ENSEÑANZA DE LA ECOTOXICOLOGÍA A PARTIR DEL ENFOQUE INTERDISCIPLINAR Y EL CDC ENTRE QUÍMICA Y EDUCACIÓN AMBIENTAL

JULIÁN FELIPE LOZADA RINCÓN

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

DEPARTAMENTO DE QUÍMICA

BOGOTÁ D.C

2021

ENSEÑANZA DE LA ECOTOXICOLOGÍA A PARTIR DEL ENFOQUE INTERDISCIPLINAR Y EL CDC ENTRE QUÍMICA Y EDUCACIÓN AMBIENTAL

JULIÁN FELIPE LOZADA RINCÓN

Cód. 2017115031

Trabajo de grado para optar al título de:

Licenciado en Química

Línea de investigación

Didáctica de los contenidos Curriculares en Química

Directora de trabajo de grado

Leidy Gabriela Ariza Ariza

Doctora en Educación Ambiental

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

DEPARTAMENTO DE QUÍMICA

BOGOTÁ D.C

2021

Nota de aceptación

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

DEDICATORIA

En primer lugar dedico mi trabajo de grado a este ser divino que iluminó mis ideales docentes, en mi continuo y arduo camino en la Universidad Pedagógica Nacional. A mis familias Rincón Santiago y Contreras Sánchez que incondicionalmente aportaron sus buenos deseos, anhelos, consejos, apoyos morales y económicos en mi carrera. A mis amigos y docentes, quienes no dejaron que me rindiera y siempre creyeron en mí. A todos ellos se los agradezco desde el fondo de mi alma. Para todos ellos hago esta dedicatoria.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios que ilumina mi camino con dedicación, paciencia, disciplina, esfuerzo y cuidado en todos los proyectos que tengo planeados realizar en mi vida.

A mi abuela Jesucita Santiago por haberme otorgado la fortaleza y amor mutuo a lo largo de mi vida, para poder culminar todos mis logros académicos.

A mis padres Mariela Rincón y Marlon Contreras por todo su apoyo emocional, intrapersonal, afectivo, psicológico, económico e incondicional en esta gran etapa de mi vida.

A mi hermana Valeria Contreras que con su apoyo incondicional, siempre estuvo para sacarme una risa, escuchar y aguantar mis idioteces.

A mis tíos Henry Barrera y Rosalba Rincón, y mi primo Diego Morera, quienes con sus brazos abiertos me aportaron emocional y económicamente para la culminación exitosa de mi carrera.

A mi directora Leidy Ariza quien me aportó de sus conocimientos, su profesionalismo, su tiempo, ánimo y paciencia para culminar con tan anhelado momento en mi vida.

A mis evaluadoras, Dora Luz Gómez y Sonia Torres quien aportaron su valioso tiempo en la lectura de la investigación, y la estructuración de pertinentes observaciones.

A mis dos familias, Rincón Santiago y Contreras Sánchez quienes me apoyaron y motivaron mi camino en esta maravillosa profesión docente.

A mis amigos Gloria Sánchez, Juan Esquivel, Sebastián Martínez, Carol Pinta, Luz Acosta, Dallan Rubiano, Los pedagogos: Liz, Lu, Mapu, Franco, Aleja, Dani, Caro, Nico, Leidy, Marlon, Caren, Botas, Leo, y Viernes por permitirme crear experiencias inimaginables junto a ustedes.

A todos mis compañeros investigadores del Semillero Alternaciencias, docentes del departamento de química, y a la Universidad Pedagógica Nacional por permitirme formar en sus prestigiosas aulas.

A la memoria de mis abuelos Carlos Daniel Rincón y Cayetano Contreras.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN 11
1. JUSTIFICACIÓN 13
2. ANTECEDENTES 17
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 21
4. OBJETIVOS 23
4.1. OBJETIVO GENERAL 23
4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS 23
5. MARCO TEÓRICO 24
5.1. PERSPECTIVAS SOBRE EDUCACIÓN AMBIENTAL (EA) 25
5.2. ECOTOXICOLOGÍA 28
5.3. CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA 31
5.4. CAMBIO QUÍMICO 34
5.5. ESTRATEGIA DIDÁCTICA 37
5.6. CONOCIMIENTO DIDÁCTICO DEL CONTENIDO (CDC) 38
6. METODOLOGÍA 41
6.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN 41
6.2. POBLACIÓN 44
6.3. MUESTRA 45
6.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS 46
6.5. ETAPAS DE LA INVESTIGACIÓN 47
6.5.1. Etapa 1 Contextualización 47
6.5.2. Etapa 2 Identificación 48
6.5.3. Etapa 3 Esquematización 48
6.5.4. Etapa 4 Diseño 49
6.5.5. Etapa 5 Análisis 49
7. RESULTADOS Y ANÁLISIS 50
7.1. IDENTIFICACIÓN DE CATEGORÍAS A PRIORI Y EMERGENTES 50
7.1.1. Análisis Documental 50
7.1.2. Triangulación Interdisciplinaria 54
7.1.2.1. Relación Interdisciplinar entre Ecotoxicología, Cambio Químico y Contaminación Atmosférica 54

7.1.3. Análisis Textual del Discurso (ATD) 57
7.1.3.1. Planes de Estudio del PLQ y la LCNEA 57
7.1.3.2. ATD de los Syllabus Académicos 62
7.1.3.2.1. ATD de la asignatura Educación Ambiental del PLQ 64
7.1.3.2.2. ATD de la asignatura Teorías Químicas III del PLQ 67
7.1.3.2.3. ATD de la asignatura Estructura de la Materia II de la LCNEA 70
7.1.3.2.4. ATD de la asignatura Sistemas Complejos de la LCNEA 74
7.2. ESTRUCTURACIÓN DE NODOS COGNITIVOS INTERDISCIPLINARES 77
7.2.1. Diseño y Validación de la Entrevista Semiestructurada 77
7.2.2. Análisis del CDC 79
7.2.3. Nodos Cognitivos Interdisciplinares 90
7.3. PERSPECTIVA DE LA SECUENCIA DIDÁCTICA 92
7.3.1. Diseño de las Estrategias Didácticas de la Secuencia 92
7.3.2. Validación de la Secuencia Didáctica 95
8. CONCLUSIONES 98
9. RECOMENDACIONES 102
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 103
ANEXOS 109

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Componentes de indagación 52
Tabla 2. Establecimiento de categorías a priori obtenidas en el análisis documental y triangulación 63
Tabla 3. Categorías a priori y emergentes asignatura Educación Ambiental 64
Tabla 4. Categorías a priori y emergentes asignatura Teorías Química III 67
Tabla 5. Categorías a priori y emergentes asignatura Estructura y transformaciones de la materia II 71
Tabla 6. Categorías a priori y emergentes asignatura Sistemas Complejos 74
Tabla 7. Resultados Validación de la Entrevista 79
Tabla 8. Datos de los profesores entrevistados 80
Tabla 9. Análisis CDC Profesor 1 82
Tabla 10. Análisis CDC Profesor 2 84
Tabla 11. Análisis CDC Profesor 3 86
Tabla 12. Análisis CDC Profesor 4 88
Tabla 13. Esquematización previa de la Secuencia Didáctica 92
Tabla 14. Resultados de Validación de la Secuencia Didáctica 97

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Perspectiva interdisciplinar del trabajo de investigación.....24
Figura 2. Características interdisciplinares sobre la Educación Ambiental, Toxicología Ambiental y Ecotoxicología 30
Figura 3. Organización jerárquica de temas en ecotoxicología 31
Figura 4. Esquema interpretativo entre Cambio Químico, Contaminación Atmosférica y Ecotoxicología.....36
Figura 5. Integración de los tipos de conocimientos / Creencias docentes para formar el CDC 39
Figura 6. Tipo de investigación del trabajo 43
Figura 7. Procedimiento del Análisis Textual del Discurso 44
Figura 8. Etapas del proyecto de investigación frente al desarrollo de los objetivos 47
Figura 9. Triangulación conceptual entre ecotoxicología, cambio químico y contaminación atmosférica.....56
Figura 10. Plan de estudios del PLQ en su versión 2.0 57
Figura 11. Plan de estudios del PLQ en su versión 3.0 59
Figura 12. Plan de estudios de la LCNEA en su versión 1.0 61
Figura 13. Porcentaje de frecuencias de las Categorías a priori en Educación Ambiental 65
Figura 14. Porcentaje de frecuencias de las Categorías emergentes en Educación Ambiental 66
Figura 15. Porcentaje de frecuencias de las Categorías a priori en Teorías Químicas III 68
Figura 16. Porcentaje de frecuencias de las Categorías emergentes en Teorías Químicas III 70
Figura 17. Porcentaje de frecuencias de las Categorías a priori en Estructura y transformaciones de la materia II 72
Figura 18. Porcentaje de frecuencias de las Categorías emergentes en Estructura y transformaciones de la materia II 73
Figura 19. Porcentaje de frecuencias de las Categorías a priori en Sistemas Complejos 75
Figura 20. Porcentaje de frecuencias de las Categorías emergentes en Sistemas Complejos 76
Figura 21. Nodos Cognitivos Interdisciplinares sobre la Ecotoxicología.....91
Figura 22. Elementos de la Secuencia Didáctica 96

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Análisis Documental del libro *"Fundamentals of Ecotoxicology: The Science of Pollution"* 109
Anexo 2. Análisis Documental del libro *"A handbook of environmental toxicology: Human disorders and ecotoxicology"*.....109
Anexo 3. Análisis Documental del libro *"Toxicología Ambiental: Evaluación de Riesgos y Restauración Ambiental"* 110
Anexo 4. Análisis Documental del Material de Apoyo sobre Ecotoxicología 111
Anexo 5. Análisis Documental del libro *"Basic of Ecotoxicology"* 111
Anexo 6. Análisis Documental del libro *"Environmental toxicology"* 112
Anexo 7. Análisis Documental del escrito *"Uma cartografía das corrientes em educaçao ambiental"*.....113
Anexo 8. Análisis Documental del artículo *"Educación y ecociudadania. Dimensiones claves de un proyecto político-pedagógico"* 114
Anexo 9. Análisis Documental del artículo *"Contaminación atmosférica efectos en la salud respiratoria en el niño"*.....114
Anexo 10. ATD "Asignatura de Educación Ambiental" 115
Anexo 11. ATD "Asignatura de Teorías Químicas III".....116
Anexo 12. ATD "Asignatura de Estructura y transformaciones de la materia II".....119
Anexo 13. ATD "Asignatura de Sistemas Complejos" 121
Anexo 14. Formato Consentimiento Informado 123
Anexo 15. Formato De Entrevista Semiestructurada.....126
Anexo 16. Formato De Validación de la Entrevista 130
Anexo 17. Secuencia Didáctica para la Enseñanza de la Ecotoxicología 132
Anexo 18. Formato de Validación de la Secuencia Didáctica 153

INTRODUCCIÓN

La enseñanza de la química, y seguidamente los procesos de aprendizaje de esta ciencia deben poseer según Correa (2012) una secuencia compleja con alternativa interdisciplinar de los contenidos conceptuales, prácticos y actitudinales. El primero referente al saber de los hechos, sistemas de conceptos, principios, y acontecimientos; el segundo en relación con el saber hacer por medio de la diversas técnicas, métodos, estrategias y procedimientos de estudio; y el tercero con incidencia en el interés y disposición de los estudiantes hacia la clase, resaltando el aprender hacer. La integralidad de estos contenidos incide en la formación inicial de profesores a través del cambio microcurricular de unidades, estrategias y herramientas de intervención didáctica. Posteriormente, la química debe plantear un enfoque interdisciplinar con demás ciencias o disciplinas, tal y como es el caso de la educación ambiental, donde se pone en marcha la indagación de los contenidos de ambas partes para fusionarlos y generar una esquematización de estos. Es labor del docente ver un punto de convergencia entre los múltiples contenidos de enseñanza de las diversas áreas de conocimiento, y dejar a un lado la concepción del paradigma disciplinar en la formación.

Por otra parte, la importancia del pensamiento interdisciplinar del docente también radica en el conocimiento didáctico del contenido (CDC) que establece las pautas sobre la adecuación e integración del proceso de enseñanza. Donde se pueda responder a varias preguntas de la didáctica y estipular otras orientadas a un enfoque interdisciplinar, siempre y cuando podamos recalcar el ejercicio docente en comprender los contenidos delineados desde la enseñabilidad y su aporte en el aprendizaje. Por esta razón, el trabajo de investigación trae a colación las categorías disciplinares, históricas-epistemológicas, contextuales y psicopedagógicas, asociadas a la integralidad didáctica suscitada por el CDC en química, con un valor interdisciplinar con la Educación Ambiental, que a lo largo del marco teórico y de antecedentes se estará abordando.

Al mismo tiempo, la educación ambiental (EA) junto al aporte interdisciplinar en la enseñanza de la química otorga una perspectiva en la toma de acciones para establecer

soluciones respecto a las múltiples problemáticas ambientales que rodean el entorno de los estudiantes en una realidad social cambiante (Lozada y Ibáñez, 2021). También, la educación ambiental se adecua como un todo transformador del contexto socio-ambiental del individuo, desde el cual podrá tomar decisiones a priori para proporcionar soluciones viables ante los problemas actuales y futuros. Es de mayor importancia el estudio de la educación ambiental desde su colectivo del ser, el otro y la comunidad, como conectores de la pedagogía del diálogo de saberes y experiencias, sobre factores sociales, políticos, económicos, ambientales y educativos.

