, García, Gonzáles, Fascaroli y Bellú (2010), la bioadsorción es un término que describe la eliminación de metales pesados por la unión pasiva a una biomasa a partir de soluciones acuosas.

6 METODOLOGÍA

6.1 Diseño metodológico de la investigación

El presente trabajo, se enmarca en un enfoque investigativo mixto, el cual como lo indica Hernández, Fernández y Baptista (2010) implica la recolección, análisis e interpretación de datos cualitativos y cuantitativos. Además, se caracteriza porque favorece una perspectiva amplia y profunda del fenómeno que se estudia permitiendo plantear problemas con claridad y formular objetivos apropiados para el estudio junto a una conceptualización teórica justa al fenómeno que se investiga (Ortega, 2018).

Por otra parte, este método representa un proceso sistemático, empírico y crítico de la investigación, en donde la visión objetiva de la investigación cuantitativa y la visión subjetiva de la investigación cualitativa pueden fusionarse para dar respuesta a problemas humanos (Sampieri, 2018).

6.2 Fases de la investigación

Teniendo en cuenta lo mencionado, el trabajo investigativo se llevó a cabo con los estudiantes del Énfasis de Tecnologías limpias del programa de Licenciatura en Química, se desarrolló en tres fases: pronóstico, proceso y producto, bajo una

concepción curricular constructivista bajo el modelo de las 3P de enseñanza y aprendizaje (1993): en la fase pronóstico se planteó la identificación de los estilos de aprendizaje y los niveles iniciales de comprensión de los estudiantes frente a los fenómenos de adsorción; en la fase proceso, se diseña y se aplica una secuencia didáctica multiestilo a partir de la problemática ambiental del río Fucha “contaminación del agua por Zn (II) por desechos de la industria del galvanizado”; en la fase producto se realizó la recolección y organización de datos, el análisis de los resultados y se determinó la incidencia de la secuencia didáctica multiestilo para la adquisición del aprendizaje profundo de los fenómenos de adsorción.

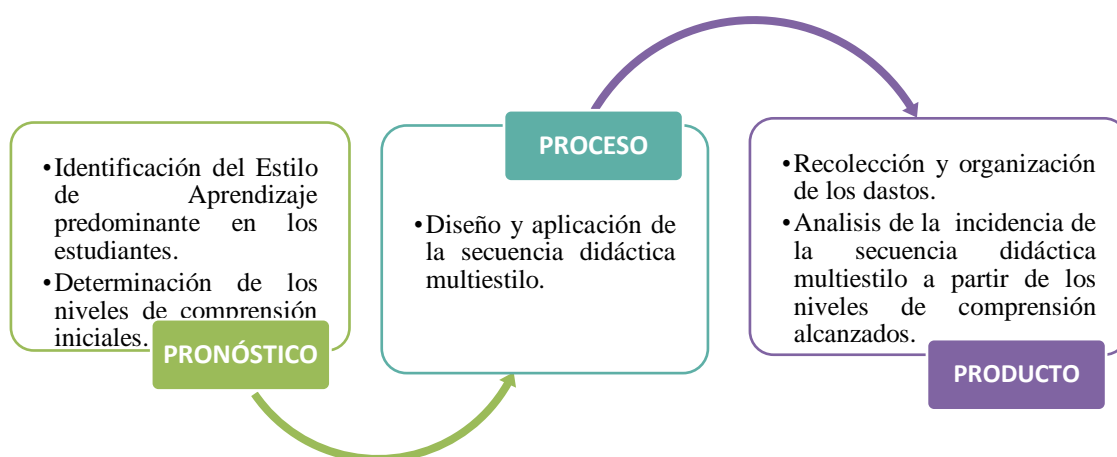


Figura 5. Fases de la investigación.

6.2.1 Fase 1: Pronostico

En esta fase se identificaron los estilos de aprendizaje y los niveles de comprensión iniciales de los estudiantes. Para identificar los estilos de aprendizaje se utilizó el cuestionario CHAEA (Anexo 1) este instrumento fue desarrollado en la Universidad Complutense de Madrid por Catalina Alonso y Peter Honey, consta de ochenta (80) preguntas donde se indaga en aspectos particulares de la forma como aprenden los estudiantes. Además, se realizó una retroalimentación de los resultados mediante una ficha de caracterización del estilo de aprendizaje para cada uno de los estudiantes. (Anexo 2)

Por otro lado, la determinación de los niveles de comprensión se realizó a partir del modelo propuestos por Biggs & Collis, (1982) mediante un test inicial (Anexo 3) sobre el concepto de adsorción mediante un análisis a priori de los conceptos implícitos en los fenómenos de adsorción: adsorbato y adsorbente; absorción; tipos de adsorción (fisisorción y quimisorción).

6.2.2 Fase 2: Proceso

A partir de la recolección de la información de la fase pronóstico, se diseñó y aplicó una secuencia didáctica titulada: Secuencia didáctica Multiestilo (Anexo 6), enfocada hacia los estilos de aprendizaje activo y teórico teniendo en cuenta las características de los estilos reflexivo y pragmático. La secuencia didáctica multiestilo tuvo como objetivo potencializar el aprendizaje profundo de los fenómenos de adsorción de los estudiantes del Énfasis de Tecnologías limpias del programa de Licenciatura en Química de la Universidad Pedagógica Nacional a través de la problemática ambiental del río Fucha en función de los estilos de aprendizaje.

En la tabla 4 se evidencia las actividades, el método didáctico, el estilo de aprendizaje a incentivar en el estudiante y sus correspondientes objetivos. La secuencia didáctica multiestilo comprendió un ejercicio de indagación y 6 actividades, donde se abordó la presentación de la problemática ambiental por medio de una galería fotográfica “un recorrido por el río Fucha”; argumentación de soluciones frente a la problemática ambiental la formulación de hipótesis mediante un juego de roles; las afecciones causadas por las altas concentraciones de zinc (II) en el cuerpo humano mediante un caso clínico; la ausencia, suficiencia y exceso de zinc (II) en las plantas; movilización de los metales pesados por acción del agua y del viento, por último como actividad de cierre se diseñó una página web sobre los fenómeno de adsorción donde se relacionaron los conceptos implícitos en los fenómeno de adsorción y la problemática ambiental (Anexo 7).

Tabla 4. *Actividades, metodología, estilo de aprendizaje y objetivos.*

	Actividad	Método didáctico	Estilo de Aprendizaje	Objetivo Estilos De Aprendizaje	Objetivo Aprendizaje profundo
Presentación de la problemática	Galería fotográfica, un recorrido por el río Fucha nacimiento, trayectoria y problemática ambiental.	Galería fotográfica	Activo	Generar una experiencia en el estudiante a través de un recorrido fotográfico que permita el reconocimiento y la apropiación del territorio del río Fucha.	Desarrollar pensamiento creativo.
Identificación de la problemática	Un actor en la problemática ambiental del río Fucha.	Juego de roles	Activo Teórico	Argumentar soluciones frente a la problemática ambiental río Fucha desde el rol asignado a partir de una experiencia motivacional.	Desarrollar pensamientos creativo y crítico
Implicaciones ambientales	Afecciones causadas por altas concentraciones de zinc en el cuerpo humano	Caso Clínico	Reflexivo	Reflexionar sobre las afecciones causadas por la inhalación de humos de óxidos de zinc.	Desarrollar pensamiento metacognitivo
	Ausencia, suficiencia y exceso de zinc en las plantas.	Control de lectura y simulación de casos	Teórico	Analizar e identificar una planta con exceso, suficiencia y deficiencia de Zn (II).	Desarrollar pensamiento crítico
	Movilización natural de los metales	Descripción de Imágenes	Pragmático	Describir la movilización natural de los	Desarrollar pensamiento creativo.

	pesados por acción del agua y el viento.			metales pesados por acción del agua y el viento.	
Relación de conceptos con la problemática	Fenómenos de adsorción.	Página web	Multiestilo	Relacionar los conceptos implícitos en los fenómenos de adsorción con la problemática ambiental del río Fucha.	Desarrollar pensamiento crítico, metacognitivo y creativo.

Fuente: Autores

6.2.3 Fase 3: Producto.

En esta fase se recolectaron y se organizaron los datos obtenidos de la aplicación de la secuencia didáctica multiestilo, posteriormente se realizó el análisis de los resultados, permitiendo verificar la incidencia de la secuencia didáctica frente a la adquisición de un aprendizaje profundo de los fenómenos de adsorción.

6.3 Población

Este trabajo se desarrolló en la Universidad Pedagógica Nacional, la cual es una institución de carácter público y su misión es formar educadores, siendo un ambiente propicio para realizar reflexiones en torno a una situación problema. La investigación se desarrolla en la facultad de Ciencia y Tecnología quienes tienen el objetivo de formar profesores en las áreas de física, biología, química, matemáticas y tecnología, constituyendo así cada uno de los respectivos departamentos, los cuales cuentan con una estructura administrativa y cuerpo docente propio. La población objeto de estudio estuvo conformada por 21 estudiantes del programa de Licenciatura en Química de la Universidad Pedagógica Nacional, registrados en el énfasis disciplinar II de aguas y tecnologías limpias, asignatura que corresponde a un espacio académico del ciclo de profundización (noveno y décimo) semestre.

7 RESULTADOS

7.1 Estilos de aprendizaje

Los resultados están estructurados en tres partes, la primera corresponde a los resultados de la aplicación del cuestionario CHAEA a los estudiantes; la segunda a una identificación por estilo de aprendizaje y la tercera a un análisis general de los resultados del cuestionario CHAEA.

7.1.1 Aplicación del cuestionario CHAEA

Los estilos de aprendizaje se identificaron empleando el cuestionario CHAEA a 21 estudiantes, los resultados obtenidos se analizaron mediante un esquema de interpretación denominado baremo (basado en la experiencia de los test de inteligencia) para facilitar el significado de cada una de las puntuaciones, propuestas por Alonso, Gallego y Honey (1997).

Tabla 5. *Baremo de interpretación de los resultados del cuestionario CHAEA.*

Estilo de Aprendizaje	Preferencia muy baja.	Preferencia baja.	Preferencia moderada.	Preferencia alta.	Preferencia muy alta.
Activo	0-6	7-8	9-11	12-14	15-20
Reflexivo	0-10	11-13	14-16	17-19	20

Teórico	0-6	7-9	10-13	14-15	16-20
Pragmático	0-8	9-10	11-13	14-15	16-20

Fuente: Alonso, Gallego y Honey, 1997

Los datos recolectados de los estudiantes se tabulan, sistematizan y resumen en la tabla 6, para su entendimiento se presenta en columnas así: la primera columna hace referencia al código propuesto por los investigadores, la siguiente columna muestra el resultado del número de respuestas seleccionadas para el estilo activo, posteriormente, se presenta el grado de preferencia de acuerdo al baremo establecido en la tabla 5 y las siguientes columnas tienen la misma secuencia para cada estilo de aprendizaje; es importante aclarar que un resultado idéntico obtenido para un estilo u otro no significa lo mismo, por ejemplo, una puntuación de 17 indicaría una preferencia muy alta para el estilo activo, mientras que para el reflexivo corresponde a una preferencia alta, por lo tanto, para hacer una correcta interpretación se debe tener en cuenta el baremo en la tabla 5. Finalmente se presenta el consolidado indicando el estilo preferido por el estudiante.

Tabla 6. Resultados de la aplicación del cuestionario CHAEA.

Est	Activo	Baremo	Reflexivo	Baremo	Teórico	Baremo	Pragmático	Baremo	Estilo Preferido
1	16	Muy alta	16	Mode rada	13	Mode rada	13	Mode rada	Activo
2	12	Alta	13	Baja	9	Baja	11	Mode rada	Activo
3	15	Muy alta	13	Baja	15	Alta	11	Mode rada	Activo
4	9	Mode rada	18	Alta	17	Muy alta	13	Mode rada	Teórico
5	9	Mode rada	15	Mode rada	19	Muy alta	7	Muy baja	Teórico
6	5	Muy baja	18	Alta	16	Muy alta	13	Mode rada	Teórico
7	12	Alta	16	Mode rada	17	Muy alta	13	Mode rada	Teórico
8	8	Baja	19	Alto	18	Muy alta	15	Alta	Teórico
9	3	Muy baja	16	Mode rada	18	Muy alta	9	Baja	Teórico
10	12	Alta	18	Alta	17	Muy alta	14	Alta	Teórico
11	12	Alta	11	Baja	11	Mode rada	16	Muy alta	Pragmático
12	11	Mode rada	16	Mode rada	7	Baja	16	Muy alta	Pragmático
13	12	Alta	13	Baja	15	Alta	12	Mode rada	Multiestilo

14	12	Alta	17	Alta	12	Mode rada	7	Muy baja	Multiestilo
15	12	Alta	16	Mode rada	14	Alta	14	Alta	Multiestilo
16	5	Muy baja	12	Baja	13	Mode rada	12	Mode rada	Multiestilo
17	11	Mode rada	16	Mode rada	16	Muy alta	18	Muy alta	Multiestilo
18	12	Alta	19	Alta	17	Muy alta	16	Muy alta	Multiestilo
19	11	Mode rada	17	Alta	14	Alta	12	Mode rada	Multiestilo
20	15	Muy alta	16	Mode rada	15	Alta	16	Muy alta	Multiestilo
21	11	Mode rada.	16	Mode rada	14	Alta	14	Alta	Multiestilo

Fuente: autores

Lo anteriormente expuesto en la tabla 6, se organiza por grupos de estudiantes según su estilo de aprendizaje, lo cual facilita el análisis de los resultados individuales y las tendencias grupales. Los resultados muestran que la mayoría de los estudiantes tienen más de un estilo de preferencia; en consecuencia y según lo planteado por Rodríguez (2017), se tendrá en cuenta una nueva categoría denominada multiestilo la cual “se caracterizan por contar con aspectos mixtos de los diferentes estilos de aprendizaje sin que alguna de ellas predomine sobre las otras” (Rodríguez, 2017, p.118)

7.2 Análisis descriptivo para cada estilo de Aprendizaje

7.2.1 Estilo activo

Los resultados del cuestionario muestran que tres estudiantes tienen preferencia muy alta por el estilo activo, ocho estudiantes preferencia alta, seis estudiantes preferencia moderada, un estudiante preferencia baja y tres estudiantes preferencia muy baja como se observa en la figura 5. Solamente tres estudiantes tienen definido su estilo de aprendizaje activo: un estudiante con preferencia alta y dos estudiantes con preferencia muy alta. De los estudiantes categorizados con preferencia muy alta, uno se categorizó como multiestilo.

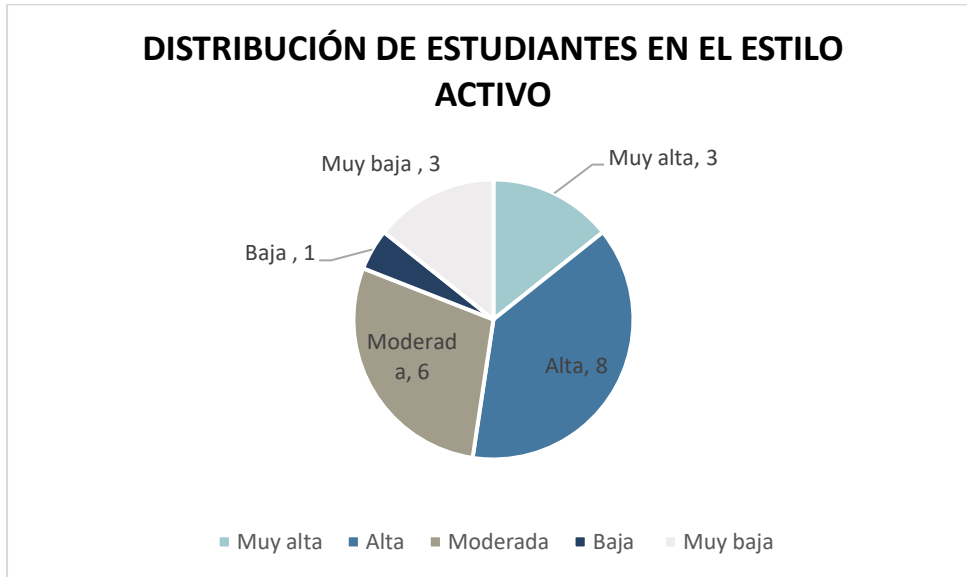


Figura 6. Frecuencia Estilo Activo

7.2.2 Estilo reflexivo

Ningún estudiante se categorizó dentro del estilo reflexivo, sin embargo, siete estudiantes presentan preferencia alta, nueve estudiantes presentan preferencia moderada y cinco estudiantes preferencia baja como se observa en la figura 6.

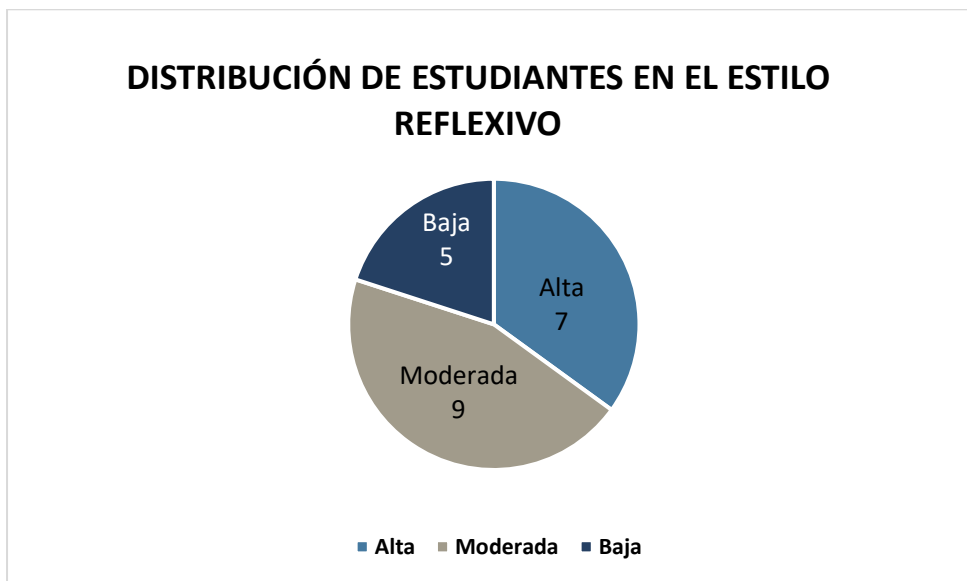


Figura 7. Frecuencia Estilo Reflexivo

7.2.3 Estilo teórico.

Nueve estudiantes se categorizaron en preferencia muy alta, seis estudiantes en preferencia alta, cuatro estudiantes en preferencia moderada y dos estudiantes en preferencia baja como se evidencia en la figura 7. Así mismo, de los estudiantes categorizados en preferencia muy alta, dos estudiantes se categorizaron como multiestilo, por tanto, solamente siete estudiantes tienen definido su estilo de aprendizaje teórico.

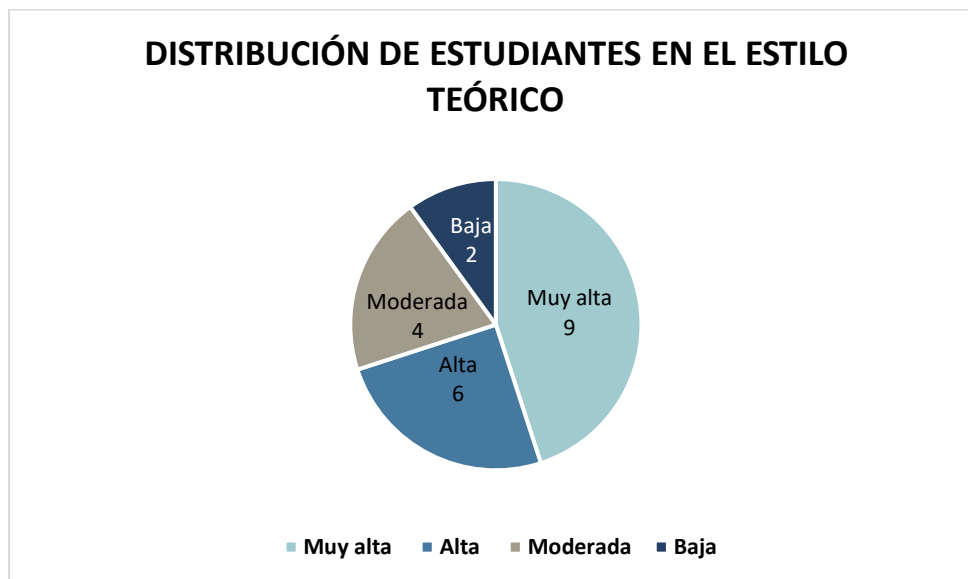


Figura 8. Frecuencia estilo teórico

7.2.4 Estilo pragmático.

Cinco estudiantes tienen preferencia muy alta para el estilo de aprendizaje pragmático, considerando que solamente dos estudiantes tienen definido el estilo de aprendizaje, los demás con preferencia muy alta se categorizaron como multiestilo. Por otra parte, cuatro estudiantes se clasificaron en preferencia alta, nueve en preferencia moderada, uno en preferencia baja y dos en preferencia muy baja como se observa en la figura 8.

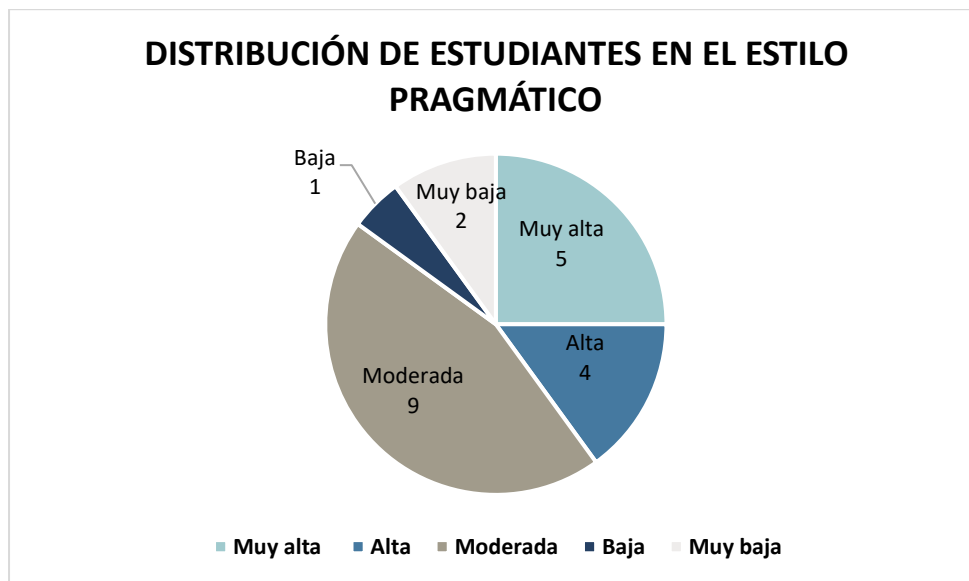


Figura 9. Frecuencia Estilo Pragmático.

7.2.5 Estilo Multiestilo

Para categorizar a los estudiantes multiestilo, se consideró el siguiente criterio: Si un estudiante presenta dos o más estilos de aprendizaje con el mismo baremo se categorizará como multiestilo presentando características mixtas de estilos de aprendizaje.