En otro punto de vista, el marco teórico incorpora todas las temáticas que son partidarias para comprender la finalidad del trabajo de investigación, en este se presentan algunos diagramas que visualizan los procesos de esquematización a un nivel interdisciplinar en referencia a los temas de ecotoxicología, la contaminación atmosférica y el cambio químico. Se indaga sobre la ecotoxicología como una de las ramas que se estudia desde la toxicología ambiental, la cual posee una mirada en la EA. Luego, se anexa a esta la problemática ambiental de contaminación atmosférica que también tiene incidencia interdisciplinar entre química y EA, y finalmente, el abordaje del concepto estructurante de la química denominado cambio químico. Hasta este punto se puede evidenciar una primera vía hacia los nodos cognitivos interdisciplinares que predominarán en la investigación. Igualmente, el marco teórico aporta las concepciones acerca de las secuencias didácticas y el CDC.

Finalmente, el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) es mediador para el desarrollo del trabajo de investigación, ya que propicia competencias para indagar sobre la búsqueda de la información, envío de correos electrónicos para solicitud de información necesaria en el avance investigativo, y dispone múltiples de alternativas para la realización de esquemas orientadores de la secuencia didáctica. También, el uso de las TIC se fomenta por las condiciones actuales del problema de salubridad a causa de la pandemia por COVID-19, considerada como un problema ambiental, social y científico, al interactuar con los factores predominantes en la contaminación atmosférica.

1. JUSTIFICACIÓN

Las investigaciones sobre la educación ambiental (EA) han establecido nuevas miradas sobre su significado, corrientes, elementos, categorías de análisis, y demás indagaciones que la sitúan en un estado de acción referente a la participación activa ante las crisis ambientales. El discurso de experiencias y saberes se ha fortalecido a lo largo de estos años a partir de la misma historia de la EA en un impulso sólido, múltiple, permanente y diverso del patrón transformador de la educación ambiental a través de una pedagogía del dialogo. En vista de ello, se busca con el trabajo de investigación la integración de una visión interdisciplinar entre la enseñanza de la química y la educación ambiental, ya que se evidencia un factor de complejidad a la hora de orientar los contenidos de ambas partes, en un común punto de convergencia del diseño curricular. Estas deben establecer nodos cognitivos interdisciplinares que articulen lo disciplinar, y les permita establecer congruencias entre sí, en perspectiva de los contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales.

En otro punto de vista, el trabajo de investigación nace de la necesidad de instaurar una visión interdisciplinaria en algunos programas de orden disciplinar en la Universidad Pedagógica Nacional de Colombia, por tal motivo, el trabajo es necesario para aquellos docentes en formación inicial y en ejercicio laboral, puesto que les permite ver una trazabilidad entre componentes de otro tipo, con su respectiva área de conocimiento. Así, comprender y analizar sobre su conocimiento didáctico del contenido (CDC), en relación con sus categorías disciplinares, históricas-epistemológicas, contextuales y psicopedagógicas. Tal y como es el caso de la Licenciatura en Química que relaciona la formación docente a un paradigma disciplinar de los contenidos, y lo que se pretende en este trabajo es tener otra mirada de algunos espacios del PLQ y la LCNEA hacia la interdisciplinariedad.

Se resalta este estudio porque estamos acostumbrados durante la formación inicial docente a un paradigma disciplinar formativo, que deja a un lado las relaciones existentes

entre contenidos de distintas carreras profesionales de la Universidad Pedagógica Nacional. De esta manera y por medio de la investigación se propone un cambio de perspectiva ante los argumentos anticuados de la no existencia de un punto común denominador entre áreas de conocimientos, concretamente la educación ambiental y la química, tal y como lo contra argumenta Sauvé (2005) indicando que si se introducen las problemáticas ambientales, por ejemplo, no se hace química. Este contraargumento fue clave para pensar en realzar el enfoque interdisciplinar del cual se orienta el trabajo.

Así mismo, se evidencia una delimitación de la educación ambiental meramente a la enseñanza de valores sobre el ambiente, cuando sabemos que vas más allá de eso, y se adentra a las acciones frente a la dimensión compleja de los problemas ambientales, modificando y construyéndose como una política pública educativa, y también como herramienta para la intervención social, donde se pueda transmitir, sensibilizar, transformar y plasmar una nueva óptica del conocimiento social, cultural, político, económico y de la naturaleza.

Otra pregunta que se puede suscitar y justificar en el trabajo es ¿por qué la estructuración de estrategias didáctica desde la interdisciplinariedad?, las estrategias didácticas traen a colación la influencia práctica del diseño alternativo curricular, en la identificación de conceptos convergentes y la adecuación de estos. Los investigadores antes de proponer un objetivo en sus trabajos respecto a la educación ambiental, y seguidamente ponerlo en marcha, deben pensar si hay la posibilidad de romper con concepciones que no permitan ver un enfoque interdisciplinar, y en cambio, proponer soluciones al respecto con ayuda del análisis de las hipótesis de transición, en dado caso.

De igual manera, el trabajo implica un valor teórico en el estudio de la línea de investigación del conocimiento didáctico del contenido dispuesto desde la ecotoxicología, como área de conocimiento de la toxicología ambiental, en referencia a la educación ambiental, e implica la realización de un balance entre sus respectivas categorías de análisis, tanto lo científico, tecnológico y práctico. Por tanto, hay una novedosa visión del CDC y su afinidad hacia la enseñabilidad mediante la propuesta de la secuencia didácticas. Entendiéndose estás como un objetivo del docente a la hora de planificar,

estructurar y llevar a cabo los procesos de enseñanza en el aula, y en donde se agrupan aquellos contenidos contextualizados para potenciar el aprendizaje de los estudiantes.

En retrospectiva, la comunidad académica de profesores en formación debe entender que el CDC trae por sí mismo características sobre la adecuación y estructuración de los contenidos de enseñanza, y en el caso particular en la química, así que se deben encontrar puntos orientadores para instaurar otros conocimientos afines, como lo es la EA. Es el objetivo de enseñar el centro del pensamiento del profesor para la búsqueda de nuevas formas para erradicar metodologías, enfoques y evaluaciones obsoletas en su quehacer laboral e investigativo, y responder a los procesos de aprendizaje en sus estudiantes de manera eficaz y verídica.

Por otro lado, la selección del programa de licenciatura en química (PLQ) y la licenciatura en ciencias naturales y educación ambiental (LCNEA) radica porque integran una visión inicial de las ciencias (biología, química y física) en su contextualización curricular. Así mismo, el PLQ organiza en sus objetivos la formación de docentes con un saber químico que requiere ser incrementado ante el conocimiento interdisciplinar sobre la educación ambiental, y la jerarquización de contenidos a fines, como la ecotoxicología. Por otra parte, la LCNEA desde su objetivo y presentación pedagógico y didáctico instaura una perspectiva transversal de su plan de estudios hacia la interdisciplinariedad, con la capacidad de formar educadores que solucionen problemáticas con relaciones multi, inter y transdisciplinar de las ciencias. Por otro lado, el PLQ aporta los contenidos conceptuales y prácticos sobre cambio químico y su afinidad hacia la enseñanza de la ecotoxicología a partir del análisis respectivo de los syllabus académicos, y en cambio, la LCNEA incrementa el estudio a fin de la educación ambiental y la integración de la temática de contaminación atmosférica en la ecotoxicología, mediante el análisis de algunos syllabus académicos y entrevistas semiestructuradas a los docentes a cargo.

Seguidamente, se pueden generalizar los resultados del trabajo de investigación mediante el pensamiento sobre otras temáticas del área de la química y la educación ambiental, donde se pueda llevar a cabo una organización conceptual, procedimental y actitudinal de los contenidos a través de diversas secuencias didácticas, que permitan la

armonía entre los procesos de enseñanza y aprendizaje. Finalmente, el trabajo tendría un impacto en el conocimiento sobre la adecuación interdisciplinar de los contenidos de enseñanza, permitiendo la orientación de estos frente a **nodos cognitivos interdisciplinares (NCI)** que como docentes podemos generar, de tal forma se aporta la creación y ejemplificación de la llamada NCI. Las temáticas relacionadas con la ecotoxicología articulan contenidos de la química, biología y la física, por tal motivo, es de gran importancia investigar acerca de este tema, ya que permite suscitar una mirada interdisciplinar de la química y la educación ambiental, y la estructuración de la secuencia didáctica.

2. ANTECEDENTES

A lo largo de los años, las investigaciones sobre el Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC) han tenido un trasfondo en el mejoramiento de la acción de enseñanza de los docentes. Un estudio pleno en la formación inicial de docentes, y específicamente el CDC permite un análisis e interpretación de los conocimientos particulares del docente en formación sobre el cambio curricular en su área, específicamente un cambio microcurricular. El microcurrículo hace que el docente integre a su área de conocimiento algunos componentes pedagógicos, didácticos, metodológicos, evaluativos, entre otros. Que amplían la visión de la enseñanza, enriqueciendo los procesos de aprendizaje, al reconocer las exigencias de los estudiantes frente al proceso de construcción de conocimiento. Exigencias que radican también en la retroalimentación, esquematización, interés, motivación y socialización de los contenidos.

Con referencia a lo anterior, según Mora y Parga (2014) los cambios en el CDC de un profesor frente a un contenido pueden ser dinamizados mediante hipótesis de transición las cuales son esenciales para el diseño curricular formativo. Se resalta por parte de los autores una resistencia al cambio curricular, es así como, el docente debe darse a la idea de transcender con relación al paso del tiempo, por tal motivo, debe entender que el CDC no permanece en un estado estacionario, por el contrario, transciende una vez el docente piensa en el cambio de su perspectiva microcurricular.

Dentro de la misma representación, el abordaje del CDC permite que los trabajos pasen por el desarrollo de tramas, el perfeccionamiento de niveles de transición, el diseño de unidades didácticas y por el diseño de unidades microcurriculares (Parga y Mora, 2017). El papel del docente en la investigación sobre las interpretaciones microcurriculares y del CDC refiere en la evaluación delicada y minuciosa de los contenidos de enseñanza. El diseño de estrategias didácticas y construcción cognitiva por parte del docente permite plantear hipótesis relativas a la posible transición, tanto de progresiones como de regresiones respecto al conocimiento deseable (Mora y Parga, 2014).

La incidencia de la hipótesis de transición en la estructuración interdisciplinar de los contenidos entre Educación Ambiental (EA) y la enseñanza de la química, se traza como un paradigma de la complejidad (Rodríguez-Marín et al., 2014) al referir un cambio de nuestra propia concepción de la investigación en didáctica. Hay una existencia interdisciplinar al señalar y orientar determinados contenidos de distintas áreas de conocimiento, explorando ideas de manera colectiva y refiriendo puntos de encuentro entre las mismas, como si se tratara de nodos cognitivos interdisciplinares, de tal manera, se genere un eficiente proceso de enseñanza y aprendizaje. Cabe resaltar que, las hipótesis de transición se tratarían de un instrumento didáctico útil para programar la intervención educativa y para orientar la exploración y comprensión de las dificultades de los alumnos. (Rodríguez-Marín et al., 2014).

Desde el punto de vista de Llano et al. (2016) el conocimiento del docente debe dirigirse hacia el estudio y la aplicación de nodos cognitivos interdisciplinares, precisando el análisis de las diferentes vías, ventajas y desventajas para abordar dicho enfoque, para la solución compleja de problemas de la sociedad actual. De igual manera, los anteriores autores integran la necesidad contemporánea del enfoque interdisciplinar en los procesos de enseñanza y aprendizaje, destacando una dimensión transformadora e integral de ambos procesos. Cabe señalar, el establecimiento de relaciones entre contenidos, tal y como se describió en el anterior párrafo, que posee una mirada desde el diseño microcurricular, al no visualizar las disciplinas o conocimientos como elementos aislados.

Según Fiallo (2001) un enfoque interdisciplinar permite la flexibilización entre disciplinas, contribuyendo en las investigaciones de estas, a su vez, podemos apropiar e incrementar la motivación de los conocimientos recibidos de diferentes asignaturas, y así ampliar los medios bibliográficos en torno a la enseñanza. Finalmente, el diseño curricular debe ser visto de manera abierta y flexible, que aborde la identificación de elementos transversales entre contenidos, de lo contrario seguiremos en un paradigma disciplinar de formación.

Por otra parte, se atribuye un riguroso trabajo del pensamiento interdisciplinar entre la educación ambiental y la enseñanza de la química, al integrar tres contenidos: el primero contenido denominado ecotoxicología, que otorga un papel colectivo sobre el

conocimiento del ecosistema y la afectación global por un tóxico. A diferencia de la perspectiva de la toxicología ambiental, que hace énfasis a un particular momento de afectación, por ejemplo, como afecta un tóxico al funcionamiento de una célula, y no abordamos una mirada general de las consecuencias. Del mismo modo, Ramírez et al. (2018) desarrollan material de apoyo para la enseñanza y aprendizaje de la ecotoxicología, mediante el fomento de prácticas de laboratorio, ejercicios y cuestionarios relacionados con vídeos y artículos del contenido de ecotoxicología. Resaltan los autores, la ecotoxicología como una ciencia nueva, que reconoce el destino, lo efectos y soluciones de los químicos en los ecosistemas. Podemos resaltar que la importancia de diseñar una secuencia didáctica desde la ecotoxicología radica en la interpretación, esquematización y análisis de la información sobre la temática.