En contraste con lo anterior, los resultados del cuestionario CHAEA muestran que nueve estudiantes se categorizaron como “multiestilo” estas combinaciones indican la variedad de perfiles de aprendizajes en la población objeto de estudio. Es importante resaltar, que un resultado idéntico obtenido para un estilo no significa lo mismo para otro estilo de aprendizaje. Cabe indicar que esto se presenta en el estudiante 14 con una puntuación de 12 para el estilo activo indicando una preferencia alta, mientras que una puntuación 12 para el estilo reflexivo corresponde a una preferencia moderada.

Esta tendencia ha sido reportada por otros investigadores, quienes los definieron como individuos con características mixtas en sus preferencias de aprendizaje (Rodríguez, 2017; Rodríguez, Aguirre, Granados, y Valdez, 2010).

Tabla 7. Perfil de aprendizaje general, estudiantes con estilo de aprendizaje multiestilo.

Est	Activo	Bare mo	Reflexivo	Bare mo	Teórico	Bare mo	Pragmático	Bare mo	Estilo Preferido
13	12	Alta	13	Baja	15	Alta	12	Mode rada	Multiestilo
14	12	Alta	17	Alta	12	Mode rada	7	Muy Baja	Multiestilo
15	12	Alta	16	Mode rada	14	Alta	14	Alta	Multiestilo
16	5	Muy baja	12	Baja	13	Mode rada	12	Mode rada	Multiestilo
17	11	Mode rado	16	Mode rada	16	Muy Alta	18	Muy Alta	Multiestilo
18	12	Alta	19	Alta	17	Muy Alta	16	Muy Alta	Multiestilo
19	11	Mode rada	17	Alta	14	Alta	12	Mode rada	Multiestilo
20	15	Muy alta	16	Mode rada	15	Alta	16	Muy Alta	Multiestilo
21	11	Mode rada	16	Mode rada	14	Alta	14	Alta	Multiestilo
Mo	11(3) 12(4)	Alta	16	Mode rada	14	Alta	12	Mode rada	Multiestilo

Fuente: autores

Tabla 8. Consolidación de moda estadística por estilo de aprendizaje para estudiantes multiestilo.

Estadístico	Estilos De Aprendizaje			
	Activo.	Reflexivo.	Teórico.	Pragmático.
Moda	11(3) 12(4)	16	14	12

Fuente: Autores

En relación con lo anterior, y con el propósito de identificar el perfil de aprendizaje, se determinó la moda estadística para cada estilo de aprendizaje para definir una tendencia sin desconocer las características individuales de cada estudiante. Los

resultados arrojados muestran una categoría alta para los estilos activo y teórico y categoría moderada para los estilos reflexivo y pragmático ver figura 9.

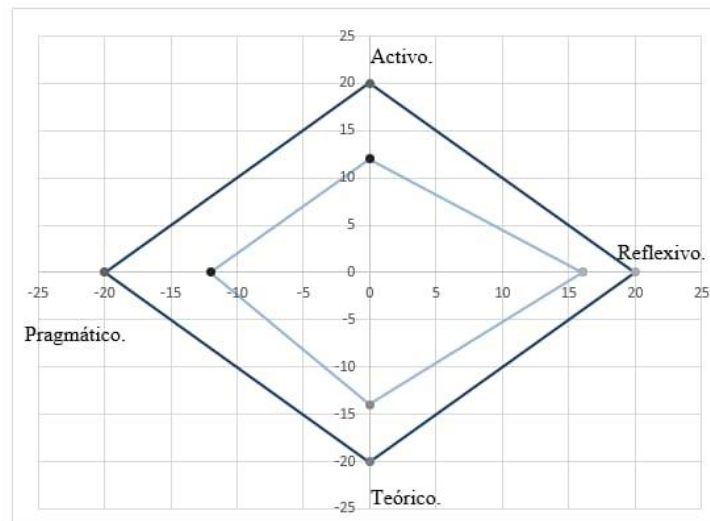


Figura 10. Perfil de Aprendizaje para los Estudiantes Multiestilo

Fuente: autores

Desde esta perspectiva se puede afirmar que la mayoría de los estudiantes se vinculan fácilmente a nuevas experiencias, discuten, aplican conocimientos, prueban las cosas para determinar su funcionamiento y trabajan en grupo, (Guanipa y Mogollón, 2006); por otra parte, integran observaciones dentro de teorías lógicas, enfocando los problemas de forma vertical, escalonada, por etapas lógicas, tienden a ser perfeccionistas, analizan y sintetizan (Capella y Coloma, 2003).

La propuesta de incluir la categoría multiestilo pretende aportar una visión más amplia del concepto de estilos de aprendizaje, dado que las personas no solamente cuentan con un estilo de aprendizaje a su vez, pueden presentar características mixtas de diferentes estilos de aprendizaje, solamente que en muchas ocasiones prevalecen unas que otras, sin embargo están ligadas fuertemente a características individuales, que incluyen actitudes y comportamientos, de la persona que afronta el ejercicio de aprender (Rodríguez, 2017). De modo que, es indispensable señalar que estas características son modificables en sí mismas y por la influencia que

puede tener el entorno, (Alonso et al., 2012). Por ejemplo, el trabajo individual y el trabajo en equipo refieren impactos diferenciados en la manera que se ejerce su influencia sobre lo que se aprende y como se aprende (Madrigal, 2016, p.65)

7.3 Análisis general del cuestionario CHAEA

A partir de la aplicación del cuestionario CHAEA se identifica que el 43% de la población cuenta con características multiestilo, el 33% es teórico, 10 % pragmático, 14 % activo y no presentamos estudiantes con estilo reflexivo. La población objeto de estudio presenta preferencia por el estilo multiestilo es decir que presenta características mixtas de otros estilos de aprendizaje, por tanto, los estudiantes con características multiestilo se pueden acomodar a cualquier tipo de actividad académica planteada, en la Figura 10 se presenta esta distribución porcentual que caracteriza la muestra poblacional objeto de estudio.

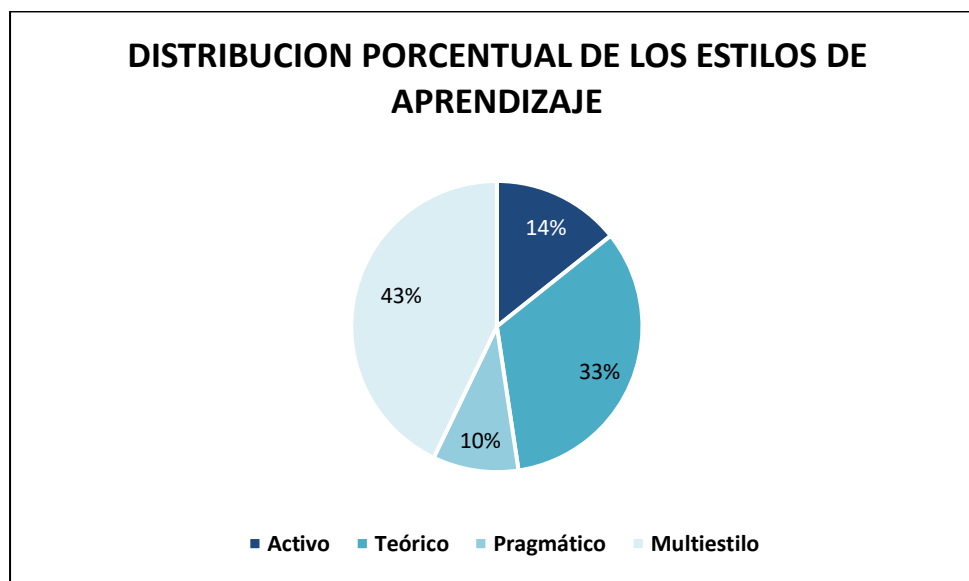


Figura 11. Distribución porcentual de los Estilos de Aprendizaje.

7.4 Niveles de comprensión pronóstico inicial

Se aplicó un test pronóstico con el objetivo de categorizar a los estudiantes según los niveles de comprensión iniciales sobre los conceptos implícitos en los

fenómenos de adsorción, del cual se realiza una sistematización (Anexo 3) y a continuación se presentan los resultados teniendo en cuenta los niveles de comprensión propuestos por Biggs & Collis, (1982).

Según Difabio (2010) afirma que la Taxonomía SOLO jerarquiza cinco niveles de complejidad estructural ascendente (preestructural, uniestructural, multiestructural, relacional y abstracto extendido) que esencialmente describen diferentes niveles en los cuales se selecciona, se procesa y se comunica la información, que van desde un nivel de insuficiencia donde el estudiante no ha alcanzado el modo de funcionamiento requerido al nivel experto en el que lo supera.

Los conceptos propuestos en el test exploratorio se organizaron de acuerdo con su complejidad estructural. Mediante un análisis a priori del tópico generativo de los fenómenos de adsorción, se identificaron los conceptos implícitos: adsorbato y adsorbente; tipos de adsorción (quimisorción, fisorción) y absorción.

Con base en la identificación de los conceptos implícitos del fenómeno de adsorción se definieron los siguientes niveles y criterios, lo cual se muestra en la tabla 9.

Tabla 9. Niveles de comprensión y criterios.

EA	NIVEL DE COMPRENSIÓN	CRITERIO
Aprendizaje Superficial	Preestructural (P)	Las respuestas que proporcionan los alumnos ante una determinada tarea son erróneas o inexistentes
	Nivel Uniestructural (U)	La definición del alumno, pese a poder ser cierta, sólo identifica un determinado aspecto que, por otro lado, no tiene que ver con el concepto. Respuestas con definiciones no coherentes mal estructuradas.
	Nivel Multiestructural (M)	En este caso el alumno describe una serie de aspectos correctos, pero no define el concepto. Respuestas con definiciones no estructuradas.

Aprendizaje profundo	Nivel Relacional (R)	El alumno no sólo identifica varios aspectos correctos, sino que también es capaz de relacionarlos entre sí. Respuestas con definiciones a partir del análisis y la integración de la información que ha obtenido en clase. La definición se organiza formando una estructura.
	Nivel Abstracto Extendido (Ae)	Es el nivel más complejo, en él, el alumno cumple con el criterio anterior y, además, es capaz de ir más allá de lo preguntado para poder relacionarlo con otros conceptos en sí, pero que, de algún modo, enriquecen la respuesta. Respuestas con definiciones que muestran coherencia y un nivel elevado de abstracción que puede ser inferido a partir de su conocimiento

Fuente: autores

Tabla 10. Niveles de comprensión iniciales de los estudiantes.

Código del Estudiante	Estilo De Aprendizaje	Preguntas				Niveles de comprensión moda mayor frecuencia
		P1	P2	P3	P4	
E1	Activo	M	U	R	U	Uniestructural
E2	Activo	Ae	Ae	M	U	Abstracto extendido
E3	Activo	R	R	U	M	Relacional
E4	Teórico	Ae	M	M	M	Multiestructural
E5	Teórico	Ae	M	R	M	Multiestructural
E6	Teórico	Ae	M	M	M	Multiestructural
E7	Teórico	Ae	M	U	M	Multiestructural
E8	Teórico	R	U	M	R	Relacional
E9	Teórico	Ae	M	R	M	Multiestructural
E10	Teórico	Ae	M	M	M	Multiestructural
E11	Pragmático	M	M	M	M	Multiestructural
E12	Pragmático	M	M	R	M	Multiestructural
E13	Multiestilo	Ae	Ae	Ae	M	Abstracto extendido

E14	Multiestilo	M	M	M	U	Multiestructural
E15	Multiestilo	Ae	M	R	M	Multiestructural
E16	Multiestilo	Ae	R	M	R	Relacional
E17	Multiestilo	Ae	Ae	Ae	U	Abstracto extendido
E18	Multiestilo	U	M	U	U	Uniestructural
E19	Multiestilo	U	M	M	M	Multiestructural
E20	Multiestilo	Ae	Ae	Ae	R	Abstracto extendido
E21	Multiestilo	Ae	M	M	M	Multiestructural

Fuente: autores

7.4.1 Análisis de los niveles de comprensión iniciales por preguntas

7.4.1.1 Pregunta 1. ¿Qué es adsorbato y adsorbente?

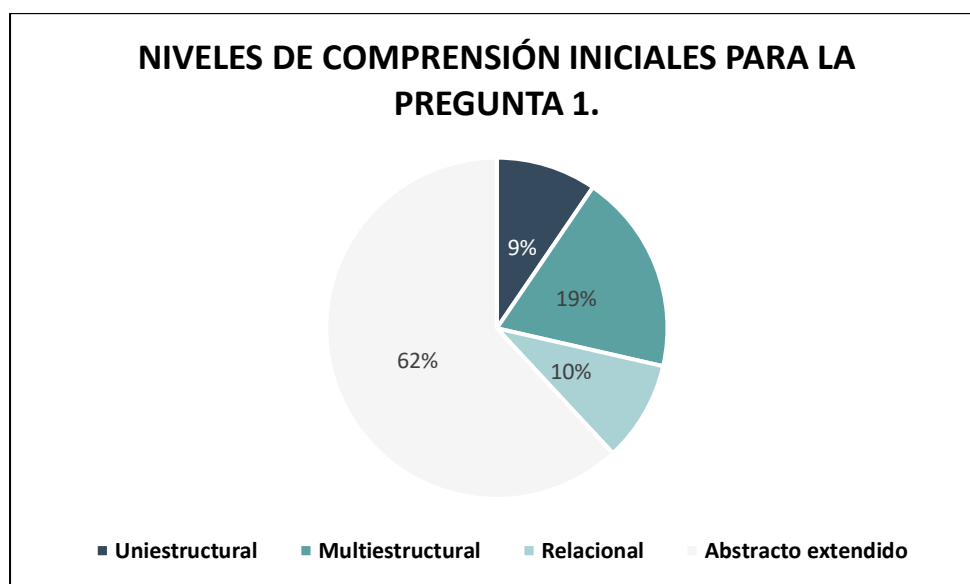


Figura 12. Niveles de comprensión iniciales para la pregunta 1.

Los resultados muestran que para esta pregunta el 62% de los estudiantes se encuentran en un nivel abstracto extendido, el 10% en un nivel relacional, el 19% en un nivel multiestructural y el 9% en un nivel uniestructural. Los estudiantes en el nivel abstracto extendido identifican, relacionan y reconceptualizan niveles mayores de abstracción respondiendo de manera coherente. Por otro lado, el 72 % (nivel relacional y abstracto extendido) de los estudiantes comprenden los conceptos de adsorbato y adsorbente; como lo corrobora la siguiente respuesta de un estudiante categorizado en el nivel abstracto extendido: E2 “Adsorbente es *un sólido poroso que posee sitios activos capaces de retener moléculas gaseosas o líquidas en una superficie y el adsorbato es el contaminante a retener en el adsorbente*”

7.4.1.2 Pregunta N 2. ¿Qué es adsorción?

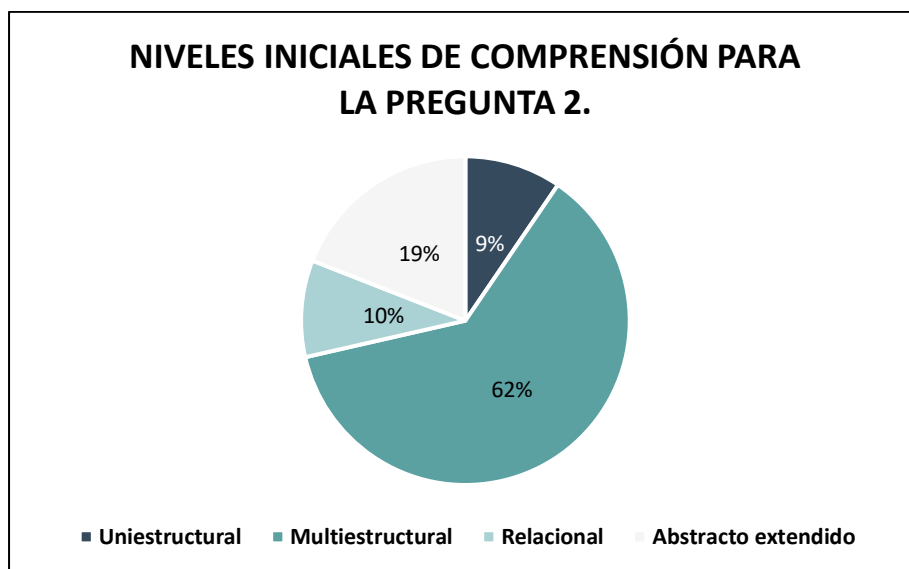


Figura 13. Niveles de comprensión iniciales para la pregunta 2.

Los resultados muestran que para esta pregunta el 19% de los estudiantes se encontraban en un nivel abstracto extendido, el 10% en nivel relacional, el 62% en nivel multiestructural y el 9% en nivel uniestructural. La mayoría de los estudiantes

para esta pregunta se categorizaron en un nivel multiestructural; sus respuestas abordan dos o más aspectos centrales que tienen que ver con el concepto sin embargo no son coherentes ni estructuradas. Por otra parte, el 71% (nivel multiestructural y uniestructural) de los estudiantes no comprenden el concepto de adsorción. La siguiente respuesta de un estudiante categorizado en nivel multiestructural corrobora la afirmación: E11. “*Adsorción: es cuando la partícula no penetra el medio*” a diferencia de los estudiantes categorizados en el nivel abstracto extendido quienes responden de manera coherente y estructurada, la siguiente respuesta corrobora la anterior afirmación: E2 “*Adsorción es un proceso por el cual una sustancia (adsorbato) se adhiere a la superficie de un adsorbente sin penetrarlo*”.

7.4.1.3 Pregunta 3. ¿Qué tipos de adsorción conoces argumenta tu respuesta?

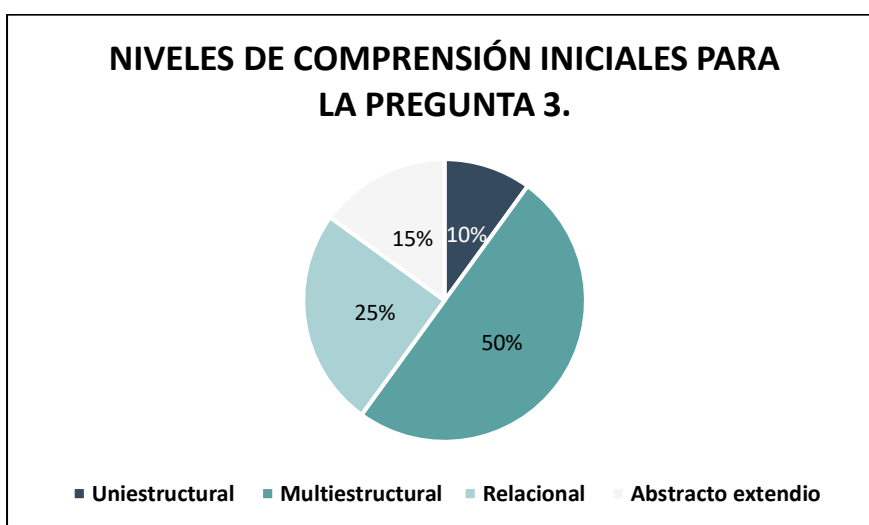


Figura 14. Niveles de comprensión iniciales para la pregunta 3.

Los resultados muestran que para esta pregunta el 15 % de los estudiantes se encontraban en nivel abstracto extendido, el 25 % en nivel relacional, el 50% en nivel multiestructural, el 10% en un nivel uniestructural. La mayoría de los estudiantes se categorizan en un nivel multiestructural; puesto que identifican los tipos de adsorción, pero no argumentan sus respuestas, la anterior afirmación se

puede corroborar por la respuesta del E19 “**Quimisorción** adsorción química y **fisorción** adsorción física” a diferencia de los estudiantes categorizados en un nivel abstracto extendido que llegan a niveles de abstracción mayores indicando el tipo de fuerzas que intervienen en cada proceso como lo corrobora la siguiente respuesta: E20 “**Quimisorción:** Formación de enlaces iónicos o covalentes por lo que durante la Quimisorción la superficie del adsorbente se modifica, dando lugar a un nuevo adsorbente. **Fisorción:** Se produce por interacciones débiles (fuerzas de van der Waals), lo que permite que partículas, moléculas, o iones queden atrapados o retenidos sobre la superficie de un material”.

7.4.1.4 Pregunta 4. ¿Qué es absorción?

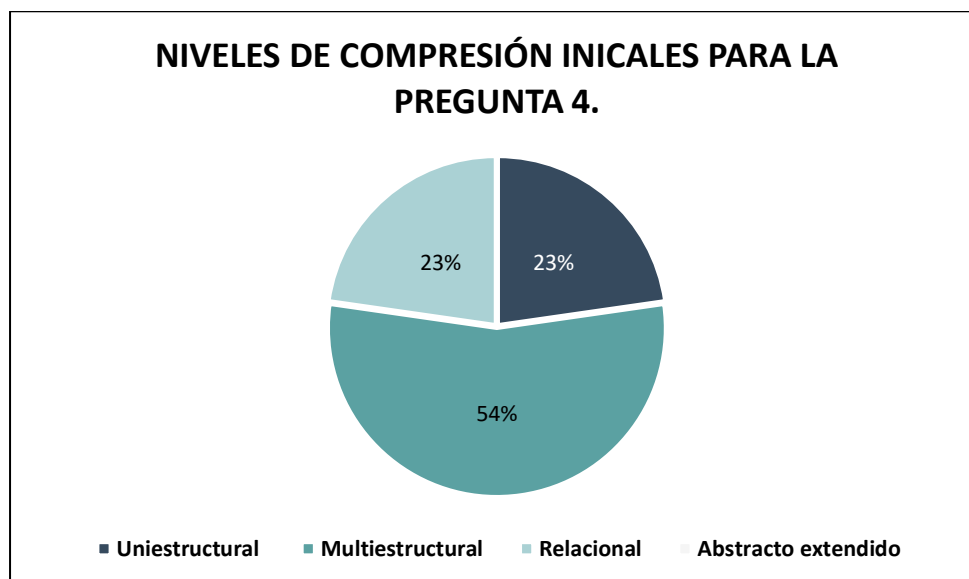


Figura 15. Niveles de Comprensión iniciales para la pregunta 4

Los resultados muestran que para esta pregunta el 24% de los estudiantes se encuentran en un nivel uniestructural, el 62% en multiestructural y el 14% en un relacional. Los estudiantes en el nivel multiestructural no definen de manera coherente el concepto, sin embargo, nombran algunos aspectos correctos, la siguiente respuesta corrobora la anterior afirmación: E7 “Proceso en el cual partículas y sustancias penetran otra” por otra parte los estudiantes categorizados

en el nivel uniestructural confunden los conceptos de adsorción y absorción como lo corrobora la siguiente respuesta: E14 “*Adhesión de moléculas y filtración a una superficie de contacto donde ocurre una alteración química del adsorbente*”

Según Viades (2013), hay que distinguir entre los procesos de adsorción y absorción. La absorción es un proceso por el cual un material (adsorbente) es retenido por otro (adsorbato) y en la adsorción el adsorbato se adhiere a la superficie sólida del adsorbente por la acción de fuerzas intermoleculares entre el soluto y el sólido.