Ahora bien, el segundo contenido se designa desde la contaminación atmosférica, y como esta se integra al desequilibrio negativo sobre el medio ambiente y la salud humana. Se constituye la contaminación atmosférica como una de las problemáticas ambientales con incidencia en la educación ambiental (abordando aspectos sociales, científicos, políticos, éticos, educativos, entre otros), y como aquella que ramifica demás desequilibrios del ambiente, tales como la lluvia ácida (Garcés y Hernández, 2004), el cambio climático (Quiroga y Mora, 2017; Camargo y Alonso, 2007), la degradación de la capa de ozono (Roa et al., 2020), el smog o contaminante fotoquímico (Romero et al., 2006), el ozono troposférico como contaminante secundario (Ramón y Hernández, 2020), y el incremento de la temperatura por gases de efecto invernadero (Hernández, 2021).

No obstante, la importancia de hablar sobre contaminación atmosférica radica en el auge sobre la demanda de sus efectos ambientales provocados durante años, y como podemos conocer y proporcionar soluciones ante esta problemática ambiental mediante la enseñanza y aprendizaje con un enfoque interdisciplinar en cualquiera de las áreas de conocimientos. Así mismo, la contaminación atmosférica nos proporciona el estudio acerca de “sustancias nocivas en la atmósfera en concentraciones que podrían llegar a provocar daño” (Ubilla y Yohannessen, 2017). De tal manera, se pueda indagar sobre la

fuente de las sustancias nocivas y su afectación ecotoxicológica entre la salud humana y el ambiente.

Cabe mencionar que, cuando se destaca una afectación relacionada con los contaminantes atmosféricos se hace referencia a un desequilibro químico, conceptualmente establecido desde el cambio químico, resaltando el conocimiento teórico-práctico de los tipos de reacciones químicas. Desde la perspectiva de Gavilán et al. (2013) diseñar estrategias a partir del tema de contaminación del aire o atmósfera, requiere tener un enfoque sistémico al conocer y desarrollar habilidades mediante tareas concretas, y donde se puedan evaluar situaciones simuladas de la realidad. De esta manera, se evidencia la importancia del concepto estructurante de cambio químico como tercer contenido, con un fin interdisciplinar entre los contenidos de ecotoxicología y la profundización en el desequilibrio provocado por la problemática ambiental de contaminación atmosférica.

De este modo, se articula las estrategias didácticas como forma de jerarquización y análisis de los contenidos conceptuales, prácticos y actitudinales orientados los procesos integrales de enseñanza y aprendizaje en cualquier nivel de formación, y más aún, como una competencia del docente con relación a la conceptualización teórica, identificación de contenidos y descripción de la realidad que abordará el desarrollo de las estrategias didácticas a partir de actividades estratégicamente planteadas (Hernández et al., 2015). De igual forma, la integración didáctica de las estrategias en referencia del CDC según Ariza (2009) confiere la unión de contenidos de la ciencia a enseñar, así como la relación entre el conocimiento científico que conoce el profesor y el conocimiento cotidiano del estudiante, para el caso del diseño microcurricular sobre la combustión con enfoque CDC.

Cada uno de los antecedentes anteriormente señalados unifican el conocimiento sobre la realización de la secuencia didáctica entorno a nodos cognitivos interdisciplinares entre la enseñanza en química y la educación ambiental, teniendo presente los ejes orientadores existentes entre la ecotoxicología, contaminación atmosférica y cambio químico.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El principal propósito de estudio en esta investigación es la relación interdisciplinar entre la enseñanza de la química y la educación ambiental a través del intercambio de concepciones teóricas, prácticas y actitudinales en las temáticas de ecotoxicología, contaminación atmosférica y cambio químico. En concreto, esta relación interdisciplinar también trae en retrospectiva la estructuración de entrevistas y la secuencia didáctica desde el CDC, donde se ponga en marcha el papel del docente en la planeación y adecuación de los contenidos de enseñanza de la ecotoxicología.

Por otro lado, debemos indagar el por qué un docente del siglo XXI posee un pensamiento disciplinar de las áreas de conocimientos, y específicamente la química con relación a otras ciencias. Cuando cuenta con el establecimiento de metodologías contemporáneas para la enseñanza y aprendizaje, el abordaje de distintas formas de evaluación didácticas de los procesos de formación, y donde tiene la opción de valorar su actividad docente mediante el CDC.

Es impactante ingresar a una clase de química y escuchar al docente decir que no existe por ejemplo una relación interdisciplinar en bioquímica, sobre los conocimientos previos de química orgánica y la biología celular. Es aquí donde empezamos a pensar y analizar sobre el valor significativo de realizar relaciones conceptuales entre la química y educación ambiental, para eliminar los argumentos no interdisciplinares en demás áreas del saber.

Así mismo, el docente deber ser partidario en la organización y esquematización de los contenidos desde su aporte microcurricular al proceso de enseñanza y aprendizaje. Por tal motivo, la instauración de una secuencia didáctica en el presente trabajo permite impulsar la investigación sobre la organización de los contenidos de enseñanza en un esquema eficaz para el docente, el cual pueda apropiar y rediseñar para sus clases, también, la secuencia didáctica es aquella herramienta guía básica del docente para

desarrollar los procesos de trasposición didáctica de los contenidos de un programa curricular.

De este modo, el trabajo de investigación plantea la siguiente pregunta problema: ¿Cómo estructurar una secuencia didáctica con enfoque interdisciplinar y el CDC para la enseñanza de la ecotoxicología a partir de los nodos cognitivos interdisciplinares entre el Programa de Licenciatura en Química (PLQ) y la Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental (LCNEA) de la Universidad Pedagógica Nacional?

Cabe resaltar que, del PLQ se extraen algunos contenidos conceptuales y prácticos sobre el concepto estructurante cambio químico, a partir del ATD de los respectivos syllabus académicos (documentos especializados); es así que, se potencia el estudio teórico, practico y actitudinal a profundidad en la LCNEA obteniendo los diferentes ATD de los syllabus académicos seleccionados y de las entrevistas semiestructuradas hacia los docentes de la LCNEA, es así como, se articula la construcción de una entrevista desde el CDC y el enfoque interdisciplinar para la enseñanza de la ecotoxicología, suscitando una ardua participación de esta licenciatura, en temas emergentes de investigación.

Por último, se considera el planteamiento de preguntas secundarias que estarán presentes para el análisis de los resultados, las que permiten operacionalizar la investigación son:

¿Cuáles son los componentes de indagación que se pueden identificar en los contenidos de ecotoxicología, educación ambiental y el CDC para la realización de estrategias didácticas?

¿De qué forma la ecotoxicología y su relación con las temáticas de contaminación atmosférica y cambio químico permite un aporte al pensamiento y análisis interdisciplinar entre la química y la educación ambiental?

4. OBJETIVOS

4.1. OBJETIVO GENERAL

Diseñar una secuencia didáctica estructurada con enfoque interdisciplinar y el CDC para la enseñanza de la química a partir de la ecotoxicología como aplicación en el contexto científico y socioambiental para la formación inicial de profesores en la licenciatura de ciencias naturales y educación ambiental, y de la licenciatura en química de la Universidad Pedagógica Nacional.

4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Identificar desde el análisis documental, triangulación y el análisis textual del discurso las categorías a priori y emergentes para resaltar el conocimiento interdisciplinar en la enseñanza de la química contextualizada con una mirada en la ecotoxicología como forma de aplicación científica, tecnológica y práctica.

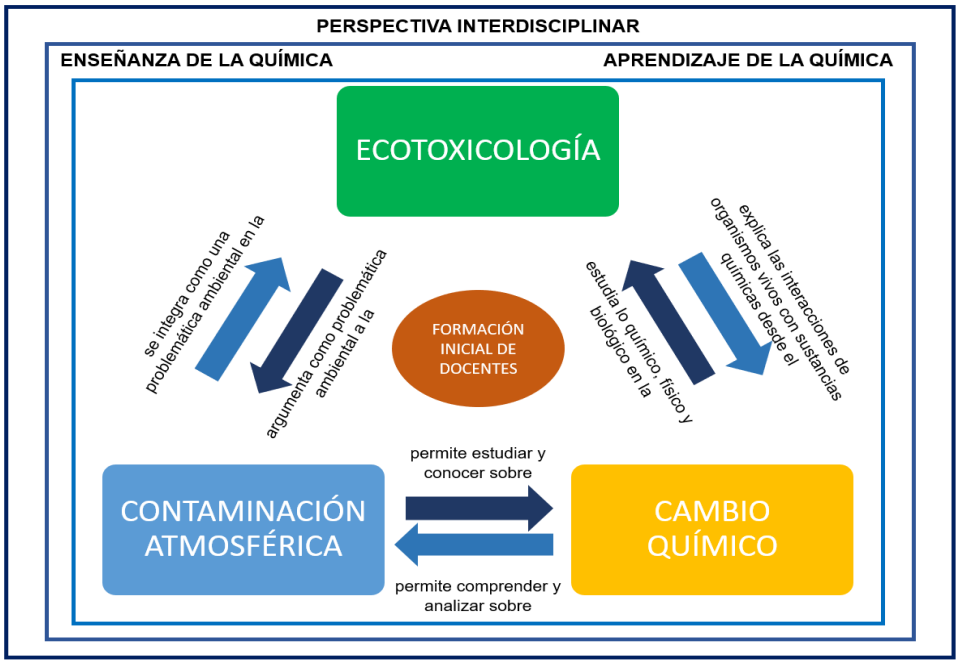
Estructurar los nodos cognitivos interdisciplinares entre ecotoxicología, educación ambiental y enseñanza de la química a partir de los documentos teóricos especializados (syllabus académicos) del PLQ y la LCNEA, y las entrevistas semiestructuradas a docentes de espacios académicos específicos de la LCNEA.

Proponer y validar una secuencia estructurada con estrategias didácticas interdisciplinares que visualicen la enseñanza de la química contextual y la educación ambiental mediante la integración de la ecotoxicología, contaminación atmosférica y cambio químico.

5. MARCO TEÓRICO

El marco teórico del presente trabajo se articula desde las perspectivas sobre educación ambiental (EA) hasta la contextualización sobre el conocimiento didáctico del contenido (CDC). Se debe tener presente las relaciones existentes entre cada una de las temáticas teóricas, desde el análisis y conocimiento de conceptos, enfoques, representaciones y modelos partidarios para una investigación con mira interdisciplinar entre la educación ambiental y química, donde se es necesario resaltar el ámbito de la enseñanza y aprendizaje de esta ciencia. Es así como, se desarrolla la figura 1.

Figura 1. *Perspectiva interdisciplinar del trabajo de investigación*



Nota. Se muestra en la figura la perspectiva interdisciplinar del trabajo de investigación. Fuente: elaboración propia.

5.1. PERSPECTIVAS SOBRE EDUCACIÓN AMBIENTAL (EA)

La educación ambiental se integra a la enseñanza y aprendizaje de la química de manera interdisciplinar, siempre y cuando tengamos una perspectiva crítica sobre el fin estructural de los contenidos. De tal forma, tengamos una visión amplia de la jerarquización de los conocimientos conceptuales, procedimentales y actitudinales en concordancia con el ámbito del actuar frente a la educación ambiental. Así mismo, la educación ambiental deviene conceptualmente de las consideraciones políticas con relación a la implementación de acciones educativas tendientes al conocimiento, concientización, restauración y preservación del medio ambiente. (Zabala y García, 2008).

Lo anteriormente estipulado, fue socializado en la Conferencia Internacional sobre el Medio Ambiente en la ciudad de Estocolmo, hacia el año 1972. Para ese entonces, el mundo afrontó un cambio paradigmático frente a los pensamientos ambientales, ya que se comprendieron un sinfín de problemas del ambiente, que crecían a la par de la población humana. Actualmente, las problemáticas ambientales aumentan a medida que se incrementa la demanda de la sociedad, según Gonzáles y Valencia (2013) los problemas ambientales obedecen, por una parte, a la forma de ser de la correspondiente organización social, y a una estructuración cultural masiva de la población humana en un contexto biofísico.

De tal forma, se suscita la educación ambiental como enfoque interdisciplinar, que dirige todas aquellas problemáticas ambientales en un objetivo común de la educación, tanto formal como informal, que se discutió y plasmó en la carta desarrollada en la Reunión Internacional en Belgrado, en el año 1975. Donde se resalta, el ejercicio docente de estructurar y relacionar los contenidos de ambas partes, de lo ambiental hacia un área de conocimiento especifico de la educación. Cabe resaltar que, como docentes no debemos poseer una concepción única de la educación ambiental, que relaciona las ciencias como biología o química al conocimiento sobre el medio ambiente, sino en cambio trascender e involucrar lo ambiental a concepciones sociales, físicas, tecnológicas, filosóficas, entre otras.

Por otro lado, hacia el año 1977 en la I Conferencia Internacional sobre Educación Ambiental en Tbilisi, se invita a todas las naciones a pensar y reflexionar sobre la educación ambiental, y en buscar las mejores opciones de incorporarla a los planes de acciones pedagógicas escolares. Se comienzan a generar nuevas medidas de investigación para integrar la EA de tal forma no se perdiera el sentido interdisciplinar, enfatizando la innovación de conocimientos tecnológicos y la integración de valores éticos ante el medio ambiente.

Aunque la unión de la ética desde la concientización ambiental se venía promoviendo desde la Conferencia Internacional de Educación Ambiental a finales de 1975, donde se estipuló como uno de los objetivos de la educación ambiental, la toma de conciencia, como forma de brindar ayuda a las personas y a la comunidad para adquirir sensibilidad y postura ética sobre el medio ambiente y de los problemas del contexto. Del mismo modo, la educación se ha encargado de poner en marcha la integración de dicho objetivo dentro de los marcos institucionales, para que sean articulados interdisciplinarmente.

Más adelante, se integra a la educación técnica y profesional nuevas perspectivas sobre EA, argumentando una nueva dimensión en la enseñanza, que permiten desarrollar y fortalecer habilidades ciudadanas (Sauvé, 2014). Desde esta perspectiva, la educación ambiental se integra al estudio social y ecológico, según Sauvé (2014) atendiendo a la interacción ética, crítica y política, que permite definir la EA como el conjunto de realidades socio ecológicas con las cuales interactuamos, de tal forma, que posibilitemos un currículo orientado en la enseñanza interdisciplinar en EA. Por otro lado, según Zabala y García (2008) se revisan las políticas de educación ambiental sugeridas en Tbilisi, en el año 1987 en Moscú, en lo que fue el Congreso Internacional sobre Educación y Formación Ambiental.

Hacia los años noventa, los enfoques sobre EA se siguen orientando en el estudio de la demanda social dentro del contexto biofísico, y la profundización de la degradación del medio ambiente y la disminución de los recursos naturales (Zabala y García, 2008). Como se viene articulando en el trabajo, las relaciones interdisciplinares poseen un trasfondo en el estudio y análisis de contenidos entre dos o más áreas de conocimiento. De tal

manera, la disminución de los recursos naturales tiene una relación con los sistemas económicos y políticos de un país, dando paso a las perspectivas sobre la economía y política ambiental, desde las cuales se estructura la Ley 93 de 1993, en Colombia.

Desde otro punto de vista, las representaciones y estipulaciones sobre la sostenibilidad y sustentabilidad ambiental dan marcha a finales del siglo XX y comienzos del siglo XXI, codificando el desarrollo de las actividades humanas frente al mejoramiento del ambiente, al trabajar un modelo holístico e interdisciplinar. La educación ambiental crítica trabaja intensamente en la generación de nuevos conocimientos, metodologías, técnicas y estimulo de nuevos valores sociales y culturales, orientada a que todas las disciplinas contribuyan a un desarrollo sustentable (Martínez, 2010).

Tal cual como es la EA una problemática actual de conocimiento, la búsqueda de productos interdisciplinares de la misma también lo es, propiciando un reto para la sociedad en el comenzar a actuar sobre dichos productos, que van desde la organización, integración y análisis de componentes al ámbito de una educación crítica, reflexiva, comunicativa y contextual del medio ambiente.

Según lo argumentado por Llano et al. (2016) las relaciones interdisciplinarias constituyen una vía que posibilita perfeccionar la formación de profesionales. De la misma manera, el enfoque interdisciplinar cobra sentido en la educación cuando visualizamos todos los puntos en común entre diversas áreas de conocimiento, y vemos viable los procesos de enseñanza y aprendizaje. Así es posible una diagramación sobre la EA hacia los componentes de conocimiento, su relación social, ética y cultural, como forma de recapitular lo anteriormente relatado. Las relaciones éticas se integran en el desarrollo profesional docente (Cambra y Lorenzo, 2021), y enmarcan un ejercicio sobre los componentes actitudinales en la formación.

En definitiva, todas estas perspectivas se agrupan en el siguiente concepto, la educación ambiental instauradora de un cambio de paradigma formativo mediante una acción educativa que fija el conocimiento sobre el ambiente y las relaciones sociales, y por medio de la reflexión crítica como un común denominador de la visión de las crisis ambientales,

problemáticas ambientales y crisis civilizatoria de los recursos medioambientales, que se instauran en políticas públicas educativas, desarrolladoras de los marcos formativos para la trasmisión, integración, transformación y construcción de experiencias y saberes, individuales y globales de una educación interdisciplinar entre varias áreas de conocimientos. Finalmente, la EA engloba las conceptualizaciones sobre ecotoxicología y problemáticas ambientales, las cuales tienen una constitución para comprender el ámbito químico, físico y biológico de los procesos de enseñanza a disponer en la secuencia didáctica.

5.2. ECOTOXICOLOGÍA

Antes de abordar los conceptos sobre ecotoxicología debemos partir por la indagación previa sobre toxicología ambiental. El estudio de la toxicología ambiental se establece desde un tema en particular, por ejemplo, se sitúa en conocer las interacciones de uno u otros compuestos químicos tóxicos frente a la alteración de la célula, tejidos, órganos, o de procesos bioquímicos del organismo. Siempre y cuando podamos describir las interacciones de una manera bidimensional, solamente representando aquellos tóxicos como provenientes del medio ambiente. Es así como, su objetivo permite evaluar los impactos que producen en la salud pública la exposición de la población a los tóxicos ambientales (Peña et al., 2001), tiendo en cuenta las rutas de exposición a estos tóxicos.

Por otra parte, la toxicología ambiental es reconocida como una importante disciplina emergente de los problemas políticos, sociales y educativos demandados por las actividades humanas (Wright y Welbourn, 2002). Con ayuda de esta disciplina, se identifican graves problemas de contaminación atmosférica hacia 1980, los cuales demandaban serias investigaciones para regular el transporte de sustancias toxicas en el aire, especialmente, ácidos en el ambiente.

La toxicología ambiental se integra a la educación ambiental de manera interdisciplinar, según Wright y Welbourn (2002) como una ciencia hibrida, que resalta un papel de interés social para abrir programas educativos referentes al estudio de la toxicología, y su

interacción medio ambiental. Ahora bien, el termino ecotoxicología subyace de la toxicología ambiental, y se relaciona a los efectos de sustancias químicas desde los niveles de organización molecular hasta los ecosistemas.

Los efectos ecotoxicológicos permiten la evaluación de productos químicos y su valoración de riesgo en un sistema ecológico (D´Mello, 2020). Desde otro punto de vista, según Sparling (2017) define la ecotoxicología desde su etimología “Eco” y “Toxicología”, la primera situada en la ecología como la ciencia para entender el medio ambiente, y la segunda como el estudio de los tóxicos.

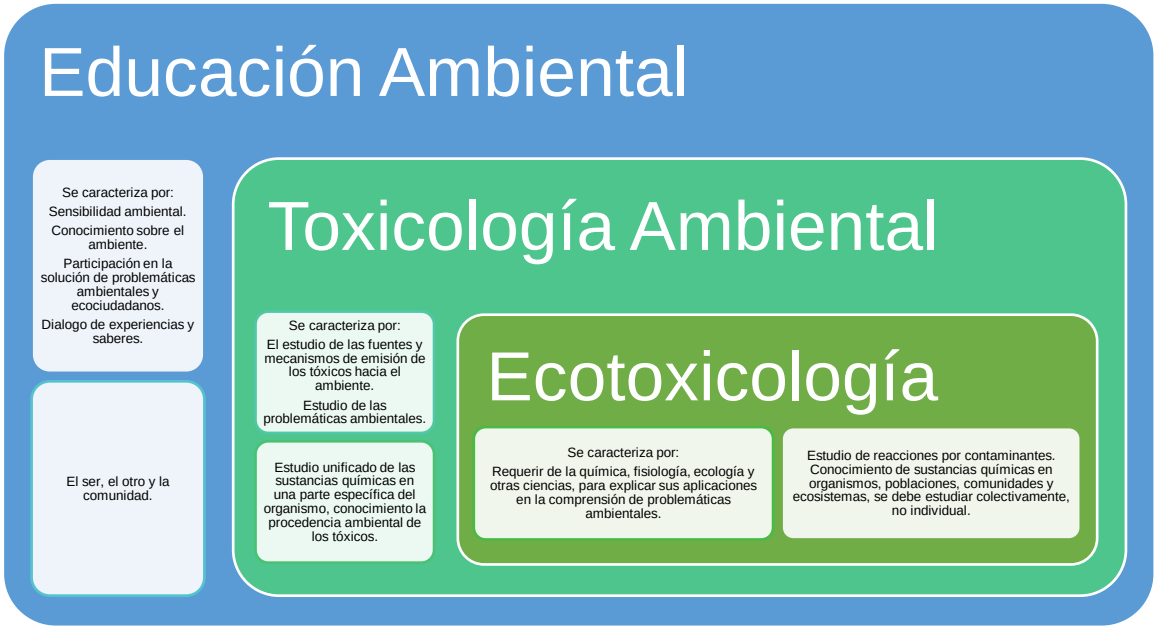
La fusión entre estos dos términos se llevó a cabo en los años sesenta, con la interesante publicación *“Silent Spring”* de Rachel Carson en 1962, citado por Sparling (2017). Con dicha publicación se resalta la protección al medio ambiente, en relación con las problemáticas existentes con los plaguicidas e insecticidas como el diclorodifeniltricloroetano (DDT). A partir de la fecha se han incrementado las investigaciones sobre ecotoxicología, partiendo de su conceptualización, aplicación y análisis dentro de las ciencias.

Durante estos sesenta años, la ecotoxicología ha generado un cambio relacionado al conocimiento de los efectos de contaminantes en los organismos, y como estos alteran el orden u equilibrio en un ecosistema. Por esta razón, la ecotoxicología es una rigurosa disciplina que tiene química, fisiología y ecología como sus componentes principales (Sparling, 2017), teniendo en cuenta, la implicación de los dos últimos componentes dentro de la biología.

Desde la perspectiva de Newman (2015), la ecotoxicología delinea tres categorías específicas, abordadas desde lo científico, tecnológico y práctico. Lo científico se proporciona desde un método convencional hipotético-deductivo, para abordar todas aquellas experimentaciones sobre los contaminantes del medio ambiente, permitiendo solucionar en cierta medida una problemática. De lo tecnológico, incrementa el avance de herramientas, artefactos o instrumentos analíticos para conocer sobre contaminantes, también se distinguen los adelantos al conocimiento tridimensional de sustancias

químicas, mediante la química computacional. Por otro lado, lo práctico genera nuevas miradas experimentales sobre la ecotoxicología en los saberes y experiencias de lo ambiental y científico. Es de gran importancia el papel que juega la ecotoxicología en el enfoque interdisciplinar, por eso, se presenta la figura 2.

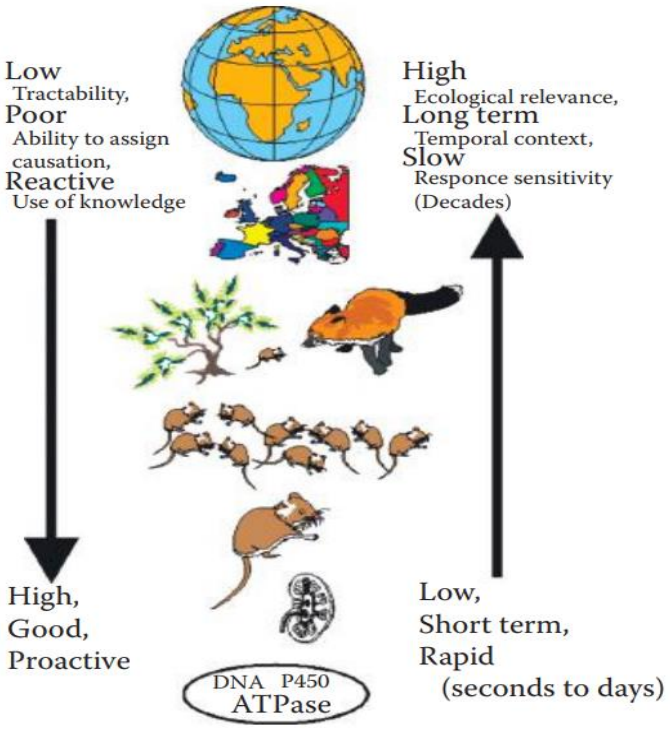
Figura 2. Características interdisciplinares sobre la Educación Ambiental, Toxicología Ambiental y Ecotoxicología



Fuente: elaboración propia.

En conclusión, la ecotoxicología se establece como un estudio colectivo u holístico, desde un nivel de comprensión de las interacciones entre tóxicos con el medio, este medio deberá ser visto desde lo micro a macro, y viceversa. Por ejemplo, las alteraciones celulares por tóxicos, y como evaluamos los efectos de la célula en todos los elementos de la biosfera (Newman, 2015), para una mejor representación se muestra la figura 3. Por último, al visualizar la ecotoxicología colectiva y regresivamente nos permite estudiar efectos por intoxicaciones sociales, culturas, endémicas, medio ambientales, entre otros.

Figura 3. Organización jerárquica de temas en ecotoxicología



Nota. La figura representa el estudio colectivo de la ecotoxicología desde lo micro hasta una biosfera, y viceversa. Hay una trazabilidad general de causas y consecuencias, y su sensibilidad temporal de respuesta de los organismos. Tomado de *Fundamentals of Ecotoxicology The Science of Pollution* (p. 25), por Newman, 2015, CRC Press.

5.3. CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

Debemos partir con la ruptura conceptual entre crisis y problemáticas ambientales, aunque ambas recalcan un auge a las afectaciones negativas sobre el contexto social, ambiental, económico y cultural. En primera medida, la crisis ambiental permite la estructuración de componentes históricos y epistemológicos sobre lo ambiental, donde se parte un estudio global de las interacciones y variables entre el individuo, la comunidad, y el ecosistema. Se hace énfasis en el análisis de las consecuencias críticas que ponen al borde del abismo el buen camino de la biosfera (donde se incluye el ser

humano y las relaciones con factores bióticos y abióticos). Por otro lado, la crisis ambiental genera una visualización colectiva de los efectos negativos ambientales, partiendo del hecho, que los efectos están siendo provocados por la industrialización, la no sensibilización, el desinterés, y una pérdida de empatía por la naturaleza a medida que aumenta la demanda social.