7.4.2 Análisis general de los niveles de comprensión iniciales de los estudiantes

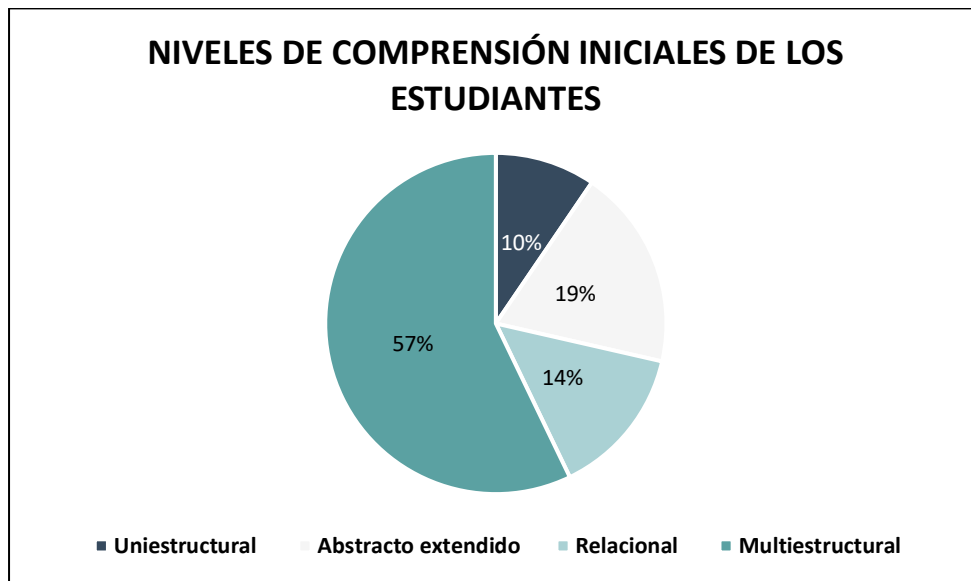


Figura 16. Niveles de Comprensión Iniciales de los estudiantes.

Para el análisis se realiza el ponderado de los niveles de comprensión de los estudiantes por medio de la herramienta estadística moda como se muestra en la tabla 10.

En la Figura 15, se evidencia que el 19% corresponde a los estudiantes con nivel abstracto extendido, el 14 % al nivel relacional, el 57% al nivel multiestructural y el 10% al nivel uniestructural. Los resultados indican que solo el 33% de los estudiantes comprenden los fenómenos de adsorción y el 67% de los estudiantes no comprende los fenómenos de adsorción.

7.5 Análisis de los resultados obtenidos en la secuencia didáctica multiestilo.

En este apartado se realiza el análisis de un ejercicio de indagación grupal (Anexo 4) y las actividades implementadas en la secuencia didáctica multiestilo (Anexo 5). El ejercicio de indagación y las actividades son propuestas en grupo con el fin de fomentar el diálogo por cada grupo de trabajo.

7.5.1 Ejercicio de indagación

La secuencia didáctica inicia con un ejercicio de indagación (Anexo 4) el cual se propone para acercar al estudiante a la problemática ambiental. En las respuestas de los estudiantes se evidenció lo siguiente:

De la primera pregunta **¿Qué tipo de afectaciones ocasiona el zinc en exceso en el cuerpo humano y en las plantas?** se puede evidenciar que los estudiantes reconocen al zinc como un micronutriente esencial tanto para el hombre como para las plantas que en exceso en el cuerpo puede ser tóxico causando problemas en el sistema respiratorio, circulatorio y enfermedades como el cáncer, por otra parte, sólo el grupo 1 (Anexo 4) relaciona el exceso de zinc con las enfermedades respiratorias, pero desconocen las enfermedades relacionadas con la fiebre por humos metálicos que sucede tras la exposición a vapores metálicos, en concentraciones muy altas, generalmente óxido de zinc, por otro lado reconocen que el exceso de Zinc (II) en las plantas ocasiona inhibición en el crecimiento, deficiencia en la absorción de metales y necrosis afectando su funcionamiento.

En cuanto a la segunda pregunta **¿Qué aplicaciones tiene el zinc en la industria?** se evidenció que los estudiantes identifican algunas aplicaciones

industriales del zinc en la elaboración baterías y equipos electrónicos, en la galvanoplastia, en pinturas, medicamentos y en la industria metalúrgica. Sin embargo, no consideran las aplicaciones del zinc en la industria del galvanizado, proceso que consiste en la inmersión de piezas de acero en zinc fundido para protegerlas de la corrosión.

Por último, por medio de la tercera pregunta **¿Cómo crees que llegan los metales pesados del suelo al agua?** evidenciamos que los estudiantes reconocen algunos aspectos de la trayectoria de como llegan los metales pesados al suelo y al agua como lo es la contaminación por escorrentía y la percolación de metales en consecuencia a la actividad humana y a los vertimientos industriales.

7.5.2 Análisis de las actividades de la secuencia didáctica multiestilo.

A continuación, se presenta el análisis de las actividades implementadas en la secuencia didáctica multiestilo (Anexo 7). Las actividades de la secuencia fueron trabajadas de manera grupal con el fin de propiciar la colaboración y el diálogo, puesto que un buen diálogo suscita las actividades que configuran, elaboran y profundizan la comprensión, por tanto, los grupos se formaron aleatoriamente dando una combinación de estilos de aprendizaje.

Los resultados de la secuencia didáctica se categorizan según los niveles de comprensión de la taxonomía SOLO. Para el análisis se tiene en cuenta el ponderado de los niveles de comprensión para cada pregunta, por medio de la herramienta estadística moda generando la tabla 8 donde se identifica el alcance de cada uno de los grupos.

Tabla 11. Niveles de aprendizaje por pregunta secuencia didáctica.

Act	Pregunta	Estilo de Aprendizaje	N.C Grupo 1	N.C Grupo 2	N.C Grupo 3	N.C Grupo 4	N.C Mayor Frecuencia
2	1	Activo	Ae	M	M	U	M

	2	Teórico	Ae	R	Ae	U	Ae
3	1	Reflexivo	M	R	M	Ae	M
4	1	Teórico	R	U	Ae	Ae	Ae
	2	Teórico	Ae	U	Ae	M	Ae
5	1	Pragmático	Ae	Ae	Ae	Ae	Ae
6	1	Multiestilo	Ae	R	Ae	Ae	Ae
	2	Multiestilo	Ae	Ae	Ae	Ae	Ae
Nivel Grupal			Ae	R	Ae	Ae	Ae

Fuente: autores

En la Tabla 11 se muestran 6 actividades que componen la secuencia didáctica multiestilo y las preguntas analizadas en cada una de las mismas. La secuencia didáctica tiene como objetivo potencializar el aprendizaje profundo de los fenómenos de adsorción partir de la problemática ambiental del río Fucha en función de los estilos de aprendizaje. Por otro lado, el diseño de la secuencia se realizó teniendo en cuenta los resultados del cuestionario CHAEA de estilos de aprendizaje propuestos por Honey y Mumford en (1986) por tanto se propuso una secuencia didáctica Multiestilo, con enfoque hacia los estilos de aprendizaje activo-teórico, que fueron la combinación de estilos con mayor preferencia en nuestra población, sin dejar a un lado las características de los estilos reflexivo y pragmático.

7.5.2.1 Actividad N° 1. Galería Fotográfica, un recorrido por el río Fucha: nacimiento, trayectoria y problemática ambiental.

Después del ejercicio de indagación se realizó la primera actividad, que inició con un recorrido fotográfico desde el nacimiento del río Fucha en el páramo de Cruz verde, pasando por la Reserva Forestal el Delirio, la carrera Décima, la Avenida Boyacá, Fontibón y algunos humedales asociados como el humedal de Techo, El Burro, La Vaca y Capellanía, hasta su desembocadura en el río Bogotá, esta actividad permitió generar una experiencia mediante el reconocimiento y la apropiación del territorio incentivando el estilo de aprendizaje activo al desarrollar el pensamiento creativo de los estudiantes.

7.5.2.2 Actividad N° 2. Un actor en la problemática ambiental del río

Fucha

La segunda actividad, se realizó mediante un Juego de Roles, que permitió desarrollar el pensamiento creativo y crítico desde una forma experiencial y motivacional incentivando los estilos de aprendizaje activo y teórico. La actividad permitió identificar problemas, buscar información, argumentar soluciones y elaborar hipótesis para minimizar la contaminación del río Fucha frente a los desechos de zinc causados por las industrias del galvanizado. Lo anteriormente expuesto se categorizó teniendo en cuenta la apropiación y la visualización de la problemática desde el rol que les fue asignado. La primera pregunta expuesta se categorizó en el nivel Multiestructural lo que significa que los estudiantes reconocen y describen su rol, pero la solución que plantean no está bien articulada, como se puede evidenciar en la respuesta del grupo 2: *“La empresa Metaza, es una empresa comprometida con el cuidado ambiental, al arrojar los desechos que contienen sustancias de interés sanitario en mínimas cantidades según su norma técnica colombiana. En alianza con la secretaría Distrital de ambiente a los desechos que contienen sustancias de interés sanitario, se les realiza un tratamiento previo en la empresa, posterior a ello, la secretaría distrital del ambiente recoge en colectores especializados para el tratamiento respectivo por parte de ellos antes del vertimiento del río Fucha”*

Adicionalmente, se evidencia un grupo en el nivel Uniestructural, los estudiantes categorizados en este nivel no describen su rol para poder dar una explicación y solución a la problemática, a diferencia del grupo en el nivel abstracto extendido, que identifica, y explica de manera correcta el rol asignado proponiendo una solución pertinente a la problemática.

En la pregunta dos se solicitó el planteamiento de una hipótesis, a partir de la problemática ambiental del río Fucha por residuos de zinc de la industria del galvanizado y del rol que se les asignó inicialmente. Con esta actividad se logró que los estudiantes, realicen una discusión grupal y hagan una recolección de la

información, y posteriormente puedan plantear dicha hipótesis. La pregunta se caracterizó en el nivel abstracto extendido los estudiantes en este nivel describen, relacionan y reflexionan la problemática de manera coherente para plantear la hipótesis un ejemplo es el grupo 3, que obtuvo el nivel más alto;

“Se entiende que los metales pesados que desechan las industrias ocasionan erosión en los suelos e infertilidad ¿Puede el alcalde local de Fontibón ayudar a la recuperación de la cobertura vegetal del suelo e implementar medidas de control y mitigación de la erosión mediante el uso de mecanismos que en lo posible sean lo más natural posible y no induzcan nuevos impactos ambientales?”

Por otra parte, se evidencia un grupo en el nivel relacional y un grupo en el nivel uniestructural, los primeros analizan y relacionan la problemática para formular la hipótesis; sin embargo, por pequeños aspectos se desvía de una estructura coherente, y los segundos se encuentra en el nivel de aprendizaje más bajo y es el uniestructural, lo cual se puede afirmar que identifican el problema, pero no estructuran de manera coherente la formulación de la hipótesis.

7.5.2.3 Actividad Nº 3. Afecciones causadas por altas concentraciones de zinc en el cuerpo humano.

La tercera actividad desarrollo el pensamiento metacognitivo mediante la reflexión de los estudiantes frente a las afecciones causadas por inhalación de humos de óxido de zinc a altas concentraciones por medio de un caso clínico incentivando el estilo reflexivo. Para esta actividad se propuso por grupos de trabajo consultar información en fuentes confiables como libros, profesores e internet, y posteriormente proponer el diagnóstico del caso clínico que se le asignó. El resultado de esta pregunta se categorizó en el nivel multiestructural, puesto que en las respuestas los estudiantes describen las afecciones que presenta el cuerpo a causa de exponerse a altas concentraciones de Zn (II), pero no logran relacionar el diagnóstico con la patología fiebre de humos metálicos, la anterior afirmación se puede corroborar mediante la respuesta del grupo 3: *“El metal que más había trabajado es el zinc y el cobre. Don Pedro se dedicaba a soldar y a galvanizar por lo cual sufrió afección respiratoria y tratamientos sintomáticos.”*

Lo anteriormente expuesto evidencia un aprendizaje superficial a diferencia de los grupos que se ubican en el nivel abstracto ampliado o relacional, quienes identifican, relacionan y analizan las afectaciones que presenta el cuerpo al exponerse a altas concentraciones de Zinc y las relaciona con el diagnóstico de fiebre de humos metálicos propuesto en el caso clínico.

7.5.2.4 Actividad N° 4. Ausencia, suficiencia y exceso de zinc en las plantas.

La cuarta actividad desarrollo el pensamiento crítico incentivando al estilo de aprendizaje teórico permitiendo que los estudiantes reconozcan al zinc como un micronutriente esencial para las plantas y sus efectos: deficiencia, suficiencia y exceso por medio de un control de lectura y un caso simulado. Para esta actividad se plantearon dos preguntas. La primera pregunta pretende que los estudiantes identifiquen la imagen que corresponde a una planta de frijol con exceso, suficiencia y deficiencia de zinc después de realizar una lectura grupal y una explicación por parte de los docentes. La primera pregunta se categorizó en el nivel de aprendizaje abstracto extendido. Por lo tanto, los estudiantes después de realizar la lectura “el zinc en las plantas” analizan y reflexionan logrando identificar una planta con exceso, suficiencia y deficiencia, relacionando la información de la lectura y los síntomas visibles observados en las imágenes, alcanzando un nivel de abstracción mayor y un nivel de aprendizaje profundo; la anterior afirmación puede corroborarse mediante la respuesta del grupo 4. *“La planta a: Presenta exceso de Zinc por tanto presenta atrofiamiento en el crecimiento la raíz y fruto, además presenta deficiencia de fósforo y hierro en sus tejidos; La planta b: Presenta suficiencia de zinc (15-20 mg/Kg) por tanto la planta se ve en un balance en comparación con las otras dos imágenes; La planta c: Presenta deficiencia por tanto la planta presenta manchas amarillas y cafés en las hojas, también presentan disminución de la clorofila”*

De estas evidencias un grupo se categorizó en nivel Relacional alcanzando un nivel de aprendizaje profundo identificando correctamente una planta con deficiencia,

suficiencia y exceso, sin embargo, su respuesta no llega a un nivel de abstracción mayor. Por consiguiente, el último grupo se categorizó en un nivel de aprendizaje uniestructural, puesto que solo identifica la planta con exceso de zinc, y sólo se centra en un determinado aspecto, adicionalmente las respuestas son simplistas.

Para la segunda pregunta de esta actividad, se solicitó que el grupo asuma el rol de un Geoquímico, lo cual permitió que el estudiante analice, y relacione sobre los fenómenos de adsorción, para poder proponer una prueba experimental apropiada para el caso presentando, según lo anterior, se evidencia que el nivel con mayor tendencia en este apartado es el abstracto extendido, puesto que analizan la problemática que se les presenta, y reflexionan desde la temática de adsorción, para poder brindar un método experimental que solucione esta problemática, como lo plantea el grupo 3:

“Existen varios análisis de pH, de humedad y análisis si contienen compuestos químicos (metales pesado y sales). Entonces Según el caso de tener un suelo en el cual las plantas presentan manchas amarillas y cafés, se considera que hubo un exceso de zinc lo cual está afectando la planta en este caso se evaluaría la presencia de metales pesados especialmente el zinc para verificar si el estado del cultivo se debe a este elemento. Por tanto, se propone realizar fitorremediación y técnicas con plantas y técnicas de adsorción.”

7.5.2.5 Actividad Nº 5. Movilización de los metales pesados por acción del agua y del viento.

La quinta actividad, desarrollo el pensamiento creativo incentivando el estilo pragmático mediante la descripción y explicación de una imagen sobre la dinámica de los metales pesados en el suelo y la movilización de estos; por acción del agua y del viento.

En esta pregunta todos los estudiantes se categorizaron en el nivel abstracto extendido debido a que respondieron de manera coherente alcanzando niveles de

abstracción superiores evidenciando un aprendizaje profundo. La anterior afirmación se puede corroborar mediante la respuesta del grupo 1:

La movilización natural del metal zinc comienza con la acción del viento y el material particulado dispersando con ayuda del agua, en los suelos. Esta dispersión puede ser escorrentía y mediante la percolación de los metales solubles, descendiendo por precipitación a las capas interiores del suelo. Dependiendo de la movilidad de los metales solubles su punto de llegada serán las aguas subterráneas.

7.5.2.6 Actividad N° 6. Fenómenos de adsorción

Para el cierre de la secuencia didáctica se realizó una actividad multiestilo incentivando todos los estilos de aprendizaje y desarrollando pensamientos crítico, metacognitivo y creativo por medio de una página web que relaciono los fenómenos de adsorción y la problemática, contemplando los conceptos implícitos en los fenómenos de adsorción (adsorbato, adsorbente, fisisorción, quimisorción, absorción) y la problemática ambiental del río Fucha a causa de los desechos de Zn (II) de la industria del galvanizado. Lo anterior, con el fin de que los estudiantes adquieran un aprendizaje profundo de los fenómenos de adsorción.

Después de la lectura de la página web en grupos de trabajo los estudiantes resolvieron un test de dos preguntas. La primera pregunta, consistió en leer y analizar un experimento con la finalidad de identificar el tipo de adsorción (fisisorción o quimisorción), diferenciar un proceso de adsorción y de absorción e indicar el adsorbente y el adsorbato del proceso experimental.

Para esta pregunta los estudiantes se categorizaron en el nivel abstracto extendido logrando un nivel de aprendizaje profundo; la anterior afirmación, se puede evidenciar en la respuesta del grupo 2.

a: *“El fenómeno que se evidencia en el procedimiento es de fisisorción, ya que no hay un cambio en la estructura química. También es un fenómeno de adsorción porque existe una adhesión de adsorbato sobre la superficie del adsorbente”.*

b: *“**Adsorbato:** azul de metileno; **Adsorbente:** carbón activado”*

La segunda pregunta motivo a los estudiantes a plantear una posible solución para tratar las aguas del río Fucha contaminadas por desechos de la industria del galvanizado. En un breve párrafo se aclaró que el río Fucha es uno de los ríos más contaminados después del río Bogotá presentado altas concentraciones de Zn (II) en Zona Franca (2,7 mg/L) y Fucha Alameda (4,5 mg/L) excediendo los criterios de vida acuática (0,1 mg/L) y agua potable (4 mg/L) por lo cual se asoció al sector productivo de metalmecánica (procesos de galvanoplastia, zincado de piezas metálicas).

Las respuestas permitieron observar que hubo propuestas que emplearon términos utilizados en la secuencia didáctica, adicionalmente se identificó que los estudiantes analizaron y relacionaron la temática trabajada con la problemática ambiental que presenta el río Fucha, para proponer la bioadsorción como una posible solución. Los cuatro grupos se categorizaron en un nivel abstracto extendido adquiriendo un nivel de aprendizaje profundo. La afirmación anterior se puede corroborar con las siguientes respuestas:

Grupo 1:

*“**Hipótesis:** a partir de un bioadsorbente no convencional como lo son los residuos de la industria alimentaria, en este caso la cascara de papa, empleada en la industria de paquetes, se espera que se lleve a cabo una alta remoción de metales pesados, específicamente del Zn, en las aguas residuales.*

Metodología:

- 1. Recolectar los residuos de cáscara de papá*
- 2. Triturar los residuos de papas*
- 3. Añadir carbón activado para mejorar la adsorción del metal*

4. Tomar la muestra de agua con metales, específicamente el Zn, y agregar la cáscara de papa

5. Leer y determinar el % de adsorción mediante el espectrofotómetro

Resultados esperados: se espera llevar a cabo una remoción de metales pesados, específicamente del Zn, el cual es un residuo de la industria metalúrgica, en un 97%, lo cual demuestra que es un óptimo bioadsorbente para la implementación en aguas residuales”

Grupo 2

“Hipótesis: es posible descontaminar en gran medida las fuentes hídricas, teniendo en cuenta la adhesión de los contaminantes que se encuentran en solución y pueden ser retirados por bioadsorbentes

Metodología: Se pueden utilizar Bioadsorbentes, tales como coco o cascaras de naranja se realiza un procedimiento con jarras, en cada una de estos se agregará diferente cantidad del bioadsorbente, esto con el fin de evidenciar a que cantidad es más eficiente, se procede a realizar una agitación (100RPM), en un tiempo de contacto de una hora. Posterior a esto se realiza la filtración del residuo sólido (en el cual está el adsorbato y el bioadsorbente). Para estar más seguros se podría realizar una lectura en el espectro para evidenciar la eficiencia del método y sacar conclusiones cuantitativas, según la curva de calibración que anterior a este procedimiento se tuvo que llevar a cabo.

Resultados esperados: Se espera que la adsorción sea un proceso eficiente para la remoción de contaminantes en solución así mismo, se espera que el uso de la adsorción en la remoción de contaminantes en solución acuosa mediante el uso de biomasa sea aplicable a estos procesos de descontaminación evitando problemas, como la generación de lodos químicos. Se espera identificar qué factores como el pH de la solución, tamaño de partícula, temperatura y la concentración del metal influyen en el proceso.”

A partir de los resultados obtenidos en el nivel grupal de la secuencia didáctica multiestilo se evidenció el alcance progresivo de las actividades logrado tres grupos en el nivel abstracto extendido y un grupo en un nivel relacional. Según Biggs y Collis 1986, los estudiantes que se ubicaron en los dos últimos niveles adquirieron un aprendizaje profundo, logrando interrelacionar las preguntas y las respuestas de una manera coherente, mediante el análisis, la relación y la reflexión de la problemática y la comprensión de los conceptos implícitos en los fenómenos de adsorción permitiéndoles brindar respuestas estructuradas alcanzando niveles superiores de abstracción. (Obreque, A. S., y Delgado, H. D., 2007)

En contraste con lo anterior, el diseño de actividades enfocadas al desarrollo de características multiestilo en torno a los estilos de aprendizaje permitió incentivar a los estudiantes hacia la adquisición de un aprendizaje profundo puesto que la actitud y el comportamiento pueden cambiar al realizar actividades enfocadas para tal fin, de esta manera a los estudiantes se les facilitará cualquier proceso de aprendizaje (Rodríguez, 2018).

8 CONCLUSIONES

1. Los resultados muestran que nueve estudiantes se distribuyen entre los distintos estilos de aprendizaje, sin que ninguno de dichos estilos sea predominante entre ellos, lo que permite proponer una nueva categoría denominada multiestilo, evidenciando las combinaciones de estilos de aprendizaje y la variedad de perfiles de aprendizaje distintas a las señaladas por Honey y Mumford. Por tanto, el reconocimiento de características mixtas en los estudiantes permitirá incentivar a futuras investigaciones hacia el diseño de estrategias multiestilo que consideren actividades y metodologías que promuevan aprendizajes eficaces dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje.
2. El estilo de aprendizaje predominante que se presentó en los estudiantes del énfasis de aguas y tecnologías limpias del programa de Licenciatura en Química fue un estilo multiestilo con un 43%. Los demás estilos de aprendizaje fueron un teórico con un 33%, estilo activo con un 14%, y un estilo pragmático con un 10%. Los estudiantes agrupados en la categoría multiestilo presentaron características mixtas de dos o más estilos de aprendizaje de los propuestos por Honey y Mumford, con un perfil de aprendizaje con preferencia alta para los estilos teórico y activo, moderada para los estilos reflexivo y pragmático.