Un segundo punto se orienta al concepto de problemática ambiental, que resalta una relación de lo económico con lo social, y como se afectan o alteran los elementos medio ambientales, desde este punto de vista se pone en juicio las causas, efectos y la posibilidad en la solución de la problemática ambiental de cuál sea el caso. Es así como, se recalca la contaminación atmosférica como la problemática ambiental central del trabajo de investigación. La contaminación atmosférica se ubica desde el desequilibrio de los componentes y elementos presentes en el aire, que afectan directamente elementos medio ambientales, como las fuentes hídricas, nichos ecológicos, ciclos biogeoquímicos, y la misma salud humana, un ejemplo sería, el aumento de Enfermedades Respiratorias Agudas (ERA) en el adulto mayor y neonatos (Ubilla y Yohannessen, 2017).

Para comprender las problemáticas ambientales y las múltiples miradas en materia de solución de la contaminación atmosférica, se debe abordar la contextualización del estudio sobre educación ambiental y sus diferentes corrientes, es así como, Sauvé (2005) propone algunas corrientes tradicionales y contemporáneas de la EA, por tanto, se resaltarán algunas de estas. Para comenzar, la corriente naturalista aunque no lo especifica indaga los problemas medioambientales a partir de un estudio cognitivo, experimental y afectivo de la acción en primer plano, del individuo en el entorno. Por otro lado, la gestión del medio ambiente y la visualización de las afectaciones hacia a este, se sitúa en la corriente conservacionista. Así, la solución de los problemas de cualquier tipología vislumbra en una corriente resolutiva, que especifica la no existencia de una solución común dinamizadora de todas las problemáticas, pero si una vía en la construcción de información y análisis de estás. Otras dos corrientes que se podrían resaltar serían: la sistémica y la científica. La primera dirigida a comprender las

problemáticas e identificar sus diferentes componentes, como si habláramos de una jerarquización conceptual. La segunda con fin mutuo al avance de la ciencia y la tecnología, y un ambiente interdisciplinario de la educación ambiental con demás disciplinas, es aquí donde se basa el estudio de los contenidos argumentados en la EA y la enseñanza de la química desde el enfoque interdisciplinario.

Los temas sobre contaminantes químicos, tóxicos, concentraciones, reacciones químicas, problemas reales, modelización y representación de casos simulados, y contenidos afines a la contaminación atmosférica permiten a los individuos acercarse de manera proactiva y creadora, al reconocimiento por su entorno, poniendo en marcha su sensibilización ambiental destacando la relación de esta con su personalidad y sus actitudes, desempeñando un papel importante en la búsqueda de soluciones a la vez que acentúa competencias u habilidades en la ejecución del proceso de aprendizaje.

Así mismo, la organización y síntesis que hace el docente para que los contenidos sean accesibles mediante las estrategias didácticas, resumen los procesos de enseñanza destinados para que lo interdisciplinar sea verídica o similar a esto, pueda ser notoria.

Finalmente, durante el trabajo se ha nombrado el concepto de crisis civilizatoria y es indispensable generalizarlo hacia el contenido de problemática ambiental. En la crisis civilizatoria existe un punto de encuentro en la precipitación de los desequilibrios ambientales a partir de la revolución industrial y la estratificación, y uso oportuno de los recursos naturales. De tal forma, la crisis civilizatoria de este mundo actual tiene un origen desde el capitalismo (Ramírez, 2015), como aquel pensamiento privado de la producción de los bienes desde un medio económico y social, englobados a la creación de una riqueza individualizada. La respuesta global frente a la erradicación del capitalismo ambiental en este caso podría suscitar soluciones dirigidas hacia la producción colectiva de los recursos, sin permitir la afectación de estos, como si de un concepto sustentable tratáramos; siempre y cuando, abordemos un mantenimiento en proporción al tiempo, sin el mínimo daño hacia el recurso natural. Además, esta afección debe ser prevenida desde los contaminantes atmosféricos y sus acciones nocivas al ambiente y la salud.

5.4. CAMBIO QUÍMICO

La percepción de los contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales en química referidos al concepto estructurante de cambio químico, y específicamente reacción química, desde la perspectiva de Pozo et al. (1991), permiten una articulación interactiva y analítica, de los conocimientos sobre ecotoxicología y contaminación atmosférica respectivamente. De tal forma, se tenga presente las relaciones interdisciplinares en la forma de orientar los contenidos, pensando en la existencia de un conocimiento cotidiano, y la transcendencia de este, a un conocimiento científico.

El comprender las reacciones químicas a partir del conocimiento cotidiano, permite a los individuos asimilar y reconstruir sus percepciones sobre los conceptos estructurantes sobre el cambio y transformación de la materia. El conocimiento cotidiano se integra por los docentes a través de estrategias de enseñanza, las cuales faciliten la adquisición constructiva de conocimiento científico (Mosquera et al., 2010). Por tal motivo, no debemos limitarnos a brindar ejemplos de hechos y fenómenos de la vida diaria, sino de contrastar y asimilar el lenguaje cotidiano al científico (Raviolo et al., 2011).

Este contraste y asimilación se realiza mediante un el enfoque interdisciplinar, que permite dejar a un lado la mirada disciplinar de la química, y señalar según Llano et al. (2016) los Nodos Cognitivos Interdisciplinarios (NCI), tal como se representan en la figura 1, presentado al comienzo del marco teórico. Que relacionan contenidos del área de la Educación Ambiental y la enseñanza de la química.

Ahora bien, según Pozo et al. (1991) para poder comprender correctamente las reacciones químicas, se debe manejar con soltura la noción de discontinuidad de la materia. Este otro concepto estructurante de la química abarca todo aquello relacionado con los conceptos, teóricas y representaciones de átomo, moléculas, estados de agregación, medidas cuantitativas, cambios y disoluciones. De modo que, se tendrán presente para ser abordados en la estructuración de la secuencia didáctica, y desde los cuales se centrará el conocimiento sobre reacciones químicas, sin dejar a un lado el enfoque interdisciplinar.

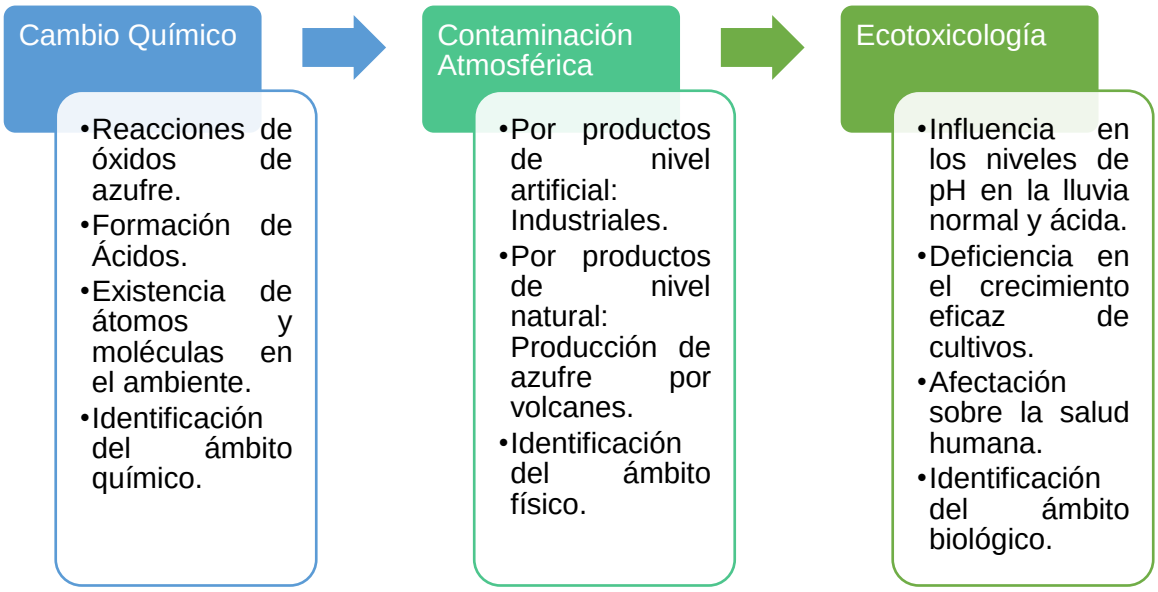
Por otra parte, se debe conocer el mundo macroscópico a profundidad para determinar la existencia de fenómenos a nivel microscópico. De tal manera que, traspasamos de la representación a la comprensión de entidades inobservables (Borge, 2015), esto desde un planteamiento antirrealista, el cual nos establece que los modelos, teorías y representaciones destinadas desde la química, las debemos usar literalmente para predecir fenómenos.

Se debe resaltar entonces, el papel del docente en la identificación de representaciones que integren el medio físico, biológico y químico sobre el cambio mismo en la materia, para abordar el enfoque interdisciplinar, como papel importante en la relación efectiva entre ecotoxicología y contaminación atmosférica, en coherencia a la educación ambiental, frente al concepto estructurante de cambio químico.

Por ejemplo, podemos hablar de la fotosíntesis, y como está se ve afectada por los factores de la contaminación atmosférica, a su vez, la fotosíntesis es un cambio, una transformación, y entra a jugar en el conocimiento sobre las reacciones químicas, de tal forma, que podamos comprender que sustancias químicas interfieren en este proceso de una planta, dentro de un medio llamado ecosistema, este último argumento derivado de la ecotoxicología. Cabe resaltar, que no debemos olvidar articular el lenguaje científico al cotidiano, y viceversa.

También, la idealización de esquemas interpretativos sobre las representaciones de reacciones químicas del día a día, permite esquematizar la afinidad hacia los contenidos de educación ambiental y las ciencias. A continuación, se presenta la figura 4, la cual es un ejemplo sobre la realización de esquemas, donde se desarrolle un enfoque interdisciplinar.

Figura 4. Esquema interpretativo entre Cambio Químico, Contaminación Atmosférica y Ecotoxicología



Nota. Se evidencia la interpretación interdisciplinar de reacciones de óxidos y ácidos de azufre como contaminantes en la atmósfera, su fuente de emisión, e influencia ecotoxicológica sobre la sociedad y el ambiente. Fuente: elaboración propia.

Finalmente, la noción a nivel microscópico sobre reacción química, proporcionada por Raviolo et al. (2011) es “En una reacción química hay una redistribución de los átomos o iones, formándose otras estructuras (moléculas, o redes) diferentes” (p. 249). Nos genera una concepción abstracta de que existe algo que cambia, y algo que se mantiene, posibilitando la relación entre lenguaje común y científico. Por otro lado, desde un nivel macroscópico, el concepto se aborda como “Las sustancias se transforman en otra u otras sustancias cuyas propiedades son diferentes de las sustancias que se pusieron en contacto inicial” (Raviolo et al., 2011, p. 249).

5.5. ESTRATEGIA DIDÁCTICA

Las estrategias didácticas son una parte inicial y fundamental para la estructuración general del diseño curricular (unidades, secuencias didácticas, centros de interés, entre otros), que dependen de la adecuación y jerarquización de los contenidos que realiza el docente, al poner en marcha su cambio microcurricular ante las circunstancias del contexto. El docente debe tener presente que el diseño de estrategias didácticas entorno a la interdisciplinariedad, es una competencia que deberá adquirir en su nivel de formación, de cuál sea el área de conocimiento. (Hernández et al., 2015).

De igual forma, la estrategia didáctica pone en juego la integración de enseñanza de las categorías del CDC, que permitirán al docente preguntarse sobre la importancia de los contenidos, sus implicaciones con el entorno, y si existe la posibilidad de ajustarlos en un enfoque interdisciplinar. Por eso, la estrategia didáctica del presente trabajo se orienta hacia la educación ambiental desde los temas de ecotoxicología y contaminación atmosférica, y la enseñanza de la química con relación al cambio y reacciones químicas. Se tiene presente una química contextualizada, que adecue la construcción y relación del conocimiento química con la realidad social y ambiental cambiante; se retoman puntos a favor del conocimiento científico y cotidiano nombrados en el anterior apartado.

Finalmente, los docentes del presente siglo deben actuar a favor de una correcta esquematización de los contenidos de enseñanza y aprendizaje por abordar en la estrategia didáctica, confabulando el pensamiento crítico y reflexivo del buen diseño curricular, desde la articulación teórica, práctica, y actitudinal, en presencia de metodologías, métodos, enfoques, evaluaciones y secuencias verídicas que respondan a la demanda conceptual de los estudiantes actuales.

5.6. CONOCIMIENTO DIDÁCTICO DEL CONTENIDO (CDC)

Para conocer los contenidos necesarios de la materia, comprender y orientar estrategias para la enseñanza y realzar la realidades, dificultades, fortalezas y concepciones frente al aprendizaje de los estudiantes, debemos referirnos a la línea de investigación Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC). Esta permite a los profesores el vislumbrar de la reflexión sobre la práctica docente, como forma de evaluación frente a la capacidad para enseñar (Shulman, 1986), resaltando la enseñanza y su eficacia.

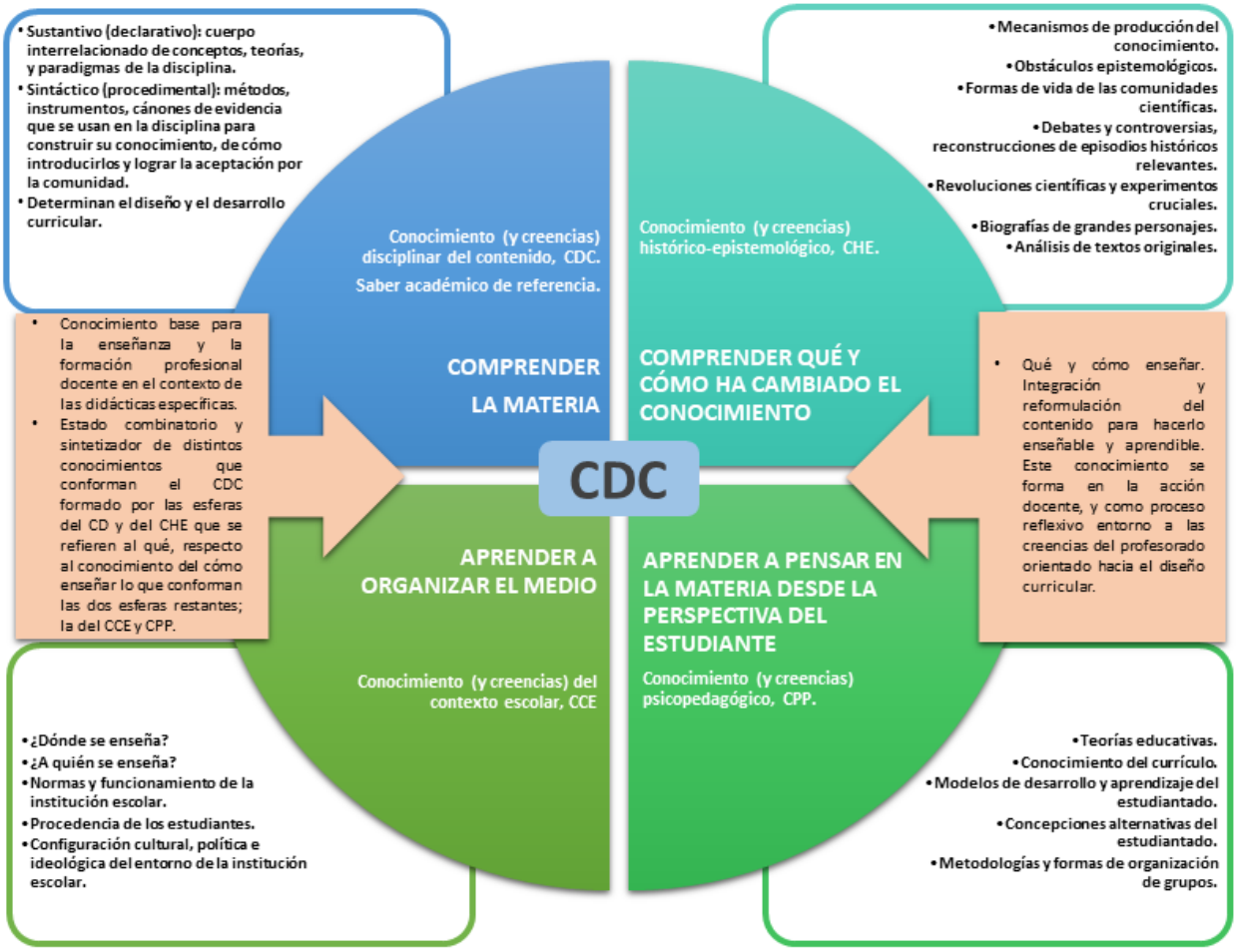
Por otra parte, Shulman (1986) se preguntó *"In which forms are the domains and categories of knowledge represented in the minds of teachers?"* [¿En qué formas se representan los dominios y las categorías de conocimiento en la mente de los profesores? (Traducción propia)]. Haciendo énfasis sobre el estudio del conocimiento del docente en sí mismo, y referente a sus estudiantes. En donde se involucrasen estrategias didácticas, y que respondiera a los elementos y discursos de lo que el docente sabe frente a lo que enseña.

Según Mora y Parga (2008) se deben reconocer las habilidades y conocimientos que utilizan los profesores cuando enseñan. Cabe resaltar, la presencia de una retroalimentación didáctica, que permite generar interrogantes de discusión ante una renovación didáctica del ejercicio o formación como docente.

Así mismo, se tiene previsto la combinación de una transformación y transposición didáctica, en un producto mixto denominado integración didáctica (Mora y Parga, 2008), que se simplifica como un objetivo mismo del CDC. Se reconocen según Mora y Parga (2008) un sistema integrado de conocimientos (disciplinares, histórico-epistemológicos, psicopedagógicos y contextuales). De este modo, el objetivo sobre la integración didáctica se acopla al enfoque interdisciplinar resultante de la Educación Ambiental y las ciencias.

En consecuencia, se presenta la figura 5 que suma todas las disciplinas que permiten describir y contextualizar el enfoque del Conocimiento Didáctico del Contenido, con respecto a los cuatro conocimientos interdisciplinares mencionados en el anterior párrafo.

Figura 5. Integración de los tipos de conocimientos / Creencias docentes para formar el CDC



Nota. Tomado de "El conocimiento didáctico del contenido en química: integración de las tramas de contenido histórico–epistemológicas con las tramas de contexto–aprendizaje" (p. 64), por Mora y Parga, 2008, *Tecné, Episteme y Didaxis: TED,* (24).

En otro orden de ideas, se debe afrontar el CDC para comprender los contenidos curriculares, y saber cómo actuar hacia los mismos, contextualizando los aprendizajes necesarios para los estudiantes, y las múltiples metodologías para poder enseñar. También, según Parga y Mora (2017) hoy se cuestiona para qué una enseñanza monodisciplinar o interdisciplinar, sino se aborda su relación contextual con problemas

sociales/ambientales. Por ese motivo, sobresale nuevamente el enfoque interdisciplinar a través del análisis de problemáticas ambientales, con afinidad en las ciencias naturales y educación ambiental.

Finalmente, el CDC confiere una educación científica, la cual requiere un cambio donde los estudiantes exigen motivación, interés, construcción de conocimientos y su contextualización (Ariza, 2009). Es así como, las intervenciones didácticas deben retomar unos contenidos actitudinales referentes a la toma de criterio de coherencia en el profesorado (Salica et al., 2020), para razonar sobre su CDC, y pensar sobre la enseñabilidad de las ciencias.

6. METODOLOGÍA

6.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El presente trabajo parte de una investigación cualitativa según Hernández, Fernández y Baptista (2014) quienes estipulan este tipo de investigación desde la recolección y análisis de datos para contestar a la pregunta eje de estudio. De igual forma, este tipo de investigación es afín al análisis del CDC en química, puesto que integra una regresión a los contenidos estipulados en los antecedentes y marco teórico que permiten una comprensión y evaluación veraz de los resultados del CDC, teniendo en cuenta una visión crítica e interpretativa de estos. Demos entender que la investigación cualitativa se destaca por su dinamismo, flexibilidad y retrospección bidireccional de la comprensión de sus variantes investigativas.

Autores como Hernández, Fernández y Baptista (2014) afirman que:

> En la aproximación cualitativa hay una variedad de concepciones o marcos de interpretación, que guardan un común denominador: todo individuo, grupo o sistema social tiene una manera única de ver el mundo y entender situaciones y eventos, la cual se construye por el inconsciente, lo transmitido por otros y por la experiencia, y mediante la investigación, debemos tratar de comprenderla en su contexto (p. 9)

Es pertinente resaltar un enfoque interpretativo en el trasfondo de la investigación, pues según Wimmer y Dominick (citados por Ñaupas et al., 2018) un enfoque de tal margen otorga a la investigación una mirada diferencial del pensamiento y actuación de los individuos participantes del estudio, donde no existe una única explicación de los sucesos, pero si diversas interpretaciones de este. Por último, el enfoque ofrece al investigador una comunicación mutua con su objeto de estudio.

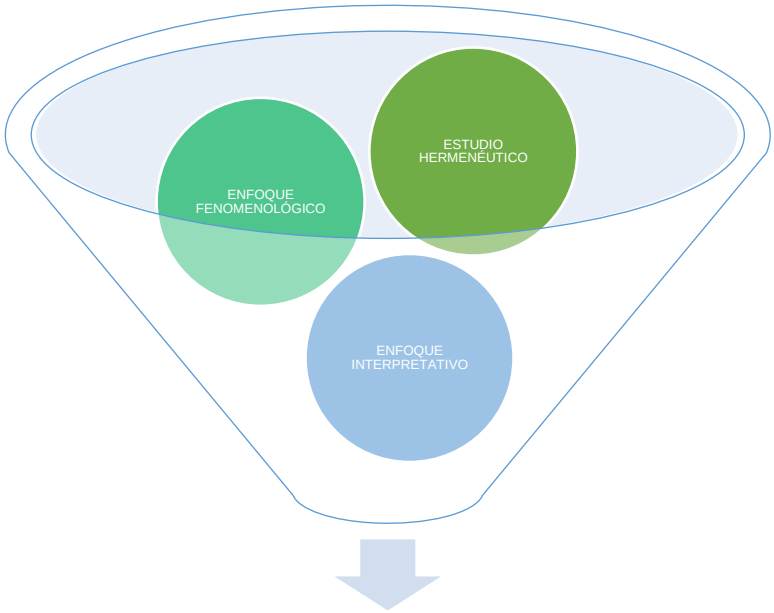
Por otra parte, un enfoque fenomenológico instaura en la investigación conexiones entre los antecedentes, objetivos, marco conceptual hacia los resultados obtenidos, y el mismo análisis interpretativo, ya que debe existir un patrón de control para responder a las preguntas problemas de donde se basa la investigación. Según Hernández, Fernández y Baptista (2014) el enfoque fenomenológico conlleva un estudio cambiante, dinámico y evolutivo. Así mismo, el enfoque proporciona un estudio de las experiencias cotidianas de los individuos, explicación de algunos sucesos dados desde la conciencia, que hace énfasis en las mediaciones de intervención práctica exploratoria a través de entrevistas y en la misma observación de las actividades del día a día, se sitúa el pensamiento descriptivo no estacionario de las situaciones suscitadas en el análisis del trabajo de investigación.

Otros investigadores proporcionan el siguiente argumento referente al enfoque fenomenológico:

> Se fundamenta en el estudio de las experiencias de vida, respecto de un suceso, desde la perspectiva del sujeto. Este enfoque asume el análisis de los aspectos más complejos de la vida humana, de aquello que se encuentra más allá de lo cuantificable. (Fuster, 2019, p. 202).

Así mismo, hay que destacar un tipo de estudio hermenéutico, con un papel importante en la interpretación, compresión, y explicación de los sucesos proximales al avance de la investigación, que también, proporciona solidez al enfoque interdisciplinar que se quiere indagar entre la ecotoxicología desde la educación ambiental, las problemáticas ambientales, y el cambio químico como concepto estructurante de la química. A continuación, se presenta la figura 6 que sintetiza la información sobre el tipo de investigación resultante en este trabajo.

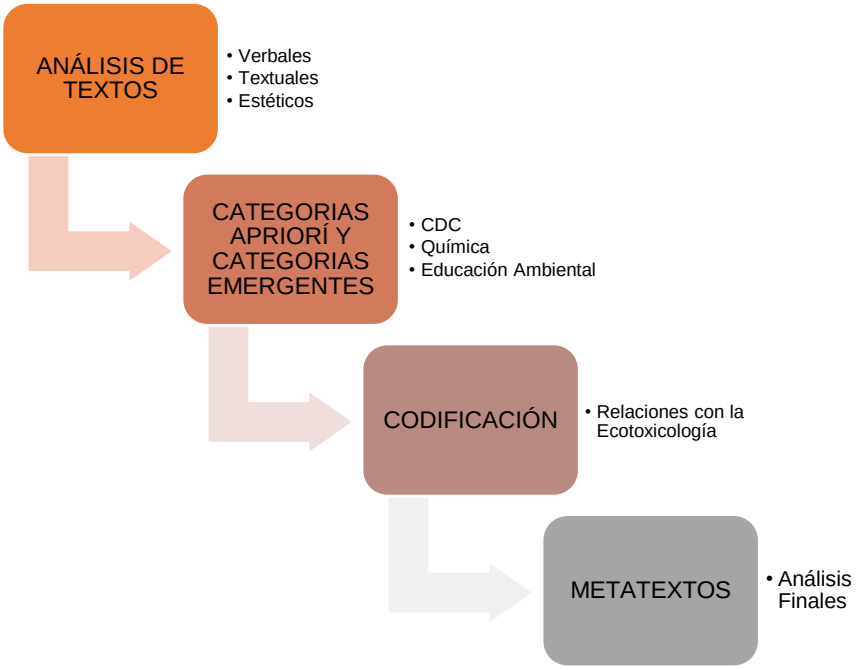
Figura 6. Tipo de investigación del trabajo



Fuente: elaboración propia.

La investigación cualitativa trae a colación todos los enfoques relacionados con el análisis textual del discurso, como forma para la obtención de las categorías interrelacionadas en el trabajo de investigación. Esta metodología permite la obtención de datos en la información suscitada de la investigación cualitativa. Así mismo, la interpretación intertextual y textual, para la generación de teoría reflejados en los metatextos que son la visualización del diálogo hermenéutico entre las categorías emergentes, categorías a priori, codificación y el mismo proceso cognitivo y procedimental (Ariza, 2020). El proceso de obtención de estos metatextos se evidencia en la figura 7, la cual ejemplifica el uso del ATD como investigación cualitativa, que proporciona solidez al trabajo.

Figura 7. Procedimiento del Análisis Textual del Discurso



Fuente: elaboración propia.