3. Mediante el diseño y la aplicación de la secuencia didáctica multiestilo entorno a la problemática ambiental del río Fucha se logró generar en los estudiantes una experiencia a partir del reconocimiento y la apropiación del territorio; argumentación de soluciones, frente a la problemática ambiental desde el rol asignado a partir de una experiencia motivacional; generaron procesos de reflexión sobre las afecciones causadas por la inhalación de humos de óxidos de zinc; describieron la movilización natural de los metales pesados por acción del agua y el viento: Adicionalmente, los estudiantes relacionaron los conceptos implícitos en los fenómenos de adsorción con la problemática ambiental como una alternativa eficaz para remediar el Zn (II) del río Fucha de manera sostenible con el medio ambiente.

4. A partir de la aplicación del test pronóstico sobre los conceptos implícitos en los fenómenos de adsorción se determinó que el 57% de los estudiantes se encontraron en un nivel de comprensión multiestructural, el 10% en un nivel uniestructural, el 14% en un nivel relacional y el 19% en un nivel abstracto ampliado, por lo cual tan solo el 33% tenía un aprendizaje profundo de los fenómenos de adsorción. A partir de la implementación de la secuencia didáctica multiestilo y el alcance grupal de las actividades se evidencio que tres grupos alcanzaron un nivel de comprensión abstracto ampliado y un grupo un nivel relacional. Por tanto, al tener en cuenta los estilos de aprendizaje de los estudiantes, el diseño de actividades en torno a la problemática ambiental del río Fucha y la relación de ésta, con los conceptos implícitos implicados en los fenómenos de adsorción, permitió que todos los estudiantes adquirieran un aprendizaje profundo sobre el tópico generativo.

9 RECOMENDACIONES

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos y las conclusiones planteadas en esta investigación surgieron ciertas recomendaciones que pueden ser consideradas por los profesionales de la educación para próximos trabajos en relación con el abordaje de los estilos de aprendizaje para fomentar un aprendizaje profundo en estudiantes tanto de educación superior como de educación básica.

1. Iniciar con el planteamiento del cuestionario CHAEA propuesto por Honey y Murford, puesto que los resultados de dicho cuestionario darán una mirada más amplia a la población que se tiene y a partir de esto se puede plantear varias actividades semi-personalizadas, esto con el fin de que el estudiante no deje de lado el estilo con que adquiere conocimiento y pueda obtener un aprendizaje profundo y no un aprendizaje superficial o memorístico.
2. La aplicación de las secuencias didácticas basadas en los estilos de aprendizaje en los espacios académicos de los docentes en formación; dado que se ha evidenciado que el conocimiento que mantienen es superficial, buscando que se reduzca a la necesidad de aprobar un área más del currículo que luego de los exámenes finales se olvide, por ende se busca una transformación en el área del educando, para así formar un sujeto activo en la identificación, análisis, participación

y transformación de las problemáticas socio ambientales de su entorno.

3. La secuencia didáctica se debe realizar con suficiente tiempo y espacio, para que cada uno de los temas que abarca esta, sean aclarados y así no haya dudas y vacíos de parte de los estudiantes, adicionalmente se propone para incentivar el estilo de aprendizaje pragmático en los estudiantes, actividades prácticas y salidas de campo que permitan generar una experiencia directa con el estudiante mediante la apropiación y el reconocimiento del territorio.

10 BIBLIOGRAFÍA

- Alducin-Ochoa, J. M., & Vázquez-Martínez, A. I. (2016). Autoevaluación de conocimientos previos y rendimiento según estilos de aprendizaje en un grado universitario de edificación. *Formación universitaria*, 9(2), 29-40.
- Alonso, C. M., Gallego, D. J., & Honey, P. (1997). *Los estilos de aprendizaje: procedimientos de diagnóstico y mejora*. Bilbao, España.: Mensajero.
- Albis A. Alberto, Martínez G. Jader y Santiago Pablo (2017) Remoción de Zinc (II) de soluciones acuosas usando cáscara de yuca (Manihot esculenta): Experimentos en columna. *Prospectiva*, 15(1), 16-28.
- Appenroth, K. J. (2010). Definition of “heavy metals” and their role in biological systems. In *Soil heavy metals* (pp. 19-29). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Beas Franco, J. (1994). ¿ Qué es el pensamiento de buena calidad? Estado de avance de la discusión. *Pensamiento Educativo. Santiago*, 15-28.
- Beas Franco, J., & Santa Cruz-Valenzuela, J. (2008). Enseñar a pensar para aprender mejor. *Santiago: Ediciones de la Universidad Católica de Chile*.
- Biggs, J. (1979). Individual differences in study processes and the quality of learning outcomes. *Higher education*, 8(4), 381-394.
- Biggs, J., Collins, K. F. (1982). *Evaluating the quality of learning: the Solo Taxonomy*. Nueva York: Academic Press.

- Biggs, J. (1988). Approaches to the enhancement of instruction on approaches to learning, *Higher Education Research and Development*, 8(81), 7-25.
- Biggs, J. (1993). What do inventories of students' learning processes really measure? A theoretical review and clarification. *British journal of educational psychology*, 63(1), 3-19.
- Biggs, J., Kember, D., & Leung, D. Y. (2001). The revised two-factor study process questionnaire: R-SPQ-2F. *British journal of educational psychology*, 71(1), 133-149.
- Cabrera Andrade, L. F. (2017). *Bioadsorción de iones de plomo y cromo procedentes de aguas residuales utilizando la cáscara del tomate de árbol (Solanum betaceum)* (Bachelor's thesis).
- Calidad del sistema hídrico de Bogotá (CSHB), 2008. Primera Edición. Bogotá: Editorial Pontificia Universidad Javeriana: Alcaldía Mayor de Bogotá, Secretaria Distrital de Ambiente: Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá.
- Camacho, J. (2008). La enseñanza de la química desde el modelo integrado de aprendizaje profundo, MIAP. Fortalezas y debilidades. *Tecné Episteme y Didaxis: TED*, (23).
- Capella, J., Coloma, C., Manrique, L., Quevedo, E., & Revilla, D. (2003). Estilos de aprendizaje, Lima. *Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú*.
- Cartaya, O., Reynaldo, I., & Peniche, C. (2008). Cinética de adsorción de iones cobre (II) por una mezcla de oligogalacturónidos. *Rev. Iberoam. Polímeros*, 9(5), 473-479.
- Cruz, D. (2001). Enseñanza y aprendizaje en la educación superior: un reto para el siglo XXI. *Puerto Rico: Universidad de Puerto Rico*.
- Chrismar, A. (2005). *Identificación de los Estilos de Aprendizaje y Propuesta de Orientación Pedagógica para Estudiantes de la Universidad Austral de Chile*. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias de la Ingeniería. Valdivia: Universidad Austral de Chile.
- De la Fuente Arias, J., Pichardo, M. C., Justicia, F., & Berbén, A. (2008). Enfoques de aprendizaje, autorregulación y rendimiento en tres universidades europeas. *Psicothema*, 20(4), 705-711.

- Delvasto, P., Casal-Ramos, J. A., González-Jordán, O., Durán-Rodríguez, N. Z., Domínguez, J. R., & Moncada, P. (2012). Caracterización de residuos sólidos procedentes de dos procesos distintos de galvanizado en caliente por inmersión. *Revista de metalurgia*, 48(1), 34-44.
- Difabio, H. (2010). La renovación de la palabra en el bicentenario de la Argentina. Los colores de la mirada lingüística.
- Entwistle, N. (1988). *La comprensión del aprendizaje en el aula*. Paidós.
- Escudero Oñate, C. (2009). *Valorisation of industrial wastes for the removal of metals and arsenic from aqueous effluents*. Universitat de Girona.
- Estrada, L. F., & Alejandro, A. R. (2017). Evaluación de estilos de aprendizaje en estudiantes de licenciatura en química de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. *Avances en Ciencias e Ingeniería*, 8(2), 47-52.
- Fasce, E. (2007). Aprendizaje profundo y superficial. *Rev Educ Cienc Salud*, 4(1), 2.
- Felder, R. M. (1996). Matters of style. *ASEE prism*, 6(4), 18-23.
- Fiorentin, L. D., Trigueros, D. E., Módenes, A. N., Espinoza-Quiñones, F. R., Pereira, N. C., Barros, S. T., & Santos, O. A. (2010). Biosorption of reactive blue 5G dye onto drying orange bagasse in batch system: Kinetic and equilibrium modeling. *Chemical Engineering Journal*, 163(1-2), 68-77.
- Forrest, S. C. (2012). Physical adsorption of gases onto mesoporous silica material SBA-15.
- Freedman, R., & Stumof, S. (1980). Learning Style Theory: Less than Meets The Eye . *The Academy of Management Review*, 5(3), 445-447.
- Gómez C. Lynda & Herrera S. Diego (2014). Estrategia didáctica basada en el marco de la enseñanza para la comprensión del proceso de adsorción sobre xerogeles de carbón.
- Gómez, E. A. L. (2017). Rúbricas para evaluación de evidencias de competencias con base en la taxonomía SOLO. In *Global Partnerships for Development and Engineering Education: Proceedings of the 15th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology, July 19-21, 2017, Boca Raton, FL, United States* (p. 251). Latin American and Caribbean Consortium of Engineering Institutions,

- Gómez, L., Aduna, A., García, E., Cisneros, A., & Padilla, J. (2004). Manual de estilos de aprendizaje. *Material autoinstruccional para docentes y orientadores educativos. Secretaría de educación pública. Subsecretaría de educación media superior. Dirección general del bachillerato. Dirección de coordinación académica. México, 22-29.*
- Gregorc, A. F. (1979). Learning-teaching styles-potent forces behind them.
- Guanipa, M., & Mogollón, E. (2006). Estilos de aprendizaje y estrategias cognitivas en estudiantes de ingeniería. *Revista Ciencias de la Educación, (27)*, 11-28.
- Gutiérrez, A. F. C., Vargas, D. D. C., & Pedreguera, A. Z. (2013). Evaluación del poder biosorbente de cáscara de naranja para la eliminación de metales pesados, Pb (II) y Zn (II). *Ingeniería, 17(1)*, 1-9.
- Hacker, D. J. (1998). Definitions and empirical foundations. In *Metacognition in educational theory and practice* (pp. 15-38). Routledge.
- Halpern, D. F. (2003). "Thought and Knowledge: An Introduction to Critical Thinking", Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Hernández Betancur, J. D. (2018). *Detección de los puntos críticos del proceso de galvanizado por inmersión en caliente: un enfoque hacia la sostenibilidad y el desarrollo sostenible* (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Colombia-Sede Medellín).
- Hernández Pina, F., Martínez, P., Da Fonseca, P. y Rubio, M. (2005). *Aprendizaje, competencias y rendimiento en Educación Superior* (No. 378 A67 2005.).
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2010). Metodología de la investigación.
- Honey, P., & Mumford, A. (1992). The manual of learning styles.
- Honey, P., & Mumford, A. (1986). The manual of learning styles Peter Honey.
- IUPAC. McNaught, A. D. (1997). *Compendium of chemical terminology* (Vol. 1669). Oxford: Blackwell Science.
- Keefe, J. W. (1979). Learning style: An overview. *Student learning styles: Diagnosing and prescribing programs, 1*, 1-17.
- Kolb, D., Rubin, I., McIntyre, J., James, M., & Brignardello, L. (1974). *Psicología de las Organizaciones: Experiencias*. Mexico:Prentice Hall Hispanoamericana.

- Kolb, D. A. (1981). Experiential learning theory and the learning style inventory: A reply to Freedman and Stumpf. *Academy of Management Review*, 6(2), 289-296.
- Kolb, D., Rubin, I., McIntyre, J., James, M., & Brignardello, L. (1974). *Psicología de las Organizaciones: Experiencias*. Mexico: Prentice Hall Hispanoamericana.
- Kumar D. Neetesh (2018). Renovar of Zinc (II) from aqueous solution by orange peel as an adsorbent.
- Legorreta, B. (2000). Fundamentos teórico-metodológicos de la educación a distancia: estilos de aprendizaje. *Estado de Hidalgo: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo*.
- Lizano, C., Arias, F., Cordero, E., y Ortiz, A. (2015). Relación entre Estilo de Aprendizaje y rendimiento Académico en Estudiantes de Farmacia de la Universidad de Costa Rica. *Revista Digital de Investigación en Docencia Universitaria*, 9(2), 49-63.
- Londoño Londoño, A. E. (2014). Integración urbana del Rio Fucha caso específico tramo 1. *Escuela de Arquitectura y Urbanismo*.
- Lozano Rodríguez, A. (2013). Estilos de aprendizaje: una aproximación narrativa. *Raleigh, Carolina del Norte, Estados Unidos de América: Lulu*.
- Madrigal Gil, A. D. J. (2016). Análisis de los estilos de aprendizaje y su perspectiva en la formación de docentes del programa de licenciatura en educación del Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid.
- Mestanza Mateos, M. (2012). *Estudio de materiales adsorbentes para el tratamiento de aguas contaminadas con colorantes* (Doctoral dissertation, Universidad Complutense de Madrid).
- Muñoz-Seca, B., & Silva Santiago, C. (2003). Four dimensions to induce learning: the challenge profile.
- Nordeberg, G. (2001). *“Encyclopaedia of Occupational Health and Safety, fourth edition*. Ginebra: Chantal Dufresne, BA.
- Obreque, A. S., & Delgado, H. D. (2007). Cuánto aprenden los estudiantes de colegios públicos y privados. *REXE. Revista de Estudios y Experiencias en Educación*, (12), 73-90.
- Ortega, A. O. (2018). Enfoques de investigación. Recuperado de https://www.researchgate.net/profile/Alfredo_Otero_Ortega/publication/326905435_EN

- Ortega-Díaz, C., & Hernández-Pérez, A. (2015). Hacia el aprendizaje profundo en la reflexión de la práctica docente. *Ra Ximhai*, 11(4), 213-220.
- Paredes Barragán, P. (2008). Una propuesta de incorporación de los estilos de aprendizaje a los modelos de usuario en sistemas de enseñanza adaptativos.
- Portillo, E. (2012). Relación entre estilos de aprendizaje y rendimiento académico de los estudiantes del programa de psicología de la Universidad de Nariño matriculados al semestre a de 2011.
- Prieto, J. J. (17 de Abril de 2018). *GymSA El mejor aliado del acero*. Obtenido de Galvanizado:
<http://www.gymSA.cl/wpcontent/uploads/sites/2903/2018/12/Galvanizado.pdf>
- Ramírez, E., & Tovar, N. (2014). Conciencia y cultura ambiental empresarial, un indicador de medida de la responsabilidad social empresarial. Caso río Fucha, Bogotá, DC. *Estrategias*, 10(19), 68-80.
- Ramírez Z. Liliana & Tamayo A. Oscar (2011). Aprendizaje profundo en semiología neurológica mediante una herramienta informática. *Revista Hacia la Promoción de la Salud*, 16(2), 109-120.
- Rodríguez, C. (2016). Aprendizaje de conceptos químicos: una visión desde los trabajos prácticos y los estilos de aprendizaje. *Revista de investigación, desarrollo e innovación*, 7(1),7(1), 63-76.
- Rodríguez Cepeda, R. (2017). El aprendizaje significativo de conceptos químicos, un estudio en el contexto de la resolución de problemas y los estilos de aprendizaje.
- Rodríguez Cepeda, R. (2018). Los modelos de aprendizaje de Kolb, Honey y Mumford: implicaciones para la educación en ciencias. *Sophia*, 14(1), 51-64.
- Rodríguez, I., Aguirre, N., Granados, S., & Valdez, V. (2010). Un Modelo Pedagógico para la Enseñanza y Aprendizaje de la Física Experimental Básica. *Revista Cubana de Física*, 163, 166.

- Rodríguez, M. S., Porras, S. L., Martínez, A. J., & Ramirez, N. (2014). *Calidad del Agua- Bogota (Colombia)*. (U. d. (Colombia), Productor, & Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental VI. Alcaldía Mayor. Secretaría Distrital de Ambiente) Recuperado el 17 de 05 de 2020, de http://aula.aguapedia.org/pluginfile.php/19895/mod_resource/content/0/Recurso_hidrico_2012-2013.pdf
- Rosado, J. L. (1998). Deficiencia de zinc y sus implicaciones funcionales. *Salud pública de México*, 40, 181-189.
- Rosário, P., Núñez, J. C., González-Pianda, J. A., Almeida, L., Soares, S., & Rubio, M. (2005). El aprendizaje escolar examinado desde la perspectiva del «Modelo 3P» de J. Biggs. *Psicothema*, 17(1), 20-30.
- Sala, L. F., García, S. I., González, J. C., Fascaroli, M. I., & Bellú, S. (2010). Biosorción para la eliminación de metales pesados en aguas de desecho. In *Anales de la Real Sociedad Española de Química* (No. 2, pp. 114-120). Real Sociedad Española de Química.
- Sampieri, R. H. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw Hill México.
- Saiz, C., & Nieto, A. M. (2002). Pensamiento crítico: capacidades y desarrollo. *Pensamiento crítico: conceptos básicos y actividades prácticas*, 15-19.
- Torun Berg, I. I. (2010). Heavy Metals. En I. I. Torun Berg, *Heavy Metals* (pág. 22).
- Torres, N. C., Bettín, G. A., & Buitrago, E. D. (2009). Estrategias mediadas por TIC para el desarrollo de enfoque de aprendizaje profundo en estudiantes universitarios. *Revista Folios*, (29), 3-18.
- Tubert, I., & Talanquer, V. (1997). Sobre adsorción. *Educacion quimica*, 8(4), 186-190.
- Valenzuela, J. (2008). Habilidades de pensamiento y aprendizaje profundo. *Revista Iberoamericana de Educación*, 46(7), 1-9.
- Viades, J. (2013). *Fenómenos de superficie. Adsorción*. Obtenido de http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/Unidad3.Fenomenossuperficial.es.Adsorcion_23226.pdf.

Villanueva Huerta, C. C. (2007). Biosorción de Cobre (II) por biomasa pretratada de cáscara de Citrus Sinensis (naranja), Citrus Limonium (limón) y Opuntia Ficus (palmeta de nopal).

Yapu, W. (2008) Fisicoquímica de superficies. <http://scielo.org.bo/pdf/rcc/n1/a17.pdf>

ANEXOS

Anexo 1. Cuestionario CHAEA

Estimado y estimada participante

Agradezco su amable colaboración con la realización del siguiente cuestionario con el cual se pretende identificar su estilo de aprendizaje el cual permitirá conocer algunas características en el momento de aprender.

Nombre:

Código:

El siguiente cuestionario está compuesto por 80 afirmaciones que podrían o no describir algún aspecto de usted. Por favor, señale con una X o encierre en un círculo cada afirmación que se ajuste a usted.

CUESTIONARIO HONEY – ALONSO DE ESTILOS DE APRENDIZAJE

	Si	No
1. Tengo fama de decir lo que pienso claramente y sin rodeos.		

2. Estoy seguro/a de lo que es bueno y lo que es malo, lo que está bien y lo que está mal.		
3. Muchas veces actúo sin medir las consecuencias.		
4. Normalmente trato de resolver los problemas metódicamente y paso a paso.		
5. Creo que los formalismos coartan y limitan la actuación libre de las personas.		
6. Me interesa saber cuáles son los sistemas de valores de los demás y con qué criterios actúan.		
7. Pienso que el actuar intuitivamente puede ser siempre tan válido como actuar reflexivamente.		
8. Creo que lo más importante es que las cosas funcionen.		
9. Procuro estar al tanto de lo que ocurre aquí y ahora.		
10. Disfruto cuando tengo tiempo para preparar mi trabajo y realizarlo a conciencia.		
11. Estoy a gusto siguiendo un orden, en las comidas, en el estudio, haciendo ejercicio regularmente.		
12. Cuando escucho una nueva idea, enseguida comienzo a pensar cómo ponerla en práctica.		
13. Prefiero las ideas originales y novedosas, aunque no sean prácticas.		
14. Admito y me ajusto a las normas solo si me sirven para lograr mis objetivos.		
15. Normalmente me siento bien con personas reflexivas y me cuesta sintonizar con personas demasiado espontaneas, imprevisibles.		
16. Escucho con más frecuencia que hablo.		
17. Prefiero las cosas estructuradas a las desordenadas.		
18. Cuando poseo cualquier información, trato de interpretarla bien antes de manifestar alguna conclusión.		

19. Antes de hacer algo, estudio con cuidado sus ventajas e inconvenientes.		
20. Me crezco con el reto de hacer algo nuevo y diferente.		
21. Casi siempre procuro ser coherente con mis criterios y sistemas de valores. Tengo principios y los sigo.		
22. Cuando hay una discusión no me gusta ir con rodeos.		
23. Me disgusta comprometerme afectivamente en mi ambiente de trabajo. Prefiero mantener relaciones distantes.		
24. Me gustan más las personas realistas y concretas que las teóricas.		
25. Me cuesta ser creativo/a, romper estructuras.		
26. Me siento a gusto con personas espontáneas y divertidas.		
27. La mayoría de las veces expreso abiertamente como me siento.		
28. Me gusta analizar y dar vueltas a las cosas.		
29. Me molesta que la gente no se tome en serio las cosas.		
30. Me atrae experimentar y practicar las últimas técnicas y novedades.		
31. Soy cauteloso/a la hora de sacar conclusiones.		
32. Prefiero contar con el mayor número de fuentes de información. Cuanto más datos reúna para reflexionar mejor.		
33. Tiendo a ser perfeccionista.		
34. Prefiero oír las opiniones de los demás antes de exponer la mía.		
35. Me gusta afrontar la vida espontáneamente y no tener que planificar todo previamente.		
36. En las discusiones me gusta observar cómo actúan los demás participantes.		
37. Me siento incómodo/a con las personas calladas y demasiado analíticas.		

38. Juzgo con frecuencia las ideas de los demás por su valor práctico.		
39. Me agobio si me obligan a acelerar mucho el trabajo para cumplir un plazo.		
40. En las reuniones apoyo las ideas prácticas y realistas.		
41. Es mejor gozar el momento presente que deleitarse pensando en el pasado o en el futuro.		
42. Me molestan las personas que siempre desean apresurar las cosas.		
43. Aporto ideas nuevas y espontáneas en los grupos de discusión.		
44. Pienso que son más conscientes las decisiones fundamentadas en un minucioso análisis que las basadas en la intuición.		
45. Detecto frecuentemente la inconsistencia y puntos débiles en las argumentaciones de los demás.		
46. Creo que es preciso saltarse las normas muchas más veces que cumplirlas.		
47. A menudo caigo en la cuenta de otras formas mejores y más prácticas de hacer las cosas.		
48. En conjunto hablo más que escucho.		
49. Prefiero distanciarme de los hechos y observarlos desde otras perspectivas.		
50. Estoy convencido/a que debe imponerse la lógica y el razonamiento.		
51. Me gusta buscar nuevas experiencias.		
52. Me gusta experimentar y aplicar las cosas.		
53. Pienso que debemos llegar pronto al grano, al meollo de los temas.		
54. Siempre trato de conseguir conclusiones e ideas claras.		
55. Prefiero discutir cuestiones concretas y no perder el tiempo con charlas vacías.		