6.2. POBLACIÓN

El trabajo integra la licenciatura en química, y la licenciatura en ciencias naturales y educación ambiental, ambas de la Universidad Pedagógica Nacional de Colombia. Se delimita el estudio sobre los espacios académicos de *Educación Ambiental* y *teorías químicas III* desde el programa de licenciatura en química (PLQ), y por otro parte, el espacio de *estructura y transformaciones de la materia II*, y *sistemas complejos* correlacionados a la licenciatura en ciencias naturales y educación ambiental (LCNEA). Los espacios académicos del PLQ se escogen en primera medida por conocimiento propio de las dinámicas conceptuales y prácticas en el caso de haberlos cursados. Por otro lado, se puede considerar hipotéticamente que en los espacios académicos de la LCNEA escogidos hay un acercamiento a los temas de cambio químico, reacciones

químicas, contaminación atmosférica, y quizás sobre ecotoxicología, por lo fundamentado en el documento maestro del programa.

6.3. MUESTRA

Con respecto a la muestra del trabajo de investigación, se divide de la siguiente manera:

- Planes de estudio tanto de la licenciatura en química (versión 2.0 y 3.0), como de la licenciatura en ciencias naturales y educación ambiental (versión 1.0).
- Syllabus académico del espacio de Educación Ambiental del PLQ.
- Syllabus académico del espacio de teorías químicas III del PLQ.
- Syllabus académico del espacio de estructura y transformaciones de la materia II de la LCNEA.
- Syllabus académico del espacio de sistemas complejos de la LCNEA.
- Dos docentes a cargo del espacio académico de estructura y transformaciones de la materia II de la LCNEA.
- Dos docentes a cargo del espacio académico de sistemas complejos de la LCNEA.

Cada una de las muestras se destacan a lo largo de las etapas de investigación, puesto que serán pertinente para cumplir con los objetivos del trabajo. En otro sentido, la muestra conceptual del trabajo se delimitó sobre los temas de ecotoxicología en concordancia a la educación ambiental, contaminación atmosférica como selección a una problemática ambiental, y el concepto de cambio químico, en la articulación de la secuencia didáctica desde el CDC, y el criterio de nodos cognitivos interdisciplinares.

6.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

A continuación, se presentan cada una de las técnicas y sus respectivos instrumentos que integran el desenlace de las etapas de investigación de este trabajo:

- Análisis documental: es una de las técnicas de estudios cualitativos que permite un alcance en la identificación y exploración bibliográfica mediante la incorporación de bases de datos como medio de búsqueda de información requerida para el trabajo de investigación. Este tipo de análisis instaura una representación sistémica de los documentos.

- Entrevista semiestructurada: se categoriza como técnica de obtención de información mediante el diálogo más a libertad entre el entrevistador y entrevistado, sin dejar a un lado la delimitación de unas preguntas que orienten el fin a indagar. Se tiene en cuenta los siguientes instrumentos:

    - Esquema de entrevista, que vincula las preguntas abiertas hacia el entrevistado.

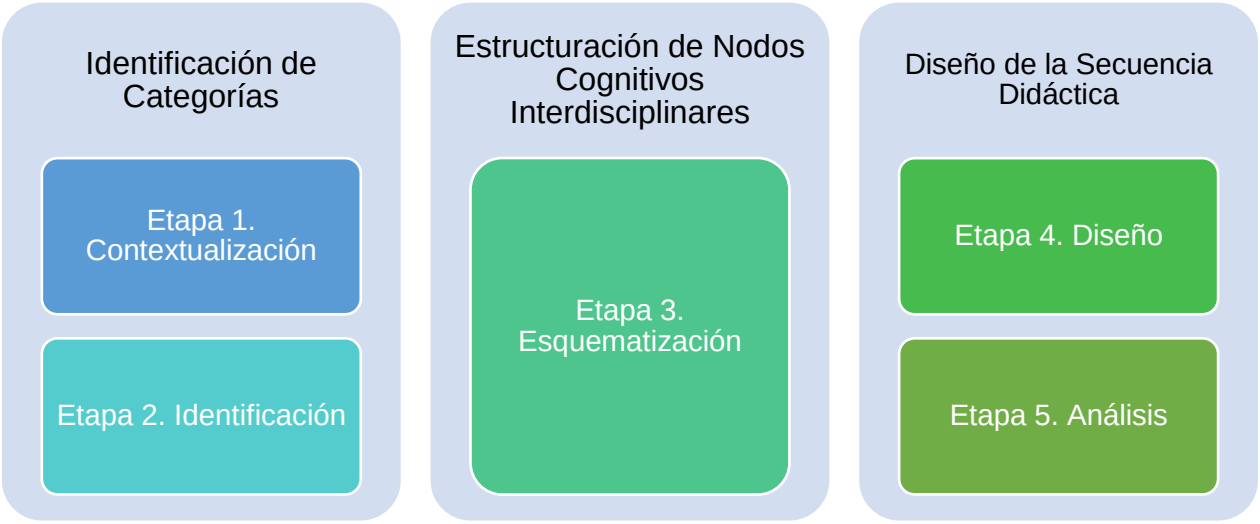
    - Ficha de análisis, para la evaluación de la entrevista dependiendo de los objetivos del enfoque interdisciplinar y del CDC.

- Triangulación: esta técnica para el estudio de las situaciones se suscita en la realización del enfoque interdisciplinar entre ecotoxicología, contaminación atmosférica y cambio químico. A su vez, se vincula para contrastar en la etapa de esquematización los diferentes datos obtenidos.

6.5. ETAPAS DE LA INVESTIGACIÓN

El trabajo se articula mediante las siguientes fases de investigación estipuladas en la figura 8, las cuales se integran desde el enfoque interpretativo y fenomenológico, que propicia la investigación cualitativa.

Figura 8. Etapas del proyecto de investigación frente al desarrollo de los objetivos



Fuente: elaboración propia.

6.5.1. Etapa 1 Contextualización

Se llevó a cabo un análisis documental sobre las investigaciones relacionadas a las temáticas de ecotoxicología, educación ambiental, enseñanza de la ecotoxicología, y las implicaciones de la ecotoxicología en los factores medio ambientales (recursos primarios y secundarios de la naturaleza). Así mismo, se destaca la relación interdisciplinar entre ecotoxicología, cambio químico y contaminación atmosférica como problemática ambiental central del trabajo. Dicha relación interdisciplinar se logró a partir de la triangulación de los contenidos de las temáticas anteriormente nombradas, resaltando sus características, complementos, elementos y estudios afines en perspectiva de los

procesos de enseñanza y aprendizaje. Por otro lado, se delimitaron los lineamientos sobre el conocimiento didáctico del contenido en química, que permitió suscitar sus componentes que fueron base en la estructuración de las estrategias didácticas que conformaron la secuencia de enseñanza.

6.5.2. Etapa 2 Identificación

Se analizaron los planes de estudio del programa de Licenciatura en Química (PLQ), y de la licenciatura de Ciencias Naturales y Educación Ambiental (LCNEA), así mismo, se profundizó mediante la metodología de Análisis Textual del Discurso la identificación de las categorías a priori y emergentes en la revisión contextual de los syllabus académicos (versión 2.0) de los espacios curriculares de *Educación Ambiental* y *Teorías Químicas III* del PLQ. De igual manera, los syllabus académicos (versión 1.0) de los espacios de *Estructura y transformaciones de la materia II*, y *Sistemas complejos* de la LCNEA. Esta identificación también se orientó a través de los componentes del CDC, al ir relacionando los metatextos analizados con las temáticas de ecotoxicología, cambio químico y contaminación atmosférica partidarios en el diseño de la secuencia didáctica.

6.5.3. Etapa 3 Esquematización

Se realizó una entrevista semiestructurada a los respectivos docentes a cargo de los espacios de *Estructura y transformaciones de la materia II*, y *Sistemas complejos* de la LCNEA, donde se pudo identificar, argumentar y determinar el CDC en el diseño curricular de estrategias didácticas desde la interdisciplinariedad entre la química y la educación ambiental.

A partir de la revisión documental, los planes de estudio, el ATD como metodología de investigación de los delimitados syllabus académicos del PLQ y LCNEA, y los resultados de las categorías del CDC obtenidos por parte de cada docente entrevistado se estructuraron los nodos cognitivos interdisciplinarios entre ambas licenciaturas, donde se evidenció una visión más audaz de la planeación, orientación y esquematización de la

secuencia didáctica con enfoque interdisciplinar, y se resaltó el ejercicio docente del pensar sobre los contenidos de enseñanza a través del CDC en la temática ecotoxicología.

6.5.4. Etapa 4 Diseño

Se diseñó una secuencia didáctica (SD), organizada en cuatro partes desde cada una de las categorías del CDC, las cuatro partes se ejecutaron en un inicio, desenlace y final de la ED. Por tanto, se obtuvo una sección inicial de la SD que se orientó desde lo disciplinar; dentro de la sección de desenlace de la SD se instauraron los conocimientos históricos y epistemológicos, y del pensamiento contextual; y en la sección final de la SD se tuvo en cuenta una interacción hacia lo psicopedagógico. De esta forma, se resaltan los argumentos señalados por Mora y Parga (2008) en el diagrama integral del CDC.

De igual forma, la secuencia didáctica nombrada suscita las categorías de la ecotoxicología dispuestas por Newman (2015), las cuales son: la científica, la tecnológica, y la práctica. Se tuvo presente la orientación de los contenidos a destacar la importancia del ser, el otro y la comunidad/entorno, como forma de plasmar los elementos de la educación ambiental. Las estrategias didácticas integran su matriz de evaluación en cada una de las secciones: inicial, desenlace y final, que permitió el análisis interpretativo frente a la validez y cumplimiento mismo del enfoque interdisciplinar y del CDC hacia la temática de ecotoxicología.

6.5.5. Etapa 5 Análisis

Se realizó un análisis cualitativo en el marco del ejercicio ante el diseño de las estrategias didácticas para la creación de una secuencia de enseñanza, y la interpretación de estas a partir de lo identificado en el análisis documental, triangulación, nodos cognitivos interdisciplinarios, y las categorías del CDC de los docentes de las correspondientes áreas escogidas como muestra. Se indagó sobre los factores interdisciplinares y del CDC

dispuestos en las secuencias didácticas para su aplicabilidad en los procesos de enseñanza y aprendizaje, para esto se planeó un matriz de validación con parámetros de contenido, estructura, y cumplimiento con el enfoque interdisciplinar y del CDC. La validación de la secuencia didáctica se solicitó a pares académicos con experiencia y conocimiento en primer plano sobre el CDC y la interdisciplinariedad de contenidos.

7. RESULTADOS Y ANÁLISIS

El presente apartado contiene todos los respectivos resultados del trabajo de investigación, junto al análisis cualitativo con perspectiva hermenéutica, que permiten responder a los objetivos como ejes centrales de indagación y comprensión en el diseño de la secuencia didáctica para la enseñanza de la ecotoxicología desde la interdisciplinariedad y el CDC.

7.1. IDENTIFICACIÓN DE CATEGORÍAS A PRIORI Y EMERGENTES

7.1.1. Análisis Documental

En el análisis documental se resaltan textos, tales como libros, artículos, y tesis de pregrado entre los años 2015-2021 acerca del tema de ecotoxicología y su enseñanza, educación ambiental, y aquellas implicaciones en los factores ambientales, como la contaminación atmosférica y elementos relacionados a esta. De igual manera, los documentos permitieron organizar y articular la información teórica y práctica de los contenidos de la ecotoxicología y educación ambiental del trabajo de grado. Cabe destacar que, la ecotoxicología se deriva del estudio de la toxicología ambiental, donde la ecotoxicología se dedica a indagar las interacciones de los ecosistemas con las sustancias tóxicas, desde un nivel micro a macroscópico, y viceversa.

Por otro lado, tanto la ecotoxicología como la toxicología ambiental se derivan de los contenidos de la enseñanza en educación ambiental, con un importante énfasis en el

estudio físico, biológico y químico de los elementos y factores ambientales. Por tal motivo, el análisis documental se integra mediante fichas bibliográfica *(se presentan como anexos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, y 9)*, donde se resalta la relación de cada documento con el objetivo de investigación, analizando la incorporación de los conocimientos brindados por la ecotoxicología, educación ambiental e implicaciones medio ambientales frente a la estructuración de la secuencia didáctica para la enseñanza de la química y la educación ambiental.

Ahora bien, el análisis documental destaca una trazabilidad de los componentes conceptuales, prácticos y actitudinales en la enseñanza de la ecotoxicología, al igual que, una previa organización para la estructuración de una secuencia didáctica. Se evidencia a lo largo de este análisis la influencia de un método deductivo relacionado con la búsqueda de información a nivel general, y la adecuación de esta a través de cada tabla desarrollada, que seccionan y resaltan lo particular en el estudio de los documentos. Seguidamente, se denota en el análisis documental que la Educación Ambiental (EA) y especialmente su enseñanza se sitúa en el conocimiento sobre el medio ambiente y sus problemas, causas y efectos, y la conceptualización de la EA como una política pública, de intervención social.

El análisis documental es clave para la apropiación teórica o bibliográfica en la instauración de una estrategia dirigida a áreas de conocimiento como la química, biológica, física, o educación ambiental. Es así como, tanto el Programa de Licenciatura en Química (PLQ) como la Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental (LCNEA) pueden adecuar los análisis presentados para el diseño y creación de un espacio académico, apuntando al conocimiento de contenidos sobre ecotoxicología a través de la identificación de categorías de estudio. Actualmente, son pocos los programas de pregrado a nivel nacional que integran este tipo de contenidos conceptuales, prácticos y actitudinales. Por otra parte, desde el ámbito internacional, solamente los países con un desarrollo de pensamiento hacia el ambiente han implementado argumentos conceptuales de la ecotoxicología en sus carreras de pre y posgrado.