56. Me impaciento cuando me dan explicaciones irrelevantes e incoherentes.		
57. Compruebo antes si las cosas funcionan realmente.		
58. Hago varios borradores antes de la redacción definitiva de un trabajo.		
59. Soy consciente de que en las discusiones ayudo a mantener a los demás centrados en el tema, evitando divagaciones		
60. Observo que, con frecuencia, soy uno/a de los/as más objetivos/as y desapasionados en las discusiones.		
61. Cuando algo va mal, le quito importancia y trato de hacerlo mejor.		
62. Rechazo ideas originales y espontáneas si no las veo prácticas.		
63. Me gusta sopesar diversas alternativas antes de tomar una decisión.		
64. Con frecuencia miro hacia delante para prever el futuro.		
65. En los debates y discusiones prefiero desempeñar un papel secundario, antes que se el/la líder o el/la que más participa.		
66. Me molestan las personas que no actúan con lógica.		
67. Me resulta incómodo tener que planificar y prever las cosas.		
68. Creo que el fin justifica los medios en muchos casos.		
69. Suelo reflexionar sobre los asuntos y problemas.		
70. El trabajar a conciencia me llena de satisfacción y orgullo.		
71. Ante los acontecimientos trato de descubrir los principios y teorías en que se basan.		
72. Con tal de conseguir el objetivo que pretendo soy capaz de herir sentimientos ajenos.		
73. No me importa hacer todo lo necesario para que sea efectivo mi trabajo.		
74. Con frecuencia soy una de las personas que más anima las fiestas.		

75. Me aburro enseguida con el trabajo metódico y minucioso.		
76. La gente con frecuencia cree que soy poco sensible a sus sentimientos.		
77. Suelo dejarme llevar por mis intuiciones.		
78. Si trabajo en grupo procuro que se siga un método y un orden.		
79. Con frecuencia me interesa averiguar lo que piensa la gente.		
80. Esquivo los temas subjetivos, ambiguos y poco claros.		

Anexo 2. Ficha de caracterización según los estilos de aprendizaje.

Ficha de caracterización

Estudiante 16

<i>Código</i>	<i>Activo</i>	<i>Baremo</i>	<i>Reflexivo</i>	<i>Baremo</i>	<i>Teórico</i>	<i>Baremo</i>	<i>Pragmático</i>	<i>Baremo</i>	<i>Estilo de Aprendizaje</i>
16	5	muy baja	12	baja	13	moderada	12	moderada	multiestilo

Estilo preferido: Multiestilo

La estudiante desarrolla más de un estilo de aprendizaje. Los estilos de aprendizaje preferentes son el estilo teórico y el estilo pragmático, además muestra un desarrollo bajo para el estilo activo, y muy bajo para el estilo reflexivo. Por lo anterior la estudiante se caracteriza por llevar a la práctica sus ideas, la teoría y la técnica para conocer su funcionamiento. Siente predilección por las tareas que son funcionales y prácticas y toma sus decisiones según su utilidad. Es una alumna que suele ser inquieta, le atrae el actuar y manipular rápidamente los proyectos o tareas que les llame la atención y lo ponen en práctica. Por otra parte, integra observaciones dentro de las teorías lógicas, tiende a ser perfeccionistas, analizan y sintetiza, no se siente cómoda con actividades ambiguas, no les gusta hacer cosas que involucren las emociones.

Actividades que le favorecen

- Elaborar modelos
- Buscar antecedentes
- Aplicar teorías.
- Tener la oportunidad de indagar y preguntar
- Estudio de casos
- Resolver problemas

Actividades que no le favorecen

- Actividades ambiguas.
- Actividades emocionales.
- Actuar sin fundamento teórico.
- Actividades sin relación con la realidad

Ficha de caracterización

Estudiante 12

<i>Código</i>	<i>Activo</i>	<i>Baremo</i>	<i>Reflexivo</i>	<i>Baremo</i>	<i>Teórico</i>	<i>Baremo</i>	<i>Pragmático</i>	<i>Baremo</i>	<i>Estilo de Aprendizaje</i>
12	11	Moderada	16	Moderada	7	Baja	16	Muy alta	multiestilo

Estilo preferido: pragmático

El estilo de aprendizaje preferente en la estudiante es el estilo pragmático, además muestra preferencia moderada para los estilos activo y reflexivo, y un desarrollo bajo para el estilo teórico. Por lo anterior la estudiante se caracteriza por llevar a la práctica sus ideas, la teoría y la técnica para conocer su funcionamiento. Siente predilección por las tareas que son funcionales y prácticas y toma sus decisiones según su utilidad. Es una alumna que suele ser inquieta, le atrae el actuar y manipular rápidamente los proyectos o tareas que les llame la atención y lo ponen en práctica. Por otra parte, se vinculan fácilmente a nuevas experiencias, trabaja en grupo y tiene capacidad de reflexión para tomar alguna decisión. No le gusta elaborar modelos ni aplicar teorías.

Actividades que le favorecen

- Estudio de casos
- Con tiempo aplicar lo aprendido
- Resolver problemas
- Discusiones

Actividades que no le favorecen

- Actividades poco aplicables a su realidad
- Actividades sin finalidad
- Actividades sin relación con la realidad

Anexo 3. Sistematización test pronóstico inicial.

El objetivo de este test fue: caracterizar los niveles de comprensión iniciales de los estudiantes, a continuación, se presentan los resultados obtenidos:

Tabla 1. Test pronóstico-pregunta 1.

PREGUNTA 1.		
¿Qué es adsorbato y adsorbente?		
Código	Respuesta	Nivel de comprensión
1	Son las partes de la sorción	Multiestructural
2	Adsorbente: es un sólido poroso que posee sitios activos capaces de retener moléculas gaseosas o líquidas en una superficie. Adsorbato: contaminante a retener en el adsorbente.	Abstracto extendido
3	Adsorbato: sustancia que se adhiere, para ser removida. Adsorbente sustancia que adiciona para atraer y atrapar el adsorbato.	Relacional
4	Adsorbato: La sustancia que se quiere remover. Adsorbente: sustancia que	Abstracto extendido

	realiza un proceso de adsorción en su superficie.	
5	Adsorbato: es un contaminante el cual se sitúa en el adsorbente. Adsorbente: es un sólido poroso el cual permite retener las moléculas del adsorbato	Multiestructural
6	Adsorbato contaminante y adsorbente superficie	Abstracto extendido
7	Adsorbente sustancia que retiene. Adsorbato sustancia adsorbida	Abstracto extendido
8	Adsorbente es la sustancia a la que le toca el efecto del adsorbente lo cual se contamina, adsorbato: es la sustancia contaminante	Relacional
9	Adsorbente: sustancia a emplear para remover metales pesados ej. método no convencional. Adsorbato: sustancia de interés que debe tener cierta afinidad al adsorbente.	Abstracto extendido
10	El adsorbato es el que se quiere remover, y el adsorbente es el que permite que el adsorbato se quede en la superficie o entre en él.	Abstracto extendido
11	El adsorbato es el contaminante y adsorbente es el que lo remueve	Multiestructural
12	Absorbato: es la sustancia de interés que se quiere analizar. Adsorbente es la sustancia con la que se va a remover el adsorbente.	Multiestructural
13	Adsorbente: son partículas que tienen la capacidad de retener o absorber a	Abstracto extendido

	otra. Adsorbato sustancia que va a interactuar con el adsorbente.	
14	Adsorbato contaminante o sustancias para eliminar. Adsorbente sólido de material poroso que contiene sitios activos capaces de retener el adsorbato.	Multiestructural
15	Adsorbato: es un contaminante y puede ser de carácter orgánico se introduce dentro del adsorbente. Adsorbente: es la sustancia que remueve el adsorbato el cual es contaminante.	Abstracto extendido
16	Adsorbente sustancia que remueve el adsorbato en solución generalmente este es el sólido. Adsorbato: es el contaminante que se quiere remover.	Abstracto extendido
17	El adsorbato puede ser cualquier sustancia, un contaminante un reactivo, una solución. El adsorbente debe tener una afinidad o porosidad adecuada para adsorber o adsorber y adsorber el adsorbato.	Abstracto extendido
18	El adsorbente debe tener una porosidad que sea a fin con el adsorbato.	Uniestructural
19	Adsorbato: contaminante (metales pesados, sales, etc.). Adsorbente: material orgánico capaz de remover el contaminante.	Uniestructural
20	Adsorbente: presenta en la muestra de estado gas o líquido. Adsorbente solido poroso	Abstracto extendido

21	Adsorbente: en la sustancia que se utiliza para remover y el adsorbato es la sustancia de interés que será removida.	Abstracto extendido
-----------	--	------------------------

Tabla 2. Test pronóstico-pregunta 2.

2. PREGUNTA ¿Qué es adsorción?		
Código	Respuesta	Nivel de comprensión
1	Cuando el adsorbato no penetra la membrana	Uniestructural
2	Es un fenómeno físico el cual el sorbato se adhiere a la superficie del absorbente quedando retenida superficialmente en sitios activos.	Abstracto Extendido
3	Proceso por el cual una sustancia (adsorbato) se adhiere a la superficie de un adsorbente	Relacional
4	La adsorción indica que el adsorbato (sustancia que se va a remover) quede en la superficie del absorbente.	Multiestructural

5	Es un fenómeno físico en donde el adsorbato se adhiere en la parte superficial del adsorbente.	Multiestructural
6	Proceso donde el adsorbato se adhiere a la superficie del adsorbente.	Multiestructural
7	Proceso en el cual una sustancia por interacciones químicas o físicas se retiene superficialmente.	Multiestructural
8	Es el fenómeno de sorción en donde el adsorbato queda retenido o suspendido en la superficie del adsorbente.	Uniestructural
9	El adsorbente retiene en sus paredes el adsorbato	Multiestructural
10	En el fenómeno de adsorción el adsorbato se queda en la superficie de contacto.	Multiestructural
11	Es cuando las partículas no penetran el medio.	Multiestructural
12	Es cuando el adsorbato queda en la superficie.	Multiestructural
13	Es el proceso en que una sustancia llamada adsorbente se adhiere superficialmente a otra sustancia llamada adsorbato en una membrana.	Abstracto extendido
14	Adhesión de moléculas en una superficie de contacto.	Multiestructural
15	Es cuando el adsorbato no logra penetrar el adsorbente y queda en la parte superficial.	Multiestructural
16	Cuando el adsorbato queda retenido superficialmente en el adsorbente	Relacional
17	Cuando el adsorbato es retenido en la superficie del adsorbente y no afecta la	Abstracto extendido

	estructura química, generalmente es por fuerzas de Vander Valls	
18	El adsorbente adhiere al adsorbato a sus paredes.	Multiestructural
19	Es cuando el sorbato contaminante queda atrapado en la superficie del adsorbente	Uniestructural
20	Adhesión de gases y líquidos a superficies de solidos con un tamaño de partícula definido, para solidos porosos.	Abstracto extendido
21	Método cuando el adsorbato queda en las paredes del adsorbente.	Multiestructural

Tabla 3. *Pregunta test pronostico-pregunta 3.*

PREGUNTA 3.		
¿Qué tipos de adsorción conoces, argumenta tu respuesta?		
Código	Respuesta	Nivel de Comprensión
1	Adsorción química: Modificación de la sustancia Adsorción Física: En la física se conserva su estructura	Relacional
2	Física y química. Quimisorción y fisorción	Multiestructural
3	Fisorción	Uniestructural
4	Fisorción adsorción física y quimisorción adsorción química.	Multiestructural
5	Fisorción física y quimisorción bioadsorbentes naturales	Relacional
6	Adsorción química y adsorción física	Multiestructural
7	Quimisorción adsorción química y fisorción adsorción física.	Multiestructural

8	Quimisorción adsorción química y fisorción adsorción física.	Multiestructural
9	Fisorción: se conserva la naturaleza química de la especie adsorbida Quimisorción: se presenta un cambio químico en la especie adsorbida	Relacional
10	Quimisorción adsorción química y fisorción adsorción física.	Multiestructural
11	Quimisorción adsorción química y fisorción adsorción física.	Multiestructural
12	Fisorción es cuando el adsorbente conserva su estructura química y la quimisorción es cuando cambia la estructura.	Relacional
13	Quimisorción: Formación de enlaces iónicos o covalentes Fisorción: Se produce por interacciones débiles de largo alcance (fuerzas de van der Waals),	Abstracto extendido
14	Quimisorción adsorción química y fisorción adsorción física.	Multiestructural
15	Fisorción: cuando no genera cambios a nivel estructural Quimisorción: cuando genera cambios a nivel molecular y estructural	Relacional
16	Adsorción química y adsorción física	Uniestructural
17	Quimisorción: Formación de enlaces iónicos o covalentes en la adsorción química el adsorbente se modifica, dando lugar a un nuevo adsorbente.	Abstracto extendido

	Fisorción: Se produce por interacciones de fuerzas de van der Waal fuerzas muy débiles que permite atrapar metales.	
18	Fisorción	Uniestructural
19	Quimisorción adsorción química y fisorción adsorción física.	Multiestructural
20	Quimisorción: Formación de enlaces iónicos o covalentes por lo que durante la Quimisorción la superficie del adsorbente se modifica, dando lugar a un nuevo adsorbente. Fisorción: Se produce por interacciones débiles (fuerzas de van der Waals), lo que permite que partículas, moléculas, o iones queden atrapados o retenidos sobre la superficie de un material	Abstracto extendido
21	Quimisorción adsorción química y fisorción adsorción física.	Multiestructural

Tabla 4. *Pregunta test pronostico-pregunta 4.*

PREGUNTA 4. ¿QUÉ ES ABSORCIÓN?		
CODIGO	RESPUESTA	NIVEL
1	Cuando el adsorbato penetra la membrana invadiendo esta.	Uniestructural
2	Es un fenómeno químico el cual el sorbato se adhiere o absorbe por dentro de la superficie del adsorbente	Uniestructural
3	Proceso por el cual una sustancia (adsorbato) penetra la superficie del adsorbente	Relacional

4	En la absorción las partículas sobrepasan la superficie y quedan adheridas en el interior del adsorbente	Multiestructural
5	Es un fenómeno químico en donde el adsorbato queda impregnado dentro del adsorbente	Uniestructural
6	Proceso en el que el adsorbato se adhiere al interior del adsorbente.	Multiestructural
7	Proceso en el cual partículas y sustancias penetran otra	Multiestructural
8	Es el fenómeno de sorción en donde el adsorbato queda retenido por dentro del adsorbente (Ej.: H ₂ O)	Relacional
9	El adsorbente retiene en su estructura interna el adsorbato	Multiestructural
10	Es el fenómeno de absorción el adsorbato entra en el solido	Multiestructural
11	Cuando la partícula penetra la sustancia	Multiestructural
12	El adsorbato se introduce en el adsorbente	Multiestructural
13	Es el proceso en el cual el adsorbato pasa a la membrana y queda retenido en está al contrario	Multiestructural
14	Adhesión de moléculas y filtración a una superficie de contacto donde ocurre una alteración química del adsorbente	Uniestructural
15	Es cuando el adsorbato logra penetrar el adsorbente	Multiestructural
16	Cuando el adsorbato queda retenido internamente en el adsorbente	Relacional
17	Cuando el adsorbato es atraído por el adsorbente por atracción electroestática hay un cambio en la estructura química.	Uniestructural

18	El adsorbente si absorbe todo el adsorbato	Uniestructural
19	Es cuando el sorbato se interna dentro del adsorbente	Multiestructural
20	Interpenetración de dos sustancias	Multiestructural
21	Método donde el adsorbato va hacia el interior del adsorbente	Multiestructural

Anexo 4. Ejercicio de indagación.

Tabla 1. Ejercicio de indagación-pregunta 1.

Pregunta 1. ¿Qué tipo de afectaciones ocasiona el zinc en exceso en el cuerpo humano y en las plantas?			
Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4
El exceso de zinc puede ser tóxico para el cuerpo causando problemas en el sistema circulatorio y	Las altas concentraciones de zinc ocasionan en plantas la inhibición del crecimiento de las raíces y su muerte	El zinc es considerado un metal pesado y por ende su exposición excesiva en el cuerpo implica	El zinc es un metal, pero además es un oligoelemento, por ende, cumple funciones específicas en el cuerpo humano,

respiratorio; en las plantas se bioacumulan impidiendo su funcionamiento normal	si se da en grandes cantidades.	que se den enfermedades cancerígenas, alteraciones en la salud. El exceso de zinc en las plantas ocasiona una deficiencia de a absorción de nutrientes y de crecimiento.	sin embargo, un exceso de este puede generar alteraciones en el funcionamiento. En las plantas puede causar necrosis.
---	---------------------------------	--	---

Tabla 2. Ejercicio de indagación-pregunta 2.

Pregunta 2. ¿Qué aplicaciones tiene el zinc en la industria?			
Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4
Baterías y equipos electrónicos	El zinc se usa en la galvanoplastia, en algunas pinturas, herramientas para medicamentos.	El zinc en la industria metalúrgica y en la industria farmacéutica, en productos dietarios y suplementos obviamente la presencia de cada uno varía para el consumo humano.	Metalurgia, soldaduras, farmacia e investigación.

Tabla 3. Ejercicio de indagación-pregunta 3.

Pregunta 3. ¿cómo crees que llegan los metales pesados al agua?
--

Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4
<p>Los metales pesados que se encuentran en el suelo llegan a fuentes hídricas por percolación, escorrentía, uso antropogénico de sustancias contaminantes que vierten estos metales pesados al suelo y posteriormente a fuentes hídricas.</p>	<p>Muchos metales pesados pueden llegar a las fuentes hídricas por escorrentía, cuando el agua pasa por el suelo, arrastra los componentes que se encuentran en el suelo.</p>	<p>Los metales pesados pueden llegar a las fuentes hídricas por medio de la actividad humana como es la minería, el uso del agua para limpiar, así mismo cuando los desechos de industrias como lo son las pilas las cuales son desechadas en fuentes hídricas.</p>	<p>Llegan por los vertimientos de las industrias de pinturas, de metales entre otros, si bioacumulan y biomagnifican.</p>

Anexo 5. Secuencia didáctica.

SECUENCIA DIDACTICA MULTIESTILO

PRESENTACIÓN

La secuencia didáctica multiestilo tiene como objetivo potencializar el aprendizaje profundo de los fenómenos de adsorción en los estudiantes del Énfasis de Tecnologías limpias del programa de Licenciatura en Química de la Universidad Pedagógica Nacional, mediante seis actividades que incentivaron los estilos de aprendizaje de los estudiantes. La secuencia didáctica se diseñó a partir de la problemática ambiental del río Fucha (contaminación del agua por residuos de zinc (II) procedentes de la industria del galvanizado) mediante seis actividades que abordaron: la presentación de la problemática, a través de un recorrido fotográfico que inicia con el nacimiento del río Fucha en el páramo de Cruz verde, pasando por la Reserva Forestal el Delirio, la carrera Décima, la Avenida Boyacá, Fontibón y algunos humedales asociados como el humedal de Techo, El Burro, La Vaca y

Capellanía, hasta su desembocadura en el río Bogotá permitiendo que el estudiante reconozca y se apropie del territorio; la identificación de la problemática mediante un juego de roles, las implicaciones ambientales sobre los efectos que ocasiona la presencia de Zn (II) en exceso, en el hombre, en las plantas, en el suelo y en las fuentes hídricas; por último la relación de los conceptos implícitos en los fenómenos de adsorción con la problemática ambiental que permita en los estudiantes generar posibles solución mediante el uso de bioadsorbentes.

El número de actividades de la secuencia didáctica multiestilo favorece las preferencias de los estilos activo y teóricos puesto que fue el perfil de aprendizaje con mayor preferencia en la población objeto de estudio, sin embargo, se tiene en cuenta las características de los estilos reflexivo y pragmáticos.

RUTA PARA LA ACTIVIDAD 1. GALERÍA FOTOGRÁFICA, UN RECORRIDO POR EL RÍO FUCHA NACIMIENTO, TRAYECTORIA Y PROBLEMÁTICA AMBIENTAL.

Objetivo: Generar una experiencia en el estudiante a través de un recorrido fotográfico que permita el reconocimiento y la apropiación del territorio del río Fucha.

Descripción: La actividad inicia con la presentación de la problemática mediante una experiencia directa a partir de una galería fotográfica expuesta en una pared del salón. Los estudiantes realizaron un recorrido desde el nacimiento del río Fucha en el páramo de Cruz verde, pasando por la Reserva Forestal el Delirio, la carrera Décima, la Avenida Boyacá, Fontibón y algunos humedales asociados como el humedal de Techo, El Burro, La Vaca y Capellanía, hasta su desembocadura en el río Bogotá permitiendo que el estudiante reconozca y se apropie del territorio. Por otra parte, el recorrido permitió evidenciar la problemática ambiental del río Fucha

contaminación del agua por desechos de las industrias del galvanizado y la ubicación de las industrias que se dedican al galvanizado en la localidad de Fontibón, puesto que según las revisiones bibliográficas realizadas por los investigadores estas zonas reportan altas concentraciones de Zn (II) en zona Franca (2,7 mg/L) y Fucha Almeda (4,5 mg/L) respecto a los criterios de vida acuática (0,1 mg/L) y agua potable (4 mg/L).

Estilo de aprendizaje a incentivar: Con esta actividad se incentivó el estilo de aprendizaje activo de los estudiantes mediante una experiencia directa con la problemática del río Fucha. Los estudiantes con estilo activo se implican sin prejuicios en nuevas experiencias, son de mente abierta y entusiastas, por tanto esperamos que las fotografías como recurso pedagógico hayan contribuido a estimular el estilo activo de los estudiantes en el desarrollo de pensamiento creativo que permita la comprensión de contenidos abstractos y difíciles de interpretar; motivado al estudiante a aprender y a profundizar nuevos conceptos; promocionado el recuerdo de los contenidos aprendidos y enseñados, el fomento de una comunicación auténtica en el aula para relacionarla con la vida cotidiana y la activación de conocimientos previos (Morales, 2012).

PRESENTACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA

ACTIVIDAD 1. GALERÍA FOTOGRÁFICA, UN RECORRIDO POR EL RÍO FUCHA NACIMIENTO, TRAYECTORIA Y PROBLEMÁTICA AMBIENTAL.

A continuación, observa la galería fotográfica “un recorrido por el río Fucha” desde su nacimiento en el Páramo de Cruz Vede, hasta su desembocadura en el río Bogotá observando la problemática ambiental que presenta a partir de los desechos de las industrias del galvanizado y residuos domésticos, adicionalmente a esto, podrá encontrar un mapa indicando las principales industrias del galvanizado que se encuentran ubicadas en Bogotá, específicamente en la localidad de Fontibón.

Nacimiento del río Fucha



Figura 1. Páramo de Cruz Verde. Tomado de: <https://www.colombia.com/turismo/noticias/sin-presupuesto-para-viajar-bogota-le-ofrece-una-experiencia-natural-al-alcance-del-bolsillo-212469>



Figura 2. Páramo de Cruz Verde. Fuente: Valero G., 2019



Figura 3. Frailejón en el páramo de Cruz Verde. Fuente: Valero G., 2019



Figura 4. Frailejones Paramo de Cruz Verde. Fuente:Valero G., 2019



Figura 5. Reserva el Delirio, quebrada San Cristóbal. Tomado de: Bogotaturismo.gov.co



Figura 6. Canalización río Fucha carrera 10. Tomado de:
https://es.wikipedia.org/wiki/R%C3%ADo_Fucha_



Figura 7. El río Fucha hacia la carrera Doce, en la localidad Antonio Nariño. Tomado de:
https://es.wikipedia.org/wiki/R%C3%ADo_Fucha_



Figura 8. Parque lineal del río Fucha avenida Boyacá. Tomado de: <https://bogota.gov.co/asivamos/obras/parque-lineal-del-rio-fucha-y-alameda-recuperan-la-zona>



Figura 9. Río Fucha sector de Fontibón. Tomado de: <https://www.car.gov.co/saladeprensa/riofucha-ahogado-en-escombros-y-vertimientos>



Figura 10. Salto del Tequendama antes. Tomado de <http://dala4tovar.blogspot.com/2014/>



Figura 11. Salto del Tequendama antes y después. Tomado de <http://dala4tovar.blogspot.com/2014/>

Ecosistemas especiales

Humedal de Techo Kennedy



Figura 12. Humedal de Techo - Kennedy. Tomado de: <https://blogs.elespectador.com/actualidad/humedales-bogota/un-humedal-de-techo-para-mi-pais>



Figura 13. Humedal de Techo-Kennedy. Tomado de: <http://humedalesbogota.com/humedal-de-techo/>

Humedal del burro Kennedy



Figura 14. Humedal del Burro <http://humedalesbogota.com/humedal-el-burro/>



Figura 15. El humedal que casi agoniza bajo las urbanizaciones. Tomado de <http://humedalesbogota.com/humedal-el-burro/>

Humedal de la Vaca



Figura 16. Humedal de la Vaca- Kennedy. Tomado de <http://humedalesbogota.com/humedal-la-vaca/>



Figura 17. Humedal de la Vaca- Kennedy. Tomado de <http://humedalesbogota.com/humedal-la-vaca/>

Situación ambiental del río Fucha



Figura 18. Residuos Sólidos en las periferias del río Fucha. Tomado de:
<http://ambientebogota.gov.co/>

Aguas residuales industriales



Figura 19. Residuos industriales en el río Fucha sector Avenida Boyacá con calle 13. Tomado de
<https://www.wradio.com.co/noticias/actualidad/habitantes-de-ciudad-alsacia-denuncian-contaminacion-del-rio-fucha/20100211/nota/952355.aspx>

Aguas residuales Domésticas



Figura 20. Aguas residuales domésticas -Río Fucha. Tomado de <https://encolombia.com/medio-ambiente/humedales/bogotah/hume-plantatratamitorio/>



Figura 21. Aguas residuales domésticas -Río Fucha. Tomado de <http://ambientebogota.gov.co/vertimientos>

Mapa con las principales industrias del galvanizado en la localidad de Fontibón

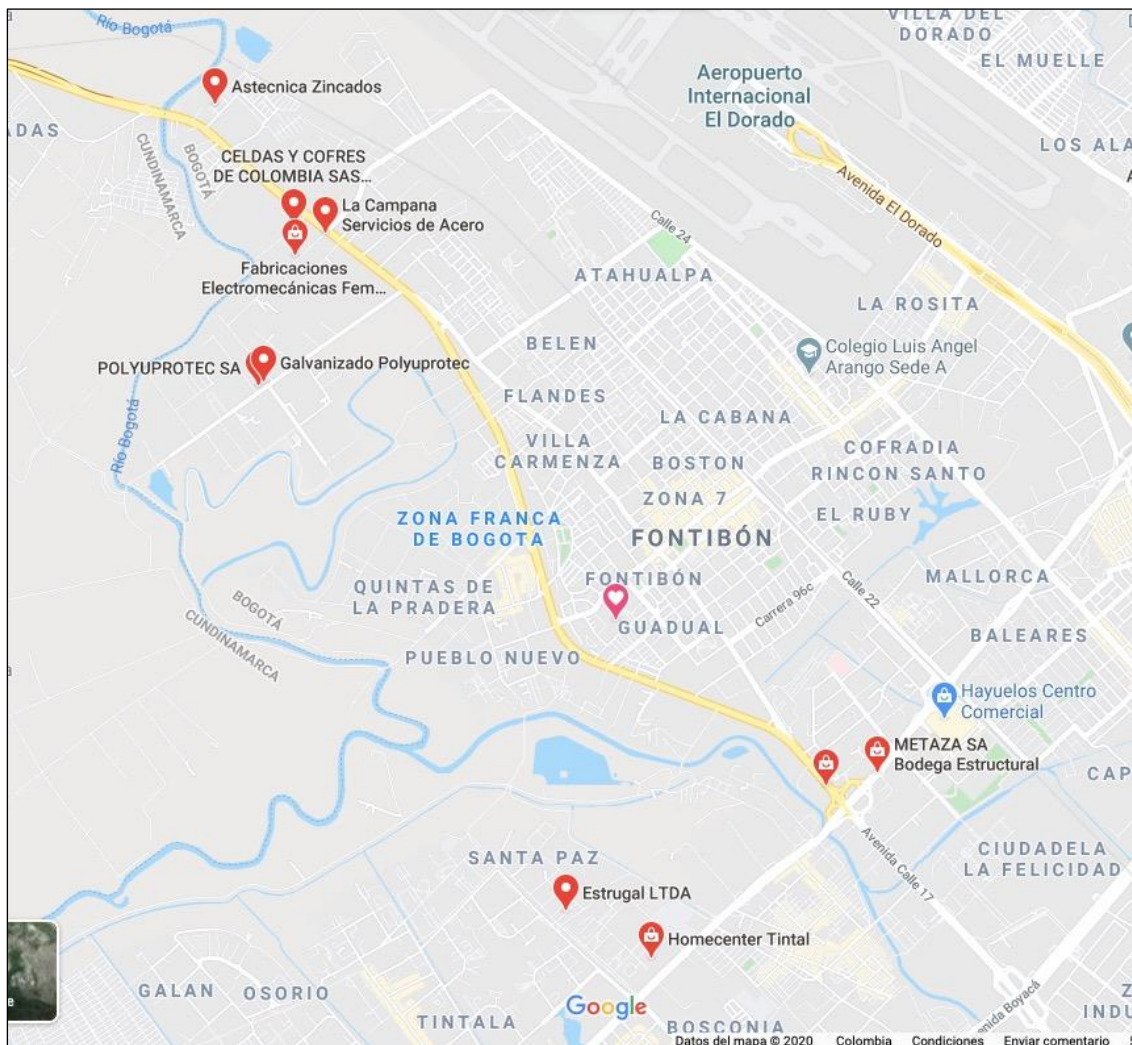


Figura 22. Mapa con las principales industrias del galvanizado en la localidad de Fontibón. Fuente Google Maps.

RUTA DE LA ACTIVIDAD 2. UN ACTOR EN LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DEL RÍO FUCHA

Objetivo: Argumentar soluciones y proponer hipótesis frente a la problemática ambiental del río Fucha desde el rol asignado a partir de una experiencia motivacional.

Descripción: Inicialmente en esta actividad se propuso un juego de roles, a cada grupo se le asignó un rol el cual representó un actor en la problemática. Cada rol estuvo representado por cinco compañeros que defendieron su postura frente al problema. Adicionalmente plantearon una hipótesis, con el objetivo de actuar al estudiante, mientras está aprendiendo y formando su experiencia directa.

Estilos de aprendizaje a incentivar: Con esta actividad se pretende incentivar a los estilos de aprendizaje activo y teórico. A los estudiantes con estilo activo mediante un juego de roles donde se espera que el estudiante argumente una posible solución a la problemática. Puesto que los estudiantes con estilo de aprendizaje activo son de mente abierta a nuevas experiencias, por tanto se espera que el juego de roles mejore la experiencia educativa promoviendo el pensamiento crítico y las habilidades analíticas, ofreciendo a los estudiantes un nivel más profundo de aprendizaje, además de fomentar la comunicación oral y escrita y la confianza de los estudiantes, beneficios que avalan de manera clara la utilización de estrategias y didácticas de enseñanza-aprendizaje (Krain y Lantis, 2006).

Mediante la formulación de la hipótesis se incentivó a los estudiantes con estilo teórico puesto que estos estudiantes adaptan e integran las observaciones dentro de teorías lógicas y complejas integrando los hechos en teorías coherentes, les gusta analizar y elaborar hipótesis. La formulación de hipótesis vista como una estrategia permite orientar la exploración y comprensión de las dificultades que los alumnos encuentran en el proceso de construcción de conocimientos frente a problemas ambientales (Rodríguez y Fernández, 2014).

Por otra parte, el argumentar soluciones a problemas planteados y proponer hipótesis desarrolla el pensamiento creativo y crítico como lo afirma XX estas

habilidades del pensamiento permiten comparar modelos, formular modelos alternativos, proponer modelos originales. Es importante destacar el hecho de que las habilidades de pensamiento están ligadas a un conjunto de actitudes de las que se tienen que dar cuenta o estar conscientes para manejarlas a voluntad, estas actitudes son apertura, gusto, compromiso, autoconfianza, rigor y reflexión, orden, autocorrección analítica, entre otras (Signorini, 1994).

IDENTIFICACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA

ACTIVIDAD 2. UN ACTOR EN LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DEL RÍO FUCHA

Posteriormente a la identificación de la problemática ambiental por medio de la galería fotográfica “un recorrido por el río Fucha” se realizará un juego de roles, a cada grupo se le asignará un rol; el cual representará un actor en la problemática ambiental. Cada rol estará representado por varios compañeros (5) y deberán defender su postura ante el problema. Cada rol-grupo preparará su estrategia y sus argumentos durante 10 minutos y tendrá un portavoz que expondrá la razón de su posición durante tres minutos. *Teniendo en cuenta el rol asignado con su grupo proponga y argumente una alternativa para minimizar la problemática del río Fucha.*

Roles propuestos:

- **Rol 1. Autoridades ambientales:** secretaria distrital de ambiente
- **Rol 2. Población aledaña:** Fontibón
- **Rol 3. Industria Metaza S.A una firma de acero:** cuenta con servicio de corte de alta precisión, donde se procesa galvanizado en caliente, inoxidable 430; ofrece servicios de: corte de láminas, corte de formatos, corte de flejes, rebobinado, plastificado, enderezado.
- **Rol 4. Soldador de profesión en FerreSOLDAS S.A.S:** empresa dedicada a procesos de soldadura y fijación en donde se realiza cubrimiento de fisuras según el requerimiento del cliente. Estamos en capacidad de aplicar cualquier tipo de soldadura: aluminio, aceros, magnesio, hierros fundidos, titanio.
- **Rol 5. Alcalde local de Fontibón:** Es la persona encargada de dirigir la acción administrativa, de la correspondiente alcaldía y asegura el cumplimiento de las funciones y de las prestación de los servicios a su cargo
- **Rol 6. Representantes de la compañía Aguas de Bogotá SA ESP:** Ubicada en el centro occidente de la ciudad, en la localidad de Fontibón, dedicada a la prestación de servicios públicos domiciliarios de

acueducto, aseo, alcantarillado, saneamiento básico y sus actividades complementarias, las cuales incluyen acciones de adecuación, mantenimiento, rehabilitación y reparación en zonas verdes, cuerpos de agua, espacio público, infraestructura y mobiliario urbana.

1. Formula una hipótesis a partir del rol asignado a partir de la problemática del río Fucha.

RUTA DE LA ACTIVIDAD 3. AFECCIONES CAUSADAS POR ALTAS CONCENTRACIONES DE Zn (II) EN EL SER HUMANO

Objetivo: Reflexionar sobre las afecciones causadas por la inhalación de humos de óxidos de zinc.

Descripción: Esta actividad inició con la presentación de un caso clínico de un paciente llamado Pedro de 39 años de edad quien se dedicaba a realizar trabajos en la construcción y galvanizado utilizando zinc. Por consiguiente, se proyectan dos videos el primero sobre lecciones oculares por proyección de virutas de zinc y el segundo sobre la exposición de radiaciones de soldadura. Los estudiantes en grupo deberán identificar el diagnóstico “fiebre por humo de metal” y reflexionar sobre las afecciones causadas por la inhalación de humos de óxidos de zinc.

Estilos de aprendizaje a incentivar: con esta actividad se incentivó el estilo reflexivo de los estudiantes. Los estudiantes con este estilo de aprendizaje consideran nuevas experiencias y las observan desde diferentes perspectivas, reúnen datos analizándolos con detenimiento antes de llegar a alguna conclusión. Por ende, se desarrolló el pensamiento metacognitivo, la comunicación efectiva, desarrollo de la capacidad para seleccionar, organizar y transformar la información, vinculo los conocimientos previos y los nuevos (Chamberlain, 2012). Por otro lado, Pulgarín (2015) afirma que el uso de la reflexión utilizada en la resolución de un problema puede utilizarse para lograr acercamientos a aprendizajes profundos.

IMPLICACIONES AMBIENTALES

ACTIVIDAD 3. AFECCIONES CAUSADAS POR ALTAS CONCENTRACIONES DE Zn (II) EN EL SER HUMANO

Objetivo: Reflexionar sobre las afecciones causadas por la inhalación de humos de óxidos de zinc.

Lee el siguiente caso clínico y responde las siguientes preguntas

Don Pedro tiene 39 años, se dedica a realizar trabajos en la construcción y galvanizado, ocasionalmente utiliza soldadura autógena (acetileno con aire u oxígeno) empleando generalmente material galvanizado. El zinc fue el metal que más había trabajado. Hace algunos días Pedro empezó a sentir: fiebre, sabor metálico, náuseas, tos, disnea, entre otros síntomas, durante las 4 a 10 horas después de salir del trabajo.

Video: Lesiones oculares por proyección de virutas


porVideo: Exposición a radiaciones de soldadura



<https://www.youtube.com/watch?v=j9aciM9LiCY> <https://www.youtube.com/watch?v=fBIC7uDxBys>

Observación de los hechos: Don Pedro al tercer día de presentar estos síntomas acudió al servicio de Urgencias del Hospital Ramón y Caja de Madrid, para lo cual remitieron el siguiente caso clínico. Lee detenidamente el siguiente cuadro

Tabla 1. Caso clí

CASO CLÍNICO	
Nombre	Pedro Ramon
Edad	39 años
Antecedentes personales	Fumador de 40 paquetes/año, polipectomía de un pólipo en cuerda vocal en 1990. No presentaba ningún otro antecedente médico de interés. De profesión, se dedicaba a realizar trabajos en la construcción y ocasionalmente utilizaba soldadura autógena con arco eléctrico, empleando fundamentalmente material galvanizado. El zinc y el cobre fueron los metales que más había trabajado.
Síntomas	Fiebre, sabor metálico, náuseas, vómitos, tos con escasa expectoración, disnea de moderados esfuerzos, astenia y mialgias de unos 3 días de evolución, que se inició a las 8-10 horas tras realizar soldaduras en un espacio cerrado durante varias horas de duración.
Pruebas complementarias	En la analítica destacó una leucocitosis de 25.400 leucocitos/ul (90,6% neutrófilos). La gasometría arterial basal fue la siguiente: pH 7.45, pO ₂ 66, pCO ₂ 38.
Radiografía 	En la radiografía de tórax se objetivó un infiltrado con patrón alveolar en lóbulo medio y en lóbulo inferior derecho (Fig. 22). El TAC torácico confirmó la existencia de infiltrados con broncograma aéreo en citadas localizaciones.
Resultados	La espirometría mostró un patrón obstructivo: FVC 3290 (77%), FEV ₁ 2240 (63%), FEV ₁ /FVC 68. Test broncodilatador resultó positivo, con un aumento del FEV ₁ de 320 ml (15%). Fibrobroncoscopia: La mucosa presentaba aspecto inflamatorio y el broncoaspirado (microbiología y citología) no aportó ningún dato relevante. Las serologías de diagnóstico de neumonía atípica y los hemocultivos resultaron negativos.
El juicio clínico	Neumonía adquirida en la Comunidad
Tratamiento	Antibioterapia y tratamiento sintomático.

Mañas , Rodríguez, Galván y Navarro, 2006

Don Pedro presentó una buena evolución, mejorando clínicamente los 3 días después del ingreso, y durante su seguimiento ambulatorio se observó normalización funcional y radiológica (Fig.22) a los 2 meses del ingreso.



Figura 24. Radiografía de tórax después de dos meses

Sin embargo, el paciente reingresa con similar clínica y en el mismo contexto del anterior episodio a los 14 meses de su primer ingreso. En la exploración física destacaba una temperatura de 39° C y crepitantes en base derecha.

En las pruebas complementarias	
La analítica	Leucocitosis con desviación izquierda.
En la gasometría	En la gasometría arterial basal se objetivó leve insuficiencia respiratoria parcial: pH 7, pO ₂ 58, pCO ₂ 30.

Ayúdanos a identificar ¿Cuál crees que fue el diagnóstico de Pedro en la segunda visita al hospital? ¿Cuál fue el metal pesado que más había trabajado, y a qué se dedicaba?

- Tomado y adaptado de:

Baena, E. M., Rodríguez, E. P., Galván, A. P., & Navarro, J. G. (2006). Fiebre por humo de metal en un soldador de profesión. RESPIRATORIA, 23.

RUTA DE LA ACTIVIDAD 4. AUSENCIA, SUFICIENCIA Y EXCESO DE ZINC EN LAS PLANTAS

Objetivo: Analizar e identificar una planta con exceso, suficiencia y deficiencia de zinc (II).

Descripción: la actividad inició mediante la explicación de los efectos del Zn (II) cuando está en suficiencia y exceso por medio de dos plantas de uchuva llevadas y preparadas por los docentes. Posterior a esto se realizó la lectura “El zinc en las plantas” y se solicitó responder dos preguntas: la primera es seleccionar la imagen que corresponde a una planta con ausencia, suficiencia y exceso de zinc y justificar el por qué. La segunda pregunta es sobre las pruebas experimentales que realizaría a un suelo de un cultivo de frijol que presenta disminución en el tamaño de sus hojas; ápices y ramas muertas; y aparición de manchas amarillas y cafés, con esta última actividad esperamos que el estudiante relacione la problemática con la adsorción del Zn (II).

Estilos de aprendizaje a incentivar: con esta actividad se pretendió incentivar a los estudiantes de estilo de aprendizaje teórico por medio de un control de lectura. La primera pregunta permitió que el estudiante analice la lectura e identifique una planta con deficiencia, suficiencia, exceso de Zn (II) y la segunda pregunta pretende que el estudiante analice y proponga una prueba experimental relacionada con la adsorción de Zn (II). Con esta actividad se espera el estudiante teórico integre las observaciones dentro de teorías lógicas y complejas analice y sintetice.

ACTIVIDAD 4. AUSENCIA, SUFICIENCIA Y EXCESO DE ZINC EN LAS PLANTAS

Objetivo: Analizar e identificar una planta con exceso, suficiencia y deficiencia de zinc (II).

Ya miramos algunas de las afectaciones causadas por altas concentraciones del Zinc en los seres humanos, pero se debe tener en cuenta que el Zinc es un micronutriente esencial para los seres vivos como lo son plantas.

A continuación, encontrará una lectura, y posteriormente analiza y responde:

EL ZINC EN LAS PLANTAS

El zinc es un micronutriente esencial para el crecimiento y desarrollo de las plantas, pero se convierte en un elemento tóxico cuando se encuentra en exceso. El zinc, cuyo símbolo químico es Zn, es el vigésimo tercer elemento químico más abundante en la tierra y tiene una gran diversidad de usos, debido a sus propiedades anticorrosivas, antimicrobianas, cicatrizantes y estimulantes. Al zinc se le encuentra en el revestimiento que protege al hierro y al acero de la corrosión, así como en productos como colorantes, cerámicas, ungüentos, desodorantes y suplementos alimenticios. En los humanos, el zinc actúa como micronutriente esencial (indispensable para el funcionamiento óptimo del organismo), el cual es necesario para el sistema inmune y los sentidos del olfato y del gusto, así como para la cicatrización de heridas y la división y el crecimiento de las células. Afortunadamente, los beneficios nutricionales del zinc no son exclusivos para los humanos, sino para todos los seres vivos, entre ellos las plantas

Micronutriente esencial para las plantas

El zinc es un elemento esencial para el crecimiento y desarrollo de las plantas. La cantidad de zinc que éstas necesitan para crecer y desarrollarse adecuadamente es muy pequeña: oscila entre 15 y 20 miligramos por kilogramo de tejido seco; estos valores representan menos de 0.1% del peso seco total del tejido. Por tal razón, el zinc es clasificado como un micronutriente. Pero a pesar de que se

requiere en cantidades muy pequeñas, este elemento es realmente indispensable para que las plantas completen su ciclo de vida, ya que participa directamente en el metabolismo de las células y, en particular, porque ningún otro elemento puede desempeñar las mismas funciones.

Al igual que en todos los organismos vivos, la importancia del zinc para las plantas está relacionada con su capacidad de actuar como estabilizador de la estructura de las proteínas o como un cofactor (ión inorgánico) necesario para la activación de las enzimas involucradas en diferentes procesos metabólicos. En las plantas, el zinc es necesario para llevar a cabo el metabolismo de los ácidos nucleicos, ya que este elemento forma parte de las enzimas y proteínas que están involucradas en la síntesis y expresión del ADN tales como las polimerasas de ADN y de ARN las desacetilasas de histonas y las proteínas con dedos de zinc llamadas factores de transcripción, que en conjunto controlan la expresión génica.

Por otra parte, el zinc es indispensable para que ocurra la fotosíntesis y se lleve a cabo el metabolismo de los carbohidratos en las plantas, debido a que este elemento estabiliza o activa las proteínas involucradas en dichos procesos. Así mismo el zinc forma parte de las enzimas que participan en la percepción de factores de estrés biótico y abiótico originados por otros organismos o por cambios ambientales, respectivamente, así como en la respuesta de defensa de las plantas para contender contra dicho estrés.

Problemas por la deficiencia de zinc

Desafortunadamente, algunos factores como la escasez, la poca disponibilidad y el agotamiento del zinc en el suelo hacen de este elemento uno de los principales micronutrientes minerales limitantes del crecimiento y desarrollo, tanto de los cultivos agrícolas como de todas las especies vegetales. Entre los principales síntomas visibles asociados con una deficiencia de zinc en las plantas, se encuentran la disminución en el tamaño del organismo y de sus hojas; inclusive llegan a morir los ápices (puntas) de las hojas y ramas. Si el zinc es deficiente también es común observar la aparición de manchas amarillas o cafés en las hojas, las cuales indican el grado de afectación de la planta: las primeras se deben

a la disminución del contenido de clorofila, mientras que las segundas son indicativas de zonas con muerte celular.

El zinc también es necesario para el desarrollo adecuado de las flores y para el proceso de fecundación, por lo que en condiciones pobres de zinc se ven afectados severamente los órganos reproductores de las plantas. El tubo polínico (estructura vegetal que se desarrolla cuando el polen se posa sobre el estigma) requiere de zinc para poder crecer y llevar a los gametofitos masculinos o células espermáticas hasta los óvulos contenidos en el saco embrionario, lugar donde se lleva a cabo la fecundación. Por lo tanto, no resulta extraño que la infertilidad del polen sea la causa principal de la baja producción de granos y semillas de los cultivos agrícolas cuando hay condiciones de deficiencia de zinc.

Asimismo, se llega a generar un problema nutricional que afecta de manera adversa a todas las plantas; no obstante, algunas especies son más sensibles que otras. Por ejemplo, los cultivos de maíz (Figura N. X), algodón, manzana y frijol son más sensibles que otros, como los de trigo, avena o chícharo. Por tal motivo, la aplicación de fertilizantes con sales inorgánicas de zinc se ha convertido en una práctica agrícola común para mantener, promover y garantizar tanto el crecimiento como la productividad de todos los cultivos, independientemente de su sensibilidad a la deficiencia de zinc.



Figura N 25. Deficiencia de zinc en maíz: clorosis en las hojas. Tomado de (Lara & Amezcua , 2017)

Exceso de zinc, tóxico para las plantas

La práctica agrícola de fertilización exhaustiva con sales de zinc ha mejorado el rendimiento de los cultivos; sin embargo, la aplicación constante de grandes cantidades de zinc en el suelo o directamente en las plantas conlleva el riesgo de generar acumulaciones de dicho elemento que pueden llegar a ser tóxicas. Asimismo, otras actividades humanas, como la minería, la fundición y el riego de suelos agrícolas con aguas residuales, también contribuyen a la contaminación de los suelos y ponen en riesgo el crecimiento y desarrollo de las plantas y, de manera particular, de los cultivos agrícolas. La absorción y acumulación de grandes cantidades de zinc resulta tóxica para las plantas porque ocasiona un desbalance metabólico generalizado en sus células. En exceso, el zinc es capaz de reemplazar e inhibir la función de otros elementos esenciales, como el hierro y el magnesio.

También se puede unir a proteínas y enzimas que no lo requieren, por lo que causa su inactivación y genera un daño o la muerte de las células. A nivel del organismo, los síntomas visibles asociados a niveles excesivos de zinc en los tejidos y órganos de las plantas son: la disminución de frutos y semillas, un crecimiento atrofiado y el amarillamiento de las hojas debido al fenómeno de clorosis (ocasionado por la degradación de la clorofila y de los cloroplastos, figura 26). Aunado a lo anterior, el exceso de zinc en los suelos provoca en las plantas una deficiencia de nutrientes tales como el fósforo, el magnesio y el manganeso, ya que el zinc compite e interfiere con la absorción de éstos por las raíces.

Los síntomas de toxicidad por exceso de zinc en las plantas aparecen, por lo general, cuando las hojas presentan concentraciones mayores a 300 miligramos por kilogramo de tejido. Sin embargo, los umbrales de toxicidad varían entre los diferentes tipos de plantas. Desafortunadamente, los cultivos agrícolas se encuentran entre las especies vegetales más sensibles a la toxicidad provocada por el exceso de zinc. Por ejemplo, el rábano muestra síntomas de toxicidad cuando en sus hojas se encuentran concentraciones de zinc menores a 100 miligramos por kilogramo de tejido.

A pesar de su susceptibilidad inherente, algunos cultivos agrícolas son más

resistentes que otros a la toxicidad ocasionada por las cantidades elevadas de zinc. Las gramíneas (como el trigo y el maíz) son menos sensibles a la toxicidad por zinc que las leguminosas (como el frijol y la soya) y que los cultivos vegetales frondosos (como la espinaca y el betabel). Estas diferencias en susceptibilidad sugieren que existen variaciones características para cada grupo de cultivos según la capacidad de absorción del zinc por las raíces.



Figura 26. Exceso de zinc en frijol: clorosis y necrosis en las hojas. Tomado de (Lara & Amezcua , 2017)

- **Tomado y adaptado de:**

Lara, M., & Amezcua, J. (2017). El zinc en las plantas. *Revista Ciencia*, 68(3), 28-35. Obtenido de https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/68_3/PDF/zinc_plantas.pdf

Control de lectura

A partir de la lectura responda las siguientes preguntas:

1. ¿En la Figura 28 usted puede observar tres hojas correspondientes a tres plantas de frijol, identifique según la imagen si corresponde a una planta con ausencia, suficiencia (0,5 partes por millón de sulfato de zinc) o exceso justifique por qué?

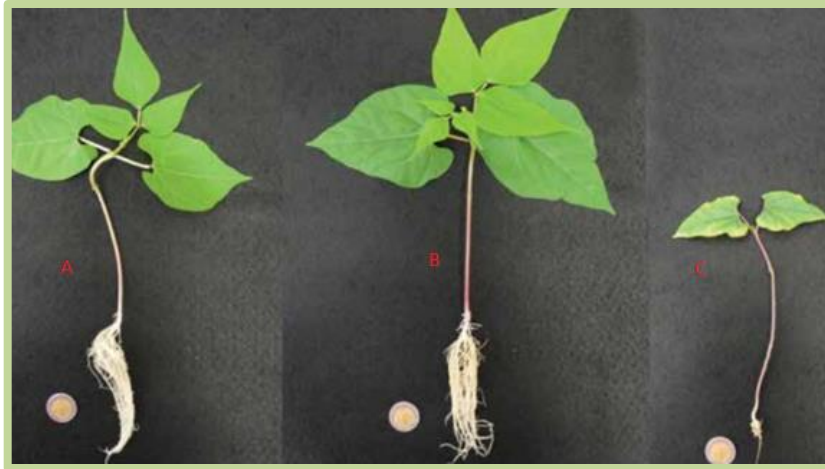


Figura 27. Planta de café con ausencia, suficiencia y exceso de zinc. Tomado de (Lara & Amezcua , 2017)

2. Suponga que usted es un geoquímico y los han contratado para hacer el respectivo análisis del suelo de un cultivo de frijol; el cual presenta disminución en el tamaño de sus hojas; ápices y ramas muertas; y aparición de manchas amarillas y cafés. ¿Qué pruebas experimentales le realizarías al suelo?

RUTA PARA LA ACTIVIDAD 5. MOVILIZACIÓN DE LOS METALES PESADOS POR ACCIÓN DEL AGUA Y DEL VIENTO.

Objetivo: Describir el proceso de movilización de los metales por acción del agua y del viento.

Descripción: En esta actividad inició con la discusión de una noticia de interés, por consiguiente, en grupo los estudiantes describieron una figura ilustrativa sobre la dinámica de los metales pesados en el suelo y la movilización de estos; por acción del agua y del viento.

Estilos de aprendizaje a incentivar: con esta actividad se pretendió incentivar el estilo de aprendizaje pragmático mediante la discusión de una noticia y la descripción de un Figura ilustrativo sobre la dinámica de los metales pesados en el suelo y la movilización de estos; por acción del agua y del viento. Se espera que por medio de la noticia de interés y la descripción del Figura contribuya a la solución de los problemas de manera práctica y llamativa para este estilo.

ACTIVIDAD 5. MOVILIZACIÓN DE LOS METALES PESADOS POR ACCIÓN DEL AGUA Y DEL VIENTO.

Objetivo: Describir el proceso de movilización de los metales pesados por acción del agua y del viento.

1. Lee y discute con tus compañeros la siguiente noticia:

Denuncian contaminación con mercurio y zinc en bahía de Cartagena

Contraloría dijo que hay evidencias sobre sustancias que representan riesgos para las comunidades.



La Contraloría General de la República (CGR) señaló que hay evidencias sobre la presencia de **"sustancias de interés sanitario, como mercurio, zinc y cobre, en la bahía de Cartagena, en concentraciones que se constituyen factores de riesgo para la salud de las comunidades, especialmente de los corregimientos de Bocachica y Caño del Oro"**, en la vecina isla de Tierrabomba.

La denuncia está relacionada con la ejecución del proyecto de profundización y ampliación del canal de acceso a la bahía de Cartagena.

Según el organismo de control, corresponde a la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (Anla) y a las autoridades de salud nacionales y del distrito de Cartagena identificar los mecanismos de transferencias y los niveles de concentración de estos compuestos tanto en los ecosistemas naturales de la bahía, como las consecuencias que generan en la salud de las poblaciones.

El informe de la Contraloría es una respuesta a una denuncia por presencia de residuos peligrosos tras el dragado de la bahía de Cartagena

Desmienten malformaciones en menores

La denuncia, presentada ante la Contraloría por el ciudadano Oscar Guillermo Gutiérrez, en su calidad de consultor de la corporación de Inspectoría Ambiental, Coriambiental, advertía también la presencia de 50 casos de malformación congénita en niños menores de 5 años, en las poblaciones de Bocachica y Caño del Oro.

Pero la Contraloría sostiene que "en este punto la denuncia no tiene sustento, dado que los registros de notificación obligatoria semanal o inmediata de la Isla de Tierrabomba del programa salud ambiental del departamento de Salud Distrital de Cartagena no evidencian factores de riesgos ambientales y defectos congénitos en nacimiento de niños, que tengan relación con la acumulación de metales pesados, registrados en la norma de interés sanitario del período comprendido entre los años 2010 a 2015".

Tampoco encontró la Contraloría, como aseguraba el denunciante, que se hubieran presentado irregularidades en el proceso de consulta previa realizada en Bocachica, zona de influencia de la ejecución del proyecto de profundización y ampliación del canal de acceso a la bahía de Cartagena.

"Tras las averiguaciones realizadas por la Contraloría, y en concreto al verificar los registros llevados por la Financiera de Desarrollo Nacional S.A. (FDN), se evidenció que el proceso de consulta con las comunidades del área de influencia se tramitó y ejecutó en todas sus etapas", agrega el Ministerio Público, que aclara: "Las comunidades conocieron del proyecto, su ejecución y alcance, efectos en los componentes naturales, humanos y comerciales, así como las acciones de mejoramiento social establecidas en el Plan de Manejo Ambiental (PMA)".

Residuos peligrosos

En la respuesta que remitió al denunciante Oscar Guillermo Gutiérrez, el gerente departamental de la CGR en Bolívar, Diego Hernán Pinzón, precisó de la siguiente manera el tema de los residuos peligrosos luego del dragado de la bahía de Cartagena, con base en información suministrada por la propia ANLA:

"De los resultados al análisis fisicoquímico de las muestras de agua y sedimentos, durante las obras de dragado, se concluye que los parámetros correspondientes a sustancias de interés sanitario, establecidos en el artículo 20 del decreto 1594 de 1984, indican la presencia de compuestos tales como mercurio, cadmio, cromo, zinc, cobre y calcio, cuyo origen es extremo a las actividades de dragado, en concentraciones que no se pueden comparar en valores razonables, ya que en Colombia no se ha emitido norma que regule, las concentraciones de estos compuesto, en los materiales a remover".

"Los registros de los análisis fisicoquímicos realizados a las muestras tomadas en los sedimentos del dragado en la bahía de Cartagena perteneciente al programa de seguimiento y monitoreo de condiciones ambientales del agua y sedimentos marinos del PMA del proyecto, que fueron presentados a la Anla, confirman la presencia de sustancia de interés sanitario, en concentraciones que se constituyen

en factores de riesgo para la salud de las comunidades de Bocachica y Caño del Oro, principalmente”, concluye la Contraloría.

- **Fuente:**

TIEMPO, E. (Junio de 2016). Denuncian contaminación con mercurio y zinc en bahía de Cartagena. Obtenido de <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-16608805>

2. Observe la imagen y explique con sus propias palabras la dinámica de los metales pesados en el suelo y la movilización de estos; por acción del agua y del viento.

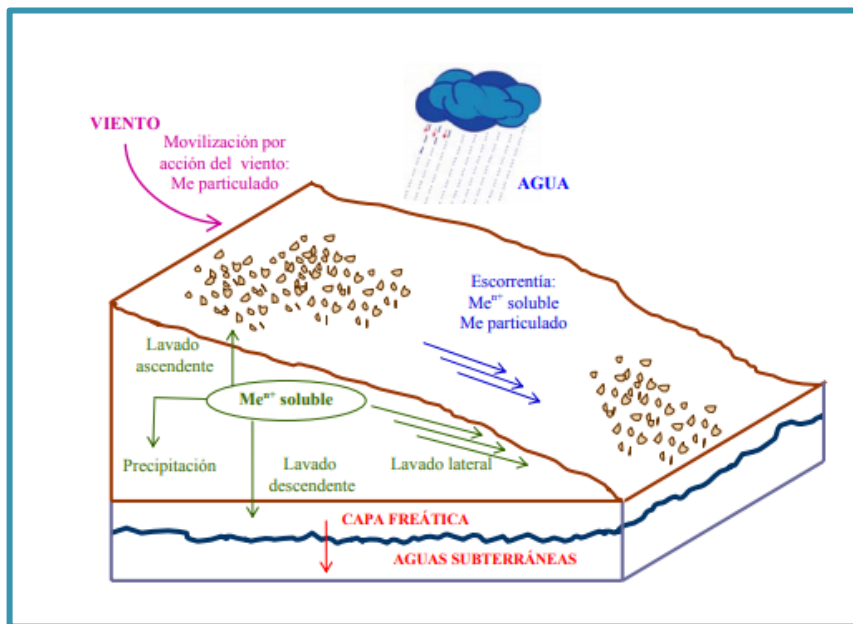


Figura 28. Movilización natural de metales pesados por acción del agua y del viento. Tomada de <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/11036/Tasm11de16.pdf?sequence=11>

Para más información consulta:

Aquí

RUTA PARA LA ACTIVIDAD N° 6. FENÓMENOS DE ADSORCIÓN

Objetivo: Relacionar los conceptos implícitos en los fenómenos de adsorción con la problemática ambiental del río Fucha.

Descripción: en la página web los estudiantes trabajaron los conceptos implícitos en los fenómenos de adsorción, el pronóstico inicial además de evidenciar el nivel de comprensión de los estudiantes permitió determinar los errores conceptuales que tenían los estudiantes. Desde esta perspectiva se manejaron los conceptos de adsorción, absorción, partes de la adsorción (fisorción y quimisorción), parámetros fisicoquímicos, la bioadsorción como una metodología sostenible con el medio ambiente y la relación de los estos conceptos con la problemática ambiental del río Fucha

Posterior a la revisión y lectura de la página web se propuso en grupos de trabajo resolver un test que consta de dos preguntas. La primera pregunta consistió en leer y analizar un procedimiento de un experimento con la finalidad de identificar el tipo de adsorción (fisorción o Quimisorción) y la segunda

el adsorbente y el adsorbato del proceso experimental, pues una correcta identificación indicaría que el estudiante comprende los conceptos adsorbato y adsorbente.

Estilos de aprendizaje a incentivar: el diseño de la página web permitió incentivar todos los estilos de aprendizaje además de desarrollar pensamientos de buena calidad: crítico, metacognitivo y creativo potencializando el aprendizaje profundo en los estudiantes

ACTIVIDAD N° 6. FENÓMENOS DE ADSORCIÓN

Objetivo: Relacionar los conceptos implícitos en los fenómenos de adsorción con la problemática ambiental del río Fucha.

1. Lee la siguiente página web y cuando finalices, discute con tu grupo de trabajo y seguido resuelve el siguiente test que encontraras en la página web:

FENÓMENOS DE ADSORCIÓN BIOADSORCIÓN FUNDAMENTOS FISCOQUÍMICOS More



CONCEPTOS IMPLÍCITOS EN EL FENÓMENO DE ADSORCIÓN

Fisicoquímica de las superficies

La fisicoquímica de las superficies, estudia los fenómenos físicos y químicos que ocurren en las interfases (Yapu, W. 2008) es decir, en la superficie que delimita dos fases. Geométricamente podemos decir que la superficie es el conjunto de puntos que delimitan un cuerpo. Desde el punto de vista físico estos puntos constituyen los átomos que delimitan el cuerpo. Estos átomos interactúan con los que conforman la superficie de la otra fase adyacente. Así por ejemplo, tenemos la interfase entre el aire y el trozo de metal, donde la corrosión se realiza entre los átomos de la superficie del metal con la capa de moléculas de oxígeno adsorbidas al metal; las reacciones químicas y los fenómenos físicos que tienen lugar en el fondo de un río, por la

Para acceder a la página web,
ingresa aquí.

REFERENCIAS

- Agua, B. d. (13 de 10 de 2019). *Colombia.- Aguas residuales, mayor contaminante de fuentes hídricas*. Obtenido de XIII Congreso Internacional : <https://blogdelagua.com/actualidad/internacional/colombia-aguas-residuales-mayor-contaminante-de-fuentes-hidricas/>
- Baena, E. M., Rodríguez, E. P., Galván, A. P., & Navarro, J. G. (2006). Fiebre por humo de metal en un soldador de profesión. *RESPIRATORIA*, 23.
- CARACOL RADIO . (27 de 06 de 2019). *Fucha y el Tunjuelo: Los ríos más contaminados de Bogotá*. Obtenido de https://caracol.com.co/emisora/2019/06/27/bogota/1561656527_528550.html
- Chamberlain, N. R., Stuart, M. K., Singh, V. K., & Sargentini, N. J. (2012). Utilization of case presentations in medical microbiology to enhance relevance of basic science for medical students. *Medical education online*, 17(1), 15943.
- Delvasto, P., Casal-Ramos, J. A., González-Jordán, O., Durán-Rodríguez, N. Z., Domínguez, J. R., & Moncada, P. (2012). Caracterización de residuos sólidos procedentes de dos procesos distintos de galvanizado en caliente por inmersión. *Revista de metalurgia*, 48(1), 34-44.
- EL TIEMPO. (Junio de 2016). Denuncian contaminación con mercurio y zinc en bahía de Cartagena. Obtenido de <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-16608805>
- Krain, M., & Lantis, J. S. (2006). Building knowledge? Evaluating the effectiveness of the global problems summit simulation. *International Studies Perspectives*, 7(4), 395-407.
- Lara, M., & Amezcua, J. (2017). El zinc en las plantas. *Revista Ciencia*, 68(3), 28-35. Obtenido de https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/68_3/PDF/zinc_plantas.pdf

- Morales, C. G. (2012). ¿Qué puede aportar el arte a la educación?: el arte como estrategia para una educación inclusiva. *ASRI: Arte y sociedad. Revista de investigación*, (1), 5-12.
- Pulgarín, A. M. M. (2015). *Aprendizaje profundo a través de la resolución de problemas en estudiantes de noveno grado en la institución educativa San Francisco de Paula* (Doctoral dissertation, Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad de Ciencias de la Educación. Maestría en Educación).
- Reyes, Y., Vergara, I., Torres, O., Lagos, M. D., & Jiménez, E. E. G. (2016). Contaminación por metales pesados: Implicaciones en salud, ambiente y seguridad alimentaria. *Ingeniería Investigación y Desarrollo: I2+ D*, 16(2), 66-77.
- Rodríguez Cepeda, R. (2018). Los modelos de aprendizaje de Kolb, Honey y Mumford: implicaciones para la educación en ciencias. *Sophia*, 14(1), 51-64.
- Rodríguez Marín, F., Fernández Arroyo, J., & García Díaz, J. E. (2014). Las hipótesis de transición como herramienta didáctica para la Educación Ambiental. *Enseñanza de las Ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 32 (3), 303-318.
- Signorini, I. (1994). Rito y mito como instrumentos de previsión y manipulación del clima entre los huaves de San Mateo del Mar (Oaxaca, México).

Anexo 6. Criterios para categorizar la secuencia.

Tabla 1. Criterios secuencia didáctica - Actividad 2

ACTIVIDAD 2. JUEGO DE ROLES				
	APRENDIZAJE SUPERFICIAL		APRENDIZAJE PROFUNDO	
Pregunta	Uniestructural	Multi estructural	Relacional	Abstracto Expandida
1	Identifica el rol que tiene asignado, y plantea una solución a la problemática del río Fucha, sin embargo, se encuentra desarticulada y no se evidencia la relación con el rol.	Describe el rol que tiene asignado, para plantear una solución a la problemática del río Fucha, sin embargo, se encuentra desarticulada y no se evidencia la relación con el rol.	Analiza su rol y lo relaciona con la problemática ambiental para proponer una solución apropiándose del rol asignado.	Identifica, describe y relaciona el rol asignado con la problemática para brindar una solución pertinente, de acuerdo con su rol, su respuesta es coherente y se evidencia un nivel mayor de abstracción.
2	Identifica el problema, pero no estructura de manera adecuada la formulación de la hipótesis. No relaciona la	Describe el problema identificado y vincula la información, sin embargo. Describe aspectos del	Analiza y relaciona la problemática con el rol propuesto formula la hipótesis, sin embargo, por	Identifica, describe y relaciona la problemática de manera coherente, para plantear la hipótesis y

	<p>problemática con el rol propuesto. Hay una oclusión rápida que simplifica el planteo.</p>	<p>rol, pero la formulación de la hipótesis no es coherente, solo emite predicciones.</p>	<p>pequeños aspectos se desvía de una estructura coherente.</p>	<p>una posible solución.</p>
--	--	---	---	------------------------------

Tabla 2. Criterios secuencia didáctica - Actividad 3

ACTIVIDAD 3. AFECCIONES CAUSADAS POR ALTAS CONCENTRACIONES DE ZINC EN EL CUERPO HUMANO				
	APRENDIZAJE SUPERFICIAL		APRENDIZAJE PROFUNDO	
Pregunta	Uniestructural	Multiestructural	Relacional	Abstracto Ampliado
1	Identifica algunas afecciones causadas de exponerse a altas concentraciones de zinc sin embargo sólo centra en un determinado aspecto que, por otro lado, no tiene que ver con el diagnóstico de fiebre de humos metálicos propuesto en el caso clínico.	Describe las afectaciones que presenta el cuerpo a causa de exponerse a altas concentraciones de Zn, sin embargo, no las relaciona con el diagnóstico de fiebre de humos metálicos propuesto en el caso clínico.	Analiza las afectaciones que presenta el cuerpo al exponerse a altas concentraciones de Zinc y las relaciona con el diagnóstico de fiebre de humos metálicos propuesto en el caso clínico.	Reflexiona sobre las afectaciones que presenta el cuerpo a exponerse a altas concentraciones de Zn, además, relaciona e identifica el diagnóstico de fiebre de humos metálicos y algunos síntomas asociados a esta patología.

Tabla 3. Criterios secuencia didáctica - Actividad 4.

ACTIVIDAD 4. AUSENCIA, SUFICIENCIA Y EXCESO DE ZINC EN LAS PLANTAS.				
	APRENDIZAJE SUPERFICIAL		APRENDIZAJE PROFUNDO	
Pregunta	Uniestructural	Multiestructural	Relacional	Abstracto Ampliado
1	El estudiante solo identifica la planta con exceso de zinc, se centra en un determinado aspecto, las respuestas son simplistas puesto que se realizó una lectura superficial.	Describe e identifica algunos síntomas asociados a una plantas con exceso, suficiencia y deficiencia, sin embargo, no logra clasificar de manera correcta las plantas	Relaciona conceptos correctamente y logra identificar una planta con exceso, suficiencia y deficiencia, sin embargo, no llegan a un nivel de abstracción mayor.	Analiza y reflexiona correctamente logrando identificar una planta con exceso, suficiencia y deficiencia, relacionando los síntomas visibles alcanzando un nivel de abstracción mayor.

2	Identifica la problemática que se le presenta, pero no propone pruebas experimentales para adsorber el zinc del suelo.	Identifica y describe la problemática propone algunas pruebas experimentales, pero no propone la adsorción de metales pesados como una posible solución.	Relaciona la problemática que se le presenta, con la adsorción de metales pesados, identificando las posibles propuestas que brindan para solucionar esta problemática que hay en el suelo.	Analiza y reflexiona la problemática que se le presenta, y reflexiona desde la temática de adsorción, para poder brindar un método solución esta que problemática.
---	--	--	---	--

Tabla 4. Criterios secuencia didáctica - Actividad 5

ACTIVIDAD 5. MOVILIZACIÓN DE LOS METALES PESADOS POR ACCIÓN DEL AGUA Y DEL VIENTO.				
	APRENDIZAJE SUPERFICIAL		APRENDIZAJE PROFUNDO	
Pregunta	Uniestructural	Multiestructural	Relacional	Abstracto Ampliado
1	Identifica a partir de una imagen la movilización de los metales pesados por acción del agua y del viento sin embargo sus respuestas son sencillas y carecen de argumentos.	Describe a partir de una imagen algunos aspectos relevantes de la movilización de los metales pesados por acción del agua y del viento.	Analiza a partir de la imagen la movilización de los metales pesados por acción del agua y del viento.	Reflexiona a partir de la imagen sobre la movilización de los metales pesados por acción del agua y del viento

2	<p>Identifica la problemática a partir de las noticias presentadas, pero no formula una posible solución para la descontaminación del río Fucha referente a la adsorción del metal zinc.</p>	<p>Describe la problemática a partir de las noticias y posteriormente formula alguna posible solución, pero no lo asocia a la adsorción de metal zinc para la descontaminación del río Fucha.</p>	<p>Relaciona la problemática que se le presenta con la adsorción de metales pesados, y propone una solución asociada a la adsorción del Zinc para la descontaminación del río Fucha.</p>	<p>Analiza la problemática a partir de las noticias que se le presenta, y reflexiona desde la temática de adsorción, para poder formular una posible solución para la descontaminación del río Fucha.</p>
---	--	---	--	---

ACTIVIDAD 6

Tabla 5. *Criterios de la actividad 6.*

Preguntas	Uniestructural	Multiestructural	Relacional.	Abstracto Expandida.
1.	<p>La definición para identificar el tipo de fenómeno no es coherente ya que sólo se centra en un determinado aspecto.</p> <p>Por otra parte, no identifica el adsorbato y el absorbente.</p>	<p>Describe una serie de aspectos correctos, pero no lo relaciona con el fenómeno de adsorción, por tanto, su respuesta está mal estructurada.</p> <p>Por otra parte, describe el adsorbato y el adsorbente pero no los relaciona con el proceso experimental presentado.</p>	<p>Relaciona y analiza el procedimiento propuesto con los fenómenos de adsorción por tanto su respuesta es coherente y estructurada.</p> <p>Por otra parte, identifica el adsorbato y el adsorbente y los relaciona con el proceso experimental presentado.</p>	<p>Identifica y relaciona el procedimiento propuesto con los fenómenos de adsorción, argumentando su respuesta y llegando a un nivel superior de abstracción.</p> <p>Por otra parte, analiza el proceso experimental llegando a niveles superiores de abstracción identificando correctamente</p>

				el adsorbato y el adsorbente.
2	Identifica tan solo un aspecto el adsorbente o el adsorbato.	Describe que es el adsorbato y el adsorbente pero no los relaciona con el proceso propuesto.	Relaciona los conceptos de adsorbato y adsorbente con el proceso experimental para dar una respuesta que le permita identificarlos correctamente estos en el proceso.	Relaciona los conceptos de adsorbato y adsorbente con el proceso experimental propuesto, sin embargo, sus respuestas denotan un nivel mayor de abstracción.
3	Identifica la problemática que se le presenta, pero no propone pruebas experimentales	Identifica y describe la problemática propone algunas pruebas experimentales, pero no propone	Relaciona la problemática que se le presenta, con la adsorción de metales	Analiza la problemática que se le presenta, y reflexiona desde la temática de

	para absorber el zinc del río Fucha.	la Bioadsorbentes de metales pesados como una posible solución.	pesados, adicionalmente identifica los Bioadsorbentes y propone solucionar esta problemática que se presenta en el río Fucha.	adsorción y posteriormente lo relaciona con la Bioadsorción, para poder brindar un método que solución está problemática que se presenta en el río Fucha.
--	--------------------------------------	---	---	---

Anexo 7. Sistematización secuencia didáctica.

ACTIVIDAD 2

Tabla 1. Sistematización secuencia didáctica - Actividad 2.

JUEGO DE ROLES		
Pregunta 1: Identifica el problema y argumenta una alternativa para minimizar la problemática ambiental del río Fucha		
Grupo	Respuestas	Nivel de aprendizaje
1	<p>Autoridades ambientales: Rol secretaria Distrital de Ambiente</p> <p>A medida que avanza el caudal de la fuente hídrica, la concentración de sólidos y materia orgánica aumenta significativamente ocasionando, poco menos de su exposición casco urbano una visible eutrofización del agua. Para ello, la secretaria distrital de ambiente propone el uso de los recursos públicos de la nación, para supervisar, liderar y patrocinar proyectos ambientales que hagan uso de los recursos naturales de manera sostenible, fortaleciendo la relación " Población y entorno". Además, brindaremos capacitaciones al público en general como empresas, juntas de acción comunal e instituciones educativas para</p>	Abstracto extendido

	fortalecer la educación ambiental desde el rol del solicitante.	
2	<p>Industria Metaza S.A una firma de acero:</p> <p>La empresa Metaza, es una empresa comprometida con el cuidado ambiental, al arrojar los desechos que contienen sustancias de interés sanitario en mínimas cantidades según su norma técnica colombiana. En alianza con la secretaria Distrital de ambiente a los desechos que contienen sustancias de interés sanitario, se les realiza un tratamiento previo en la empresa, posterior a ello, la secretaria distrital del ambiente recoge en colectores especializados para el tratamiento respectivo por parte de ellos antes del vertimiento del río Fucha</p>	Multiestructural
3	<p>Alcalde local de Fontibón:</p> <p>Incentivar y promover en la industria galvánica el adecuado uso de los desechos de los residuos de estas industrias por medio de normas ambientales en donde los que cumplan con las normas obtendrán incentivos tributarios por tanto se impondrán sanciones a las empresas que infrinjan las normas establecidas por las autoridades ambientales. se realizarán</p>	Multiestructural

	capacitaciones sobre el manejo de estos residuos a los empleados de industria galvánica y población.	
4	<p>Población Aledaña al río Fucha</p> <p>Entorno al río Fucha, existen empresas que se dedican a la tintorería de telas y el agua proveniente de esas industrias suele ser altamente contaminadas, esta agua es vertida al río, provocando que aumente la contaminación de las fuentes hídricas.</p>	Uniestructural

Tabla 2. Sistematización secuencia didáctica - Actividad 2

HIPÓTESIS		
Pregunta 2: Plantea la hipótesis a partir de la problemática observada en el río Fucha		
GRUPO	RESPUESTAS	NIVEL DE APRENDIZAJE
1	Se entiende que los metales pesados que desechan las industrias ocasionan erosión en los suelos e infertilidad ¿Puede el alcalde local de Fontibón ayudar a la recuperación de la cobertura vegetal del suelo e implementar medidas de control y mitigación de la erosión mediante el uso de mecanismos que en lo posible sean lo más natural posible y no induzcan nuevos impactos ambientales?	Abstracto extendido

2	¿Es posible que los dueños de las industrias galvánicas den una adecuada disposición de sus desechos sin contaminar los suelos?	Relacional
3	¿Puede que la contaminación ambiental del río Fucha por los desechos de las industrias del galvanizado produzcan enfermedades colaterales a la población de la localidad de Fontibón y puede que la secretaria de salud a partir del control de los vertimientos y la disposición de los residuos peligrosos intervenga para contrarrestar esta contaminación?	Abstracto extendido
4	¿De qué manera se podría intervenir para el tratamiento de estas aguas vertidas al río para la mejora de la calidad del agua?	Uniestructural.

ACTIVIDAD 3

Tabla 3. Sistematización secuencia didáctica – Actividad 3

CASO CLÍNICO		
Pregunta 1: Ayúdanos a identificar ¿Cuál crees que fue el diagnóstico de Pedro en la segunda visita al hospital? ¿Cuál fue el metal pesado que más había trabajado, y a qué se dedicaba?		
GRUPOS	RESPUESTAS	NIVEL DE APRENDIZAJE
1	El zinc y el cobre fueron los metales que más había trabajado Don Pedro. Se dedicaba a soldar y a galvanizar, sufrió infección respiratoria e inflamación que tuvo que ser tratada con un antiinflamatorio y tratamientos sintomáticos.	Multiestructural
2	El zinc fue el metal más trabajado. Don Pedro se dedicaba a la galvanoplastia y algunas veces era ornamentador. Sufrió de fiebre por humos metales debido a una intoxicación por metales pesados, específicamente zinc.	Relacional
3	El metal que más había trabajado es el zinc y el cobre. Don Pedro se dedicaba a soldar y a galvanizar por lo cual sufrió afección respiratoria y tratamientos sintomáticos.	Multiestructural

4	El metal que más había trabajado es el zinc, don pedro trabajaba con soldadura y sufrió intoxicación de metales pesados, lo que le provocó nauseas, disnea, fiebre, malestar general como vomito, sabor metálico, irritación de ojos a causa de la enfermedad fiebre por humo de metal.	Abstracto extendido
---	---	---------------------

ACTIVIDAD 4

Tabla 4. *Criterios secuencia didáctica - Actividad 4*

ANÁLISIS DE LECTURA		
Pregunta 1: ¿Identifique según la imagen si corresponde a una planta con ausencia, suficiencia (0,5 partes por millón de sulfato de zinc) o exceso justifique por qué?		
GRUPOS	RESPUESTAS	NIVEL DE APRENDIZAJE
1	<p>a: Presenta déficit de zinc por tanto la planta presenta disminución en el crecimiento.</p> <p>b: En la planta se presenta suficiencia de Zinc.</p> <p>c: Presenta exceso de Zinc por tanto disminución de los frutos y semillas.</p>	Relacional.
2	a: Presenta exceso de zinc ya que algunas de sus hojas se encuentran de una coloración amarillenta en los bordes, además presenta crecimiento atrofiado.	Uniestructural
3	<p>a: presenta deficiencia, planta de tamaño pequeño, presenta limitación el crecimiento y presencia de hojas amarillentas.</p> <p>b: Presenta suficiencia de 15-20 mg/Kg, presenta tamaño optimo a comparación de la imagen de exceso y deficiencia.</p>	Abstracto extendido

	<p>c: presenta exceso de zinc, la planta presenta coloración amarillenta en las hojas; además el tamaño de sus hojas y la planta es pequeño en comparación con las otras imágenes.</p>	
4	<p>a Presenta exceso de Zinc por tanto presenta atrofiamiento en el crecimiento la raíz y fruto, además presenta deficiencia de fosforo y hierro en sus tejidos.</p> <p>b: Presenta suficiencia de zinc por tanto la planta se ve en un balance en comparación con las otras dos imágenes.</p> <p>c: Presenta deficiencia por tanto la planta presenta manchas amarillas y cafés en las hojas, también presentan disminución de la clorofila</p>	Abstracto expandido

Tabla 5. *Sistematización secuencia didáctica – Actividad 4*

SIMULACION DE CASO
<p>Pregunta 2: Suponga que ustedes son unos geoquímicos y los han contratado para hacer el respectivo análisis del suelo de un cultivo de frijol, el cual presenta disminución en el tamaño de sus hojas; ápices y ramas muertas y aparición de manchas amarillas y cafés. ¿Qué pruebas experimentales le realizaría al suelo?</p>

GRUPO	RESPUESTAS	NIVEL DE APRENDIZAJE
1	Si se observa un crecimiento atrofiado y el amarillamiento de las hojas debido a fenómenos de clorosis en las plantas de frijol debido al exceso de zinc en el suelo se propone pruebas experimentales de adsorción de metales pesados, mediante procesos de bajo costo, como la realización de una biomasa con cascaras de Coco	Abstracto extendido
2	PH, alcalinidad, nitrógeno total, Kjeldahl y carbono total.	Uniestructural
3	Existen varios análisis de pH, de humedad y análisis si contienen compuestos químicos (metales pesado y sales). Entonces Según el caso de tener un suelo en el cual las plantas presentan manchas amarillas y cafés, se considera que hubo un exceso de zinc lo cual está afectando la planta en este caso se evaluaría la presencia de metales pesados especialmente el zinc para verificar si el estado del cultivo se debe a este elemento. Por tanto, se propone realizar fitorremediación y técnicas con plantas y técnicas de adsorción.	Abstracto extendido
4	Identificación de metales y nutrientes del suelo a través de procesos de adsorción y absorción a partir de técnicas espectrofotométricas.	Multiestructural

ACTIVIDAD 5

Tabla 6. *Sistematización secuencia didáctica – Actividad 5*

DESCRIPCIÓN DE UN GRAFICO		
Pregunta 1: Observe la imagen y explique con sus propias palabras la dinámica de los metales pesados en el suelo y la movilización de estos; por acción del agua y del viento.		
GRUPO	RESPUESTAS	NIVEL DE APRENDIZAJE
1	La movilización natural del metal zinc comienza con la acción del viento y el material particulado dispersándolo con ayuda del agua, en los suelos. Esta dispersión puede ser escorrentía y mediante la percolación de los metales solubles, descendiendo por precipitación a las capas interiores del suelo. Dependiendo de la movilidad de los metales solubles su punto de llegada serán las aguas subterráneas.	Abstracto extendido
2	Por acción del viento se moviliza el metal zinc a través del material particulado y por esto se acumulan en el suelo (sumidero) por mucho tiempo, entonces, se precipitan, luego se empiezan a degradar a través del lavado descendiente, luego por acción de la lluvia se solubilizan en lodo, donde el pH del suelo también es un factor importante para	Abstracto extendido

	<p>encontrar metales pesados, por último, se filtra hacia las aguas subterráneas, para que allá filtración de esta agua hay que tener en cuenta la textura del suelo.</p>	
3	<p>1. El material particulado que se encuentra en el aire viaja por acción del viento y es llevado a las aguas superficiales como mares, lagunas y escorrentías.</p> <p>2. Por acción de las lluvias, se presenta escorrentías y llega a las aguas superficiales.</p> <p>3. Por acción del agua se filtra en los suelos por lo cual se diluye y se solubilizan las sales en iones metálicos de (zinc) y llegan a las aguas subterráneas.</p>	Abstracto extendido
4	<p>Proveniente de la industria del galvanizado el material particulado que contiene zinc por medio de vertimiento de ARI, en estado sólido o en solución. Esta agua al ser vertida a una fuente hídrica genera contaminación en diferentes ecosistemas provocando procesos de biomagnificación, así mismo este material es arrastrado por el viento, ampliando su rango de afectación en el medio ambiente, generando gran probabilidad de que lleguen a los suelos y también promoviendo el déficit de crecimiento</p>	Abstracto extendido

	normal de la planta, provocando también que las hojas presenten coloración amarillenta y atrofia en el crecimiento.	
--	---	--

ACTIVIDAD 6

Tabla 8. Niveles de aprendizaje finales, resultantes de la primera pregunta.

FENOMENOS DE ADSORCIÓN		
<p>Lea el siguiente procedimiento y responda:</p> <p>A. Se prepara una disolución de Azul de metileno, que será el colorante que actúe como contaminante y que se desea retirar del agua.</p> <p>B. Se introduce el carbón activo en una columna de vidrio. En la parte inferior se coloca un pedazo de algodón o de lana de cuarzo para evitar que el carbón se filtre al agua limpia.</p> <p>C. Se hace pasar la disolución a través del carbón activo y se recoge el agua limpia. Este es un proceso de purificación similar al de las jarras con filtro.</p> <p>En relación con lo anterior.</p> <p>1. ¿Qué tipo de fenómeno es? ¿Y por qué?</p> <p>2. ¿Cuál es el adsorbente y cuál es el adsorbato en el procedimiento anterior?</p>		
Grupo.	Primera pregunta.	Nivel de aprendizaje.
1	<p>El fenómeno es, fisorción, ya que se da un proceso físico en el cual, un compuesto químico como el azul de metileno, se adhiere a una superficie, en este caso el carbón activado, y en el que la especie adsorbida (fisorbida) conserva su naturaleza química.</p> <p>El adsorbente: carbón activado</p> <p>El adsorbato: azul de metileno</p>	Abstracto extendido.

2	<p>El fenómeno en este caso es la adsorción, puesto que el carbón activado sirve como un bioadsorbente ante el contaminante.</p> <p>En este caso el adsorbente es el carbón activado y el adsorbato es el contaminante, el azul de metileno</p>	Relacional.
3	<p>El fenómeno que se evidencia en el procedimiento es de fisisorción, ya que no hay un cambio en la estructura química</p> <p>También es un fenómeno de adsorción porque existe una adhesión de adsorbato sobre la superficie del adsorbente.</p> <p>Adsorbato: azul de metileno Adsorbente: carbón activado</p>	Abstracto extendido.
4	<p>El fenómeno que se presenta es de fisisorción porque no hay un cambio en las propiedades de los compuestos y de adsorción porque el adsorbato queda en la superficie del adsorbente.</p> <p>El Adsorbato es el Azul de metileno El Adsorbente es el Carbón activo</p>	Abstracto extendido.

Tabla 9. Niveles de aprendizaje finales, resultantes de la segunda pregunta.

<p>Pregunta 2: Numerosos estudios muestran que el río Fucha presenta elevadas concentraciones de zinc en la mayoría de sus tramos. Las concentraciones de zinc presentan un comportamiento ascendente a medida que el cauce del río aumenta; de esta manera, las más elevadas se encuentran en Zona Franca (2,7 mg/L) y Fucha Alameda (4,5 mg/L). Respecto a los criterios de vida acuática (0,1 mg/L) y agua potable (4 mg/L). la carga de metales pesados es originada en un 86.1% por zinc, lo cual se asocia al sector productivo de metalmecánica (procesos de galvanoplastia, zincado de piezas metálicas).</p> <p>Plantee una posible solución para tratar las aguas residuales utilizando Bioadsorbentes con una breve descripción de los siguientes parámetros:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hipótesis - Metodología: - Resultados esperados 		
GRUPO	RESPUESTA	NIVEL
1	<p>Hipótesis: a partir de un bioadsorbente no convencional como lo son los residuos de la industria alimentaria, en este caso la cascara de papa, empleada en la industria de paquetes, se espera que se lleve a cabo una alta remoción de metales pesados, específicamente del Zn, en las aguas residuales.</p> <p>Metodología:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Recolectar los residuos de cáscara de papá 2. Triturar los residuos de papas 	Abstracto extendido.

	<p>3. Añadir carbón activado para mejorar la adsorción del metal</p> <p>4. Tomar la muestra de agua con metales, específicamente el Zn, y agregar la cáscara de papa</p> <p>5. Leer y determinar el % de adsorción mediante el espectrofotómetro</p> <p>Resultados esperados: se llevó a cabo una remoción de metales pesados, específicamente del Zn, el cual es un residuo de la industria metalúrgica, en un 97%, lo cual demuestra que es un óptimo bioadsorbente para la implementación en aguas residuales</p>	
2	<p>Hipótesis: es posible descontaminar en gran medida las fuentes hídricas, teniendo en cuenta la adhesión de los contaminantes que se encuentran en solución y pueden ser retirados por bioadsorbentes</p> <p>Metodología: Se pueden utilizar bioadsorbentes, tales como coco o cáscaras de naranja</p> <p>se realiza un procedimiento con jarras, en cada una de estas se agregará diferente cantidad del bioadsorbente, esto con el fin de evidenciar a que cantidad es más eficiente, se procede a realizar una agitación (100RPM), en un tiempo de contacto de una hora. Posterior</p>	Abstracto extendido.

	<p>a esto se realiza la filtración del residuo solido (en el cual está el adsorbato y el bioadsorbente). Para estar más seguros se podría realizar una lectura en el espectro para evidenciar la eficiencia del método y sacar conclusiones cuantitativas, según la curva de calibración que anterior a este procedimiento se tuvo que llevar a cabo.</p> <p>Resultados esperados: Se espera que la adsorción sea un proceso eficiente para la remoción de contaminantes en solución así mismo, se espera que el uso de la adsorción en la remoción de contaminantes en solución acuosa mediante el uso de biomasa sea aplicable a estos procesos de descontaminación evitando problemas, como la generación de lodos químico. Se espera identificar qué factores como el pH de la solución, tamaño de partícula, temperatura y la concentración del metal influyen en el proceso.</p>	
3	<p>Hipótesis: La contaminación en ríos de debe a los vertimientos de desechos por parte de industrias como metal mecánica, y una solución para mitigar esta problemática puede ser, la concientización a los dueños de la fabricas para que hagan un tratamiento riguroso a los desechos provocados por la</p>	Abstracto extendido.

	<p>misma. ¿Puede el agua del río Fucha ser recuperada tras una fuerte contaminación por metales pesados como el Zinc?</p> <p>Metodología: Una de las alternativas planteadas en el énfasis es la remoción de metales pesados por tusa de maíz modificada (empleando carbón activado). Someter las aguas residuales con contaminantes en esta caso el Zinc, puede ser efectivo, y una estrategia vista desde el punto de la sustentabilidad ambiental.</p> <p>Resultados:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. La bioadsorción, surge como una alternativa que llama la atención en la remoción de iones de metales pesados en los efluentes industriales, ya que, es una tecnología que permite no solo removerlos, si no también, darle un tratamiento a los desechos agrícolas que antes no tenían ninguna utilidad. 2. Es importante mencionar que este tipo de alternativas pueden remover una gran cantidad de metales pesados, debido a la afinidad que se presenta entre el metal pesado y la celulosa del material. 	
4	<p>Hipótesis: la contaminación por metales pesados al río Fucha es debido a las industrias especialmente de galvanizado que aportan</p>	Abstracto extendido.

	<p>gran contenido de zinc, para mitigar esta problemática, es importante crear unas normativas en las cuales se obligue a las industrias a realizar un tratamiento de residuos de manera rigurosa utilizando bioadsorbentes.</p> <p>Metodología: utilización de tusa de maíz como bioadsorbente para la retención del zinc</p> <p>Resultados esperados: observación de la importancia de alternativas para la remoción de sustancias de interés sanitaria a partir de bioadsorbente como la tusa de maíz.</p> <p>Evaluar diversos agentes eluyentes que permitan la recuperación de los metales.</p> <p>La tusa de maíz podría remover hasta un 50 % de metales en agua</p>	
--	--	--