Por otro lado, el análisis documental presentado permite responder a una de las preguntas problema secundarias planteadas en el trabajo de investigación. Las componentes de indagación referentes a los contenidos sobre la ecotoxicología, los niveles de argumentación de la educación ambiental, y la comprensión del CDC se identificaron al largo del documento y se han expuesto en los apartados de antecedentes y marco teórico, es así como, se presentan en la tabla 1 con su análisis cualitativo de apoyo.

Tabla 1. Componentes de indagación

CONTENIDO	COMPONENTES	ANÁLISIS
Ecotoxicología	Científica	En este componente se integran los principios explicativos con suma importancia a la hora de organizar los conocimientos (conceptuales) a nivel científico. Este conocimiento radica en los contaminantes en la biosfera y sus efectos, suscitan la creación de hipótesis que no deben aceptarse como verdaderas, solo permiten mejorar el desarrollo de las explicaciones precipitadas de la ecotoxicología como disciplina científica. Dentro del componente científico el método de múltiples hipótesis de trabajo induce a una amalgama de explicaciones y a la subjetividad en el análisis y presentación de los argumentos teóricos. Por otro lado, nos invita a romper con paradigmas tradicionales sobre la contaminación por tóxicos, por ejemplo, pensar que una mínima cantidad de una sustancia nociva no causará nada. Un objetivo plantado para esta componente según Newman (2015) es el pensamiento de la ecotoxicología como una ciencia innovadora en el equilibrio eficiente del medio ambiente, y la eficacia optima de la gestión ambiental.
	Tecnológica	Se parte en este componente el diseño, desarrollo y aplicación de herramientas y métodos para la comprensión del destino y los posibles efectos de los contaminantes en la biosfera, en un estudio a nivel macro y microscópico. Se resalta un arduo contenido científico y tecnológico con influencia en la sociedad, para el desarrollo de la instrumentación analítica capaz del estudio computarizado de los contaminantes en matrices ambientales de detección y cuantificación de concentraciones de sustancias nocivas. Un ejemplo tecnológico es la técnica de cromatografía de gases que han permitido el estudio por contaminantes orgánicos más volátiles. Otro medio tecnológico que nos expone esta componente es el mapeo por ecorregiones para el estudio de los impactos a nivel terrestre o acuático, con el fin procedimental para la evaluación de riesgos ecológicos.
	Práctica	El objetivo principal del componente práctico es la aplicación de las teorías y tecnologías para responder a las variadas hipótesis de trabajo y problemas específicos de la ecotoxicología. La aplicación es también resolver o documentar una situación ambiental particular por medio de técnicas apropiadas para la práctica ecotoxicológica, como por ejemplo, los métodos para determinar la lixiviación de contaminantes de los desechos. Por otra parte, la experimentación en laboratorios cobra importancia en este componente, teniendo en cuenta criterio de eficacia, precisión, exactitud, sensibilidad, consistencia, claridad y facilidad de aplicación en la valoración ecotoxicológica.

Educación Ambiental	El ser	El pensamiento de cada ser humano como participe de todos aquello cambios biológicos, físicos y químicos del medio ambiente. El ser denota las indagaciones críticas e intrapersonales sobre su participación en la resolución de problemas ambientales, y la autorregulación de sus opiniones sobre las soluciones posibles. El ser también es aquel concepto metafísico para las explicaciones del pensar, percibir, sentir y apropiarse de lo natural, ambiental, cultural, espiritual, social, entre otros. Por ejemplo, mi realidad y comportamiento frente alguna circunstancia de contaminación ambiental.
	El otro	El concepto hace referencia a los otros seres, objetos, personas que son distales o proximales a mí. El pensamiento interpersonal es importante para el desarrollo de polisemias conceptuales, que permitan discernir una especifica solución a las problemáticas ambientales y sociales que cubren, tanto el ser como el otro. El otro describe una representación colectiva que involucra relaciones de poder, de pensamiento, y participación en un todo. Por ejemplo, las formas de actuación de otras personas frente a la contaminación atmosférica, y su gran variedad de estudios posibles. Cabe resaltar que, el otro no solamente es una persona, si no también aquellos elementos que conforman lo ambiental.
	La comunidad	Su significado se sitúa no solo en el conocimiento de mi ser y el otro, si no el destacar las relaciones biofísicas del entorno, la cultura, lo social, el ambiente, el patrimonio, lo económico, ético, educativo, y político. Se deben señalar el sin fin de elementos en común y en discordancia, que permiten la construcción proactiva y participativa en comunidad. Existe en una comunidad una variedad de mecanismos de integración, costumbres, valores, pensamientos y comportamientos, pero en algún punto convergen aquellos elementos, características, intereses, propiedades u objetivos en común.
Conocimiento Didáctico del Contenido	Conocimiento Disciplinar del Contenido	Se destaca en el docente la comprensión de su materia de estudio, señalando las bases sintácticas y declarativas de su disciplina, con elementos claves como interrelaciones de conceptos, principios, teorías, paradigmas, métodos, instrumento.
	Conocimiento Histórico-Epistemológico	Posee un trasfondo en el pensamiento del docente de la trascendencia de los conocimientos en base a su área de estudio. Se sitúan elementos de evolución conceptual, apartados bibliográficos, indagaciones epistemológicas de los contenidos teóricos y prácticos de su disciplina, análisis de episodios históricos, con el objetivo de fortalecer el desarrollo curricular.
	Conocimiento del Contexto Escolar	Al igual que la preocupación de la educación ambiental por su entorno, este componente sitúa el pensamiento del docente en el contexto de su ejercicio vocacional u laboral, permitiéndose responder a varias de las preguntas referentes al espacio temporal y social de la enseñanza. Se incluyen patrones institucionales, normativos, legislativos, filosóficas, políticos y administrativos que el docente debe reconocer para fortalecer su cambio microcurricular.
	Conocimiento Psicopedagógico	El docente enfoca su conocimiento al reconocer la perspectiva educativa de sus estudiantes, destacando modelos teóricos y prácticos de aprendizaje, así como, metodologías y enfoques que pondrá en ejecución al momento de reorientar su saber curricular.

Nota. Cabe resaltar que los componentes del Conocimiento Didáctico del Contenido en Química según Mora y Parga (2008) se exponen en el marco teórico del trabajo de investigación. Fuente: elaboración propia.

Por último, los componentes de indagación conllevan al diseño curricular de estrategias didácticas desde el estudio de observaciones, planteamiento de preguntas, examinación de información, ejecución de investigaciones y desarrollo experimental de la articulación interdisciplinar de los contenidos sobre la educación ambiental y la química, con el fin de fomentar los procesos de aprendizaje y enseñanza, en este caso particular, el conocimiento sobre la ecotoxicología. Cada uno de los componentes se plasman en las estrategias didácticas diseñada en la secuencia, por tal motivo, los análisis de cada componente destacan su significado, referente y significante desde una ardua búsqueda y argumentación de la información.

7.1.2. Triangulación Interdisciplinaria

7.1.2.1. Relación Interdisciplinar entre Ecotoxicología, Cambio Químico y Contaminación Atmosférica

Para el desarrollo de la triangulación con el objetivo de resaltar la relación interdisciplinar entre ecotoxicología, cambio químico y contaminación atmosférica se partió de la figura 1, presentada al comienzo del marco teórico del trabajo de investigación. En esta figura se expone una perspectiva interdisciplinar de estos tres conceptos con sentido bidireccional de análisis, una primera interpretación es: la ecotoxicología nos permite explicar las interacciones de organismos vivos con sustancias químicas desde el concepto estructurante de cambio químico, relacionando aquí aquellos contenidos de reacciones químicas, equilibrios y mecanismos de reacción bioquímicos, de igual forma, el cambio químico nos hace comprender y analizar sobre la contaminación atmosférica y sus relaciones directas con las alteraciones por contaminantes primarios y secundarios en el aire, que a su vez, pueden ser compuestos químicos orgánicos o inorgánicos, y por último, este tipo de contaminación se integra como una problemática ambiental en la

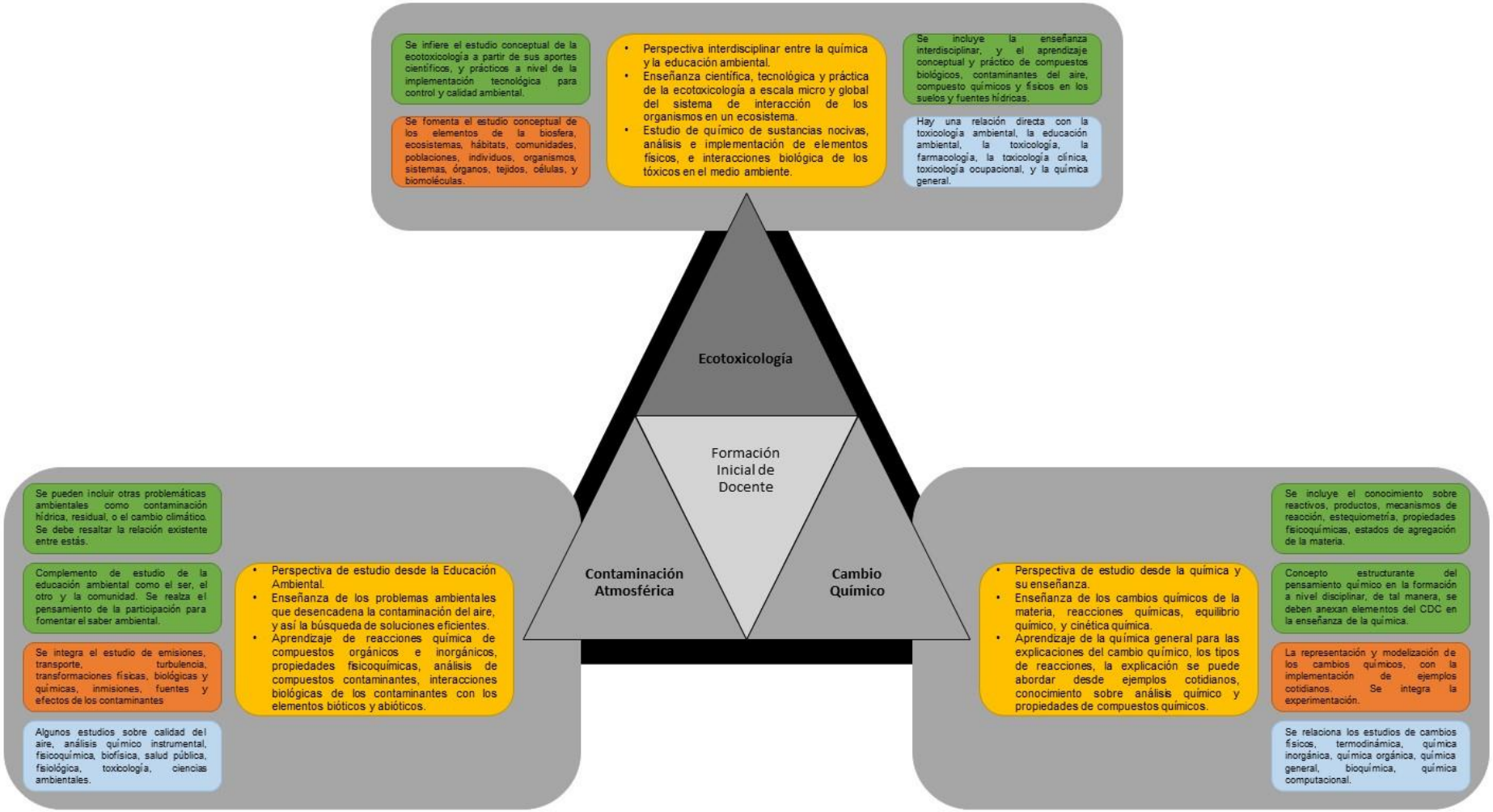
ecotoxicología, recordando las relaciones medio ambientales de esta disciplinar con relación en la educación ambiental.

El objetivo de la figura 1 es argumentar que la ecotoxicología es un área de conocimiento a fin a la química y la educación ambiental, y posee características interdisciplinares para su enseñanza y aprendizaje, que son necesarias para la formación inicial de docentes. Por otro lado, se diseñó la figura 8 que articula aquellas características, complementos, elementos y estudios afines en perspectiva de los procesos de enseñanza y aprendizaje de la señalada relación interdisciplinar entre ecotoxicología, cambio químico, y contaminación atmosférica.

Esta triangulación se centra en la formación inicial de docentes con el fin de fomentar el pensamiento del diseño curricular de estrategias didácticas con enfoque interdisciplinar para la creación de una secuencia de enseñanza de la química y la educación ambiental. Pero, no solamente estas dos áreas de conocimiento, también sirve de guía para otras ciencias, como por ejemplo, las relaciones existentes entre las ciencias sociales y la educación ambiental. Así mismo, el fomento de competencias de análisis, comprensión y aplicación en la formación inicial docente es una de las formas necesarias para indagar sobre la interdisciplinariedad.

Ahora bien, la triangulación entre los contenidos primarios del trabajo de investigación presenta las múltiples perspectivas o alternativas de combinación interdisciplinar de los contenidos de estudio teórico-práctico, histórico, epistémico, características vocacionales sobre la ecotoxicología, el cambio químico, y la contaminación atmosférica. También, se evidencia diferentes elementos de estudio en cada componente, es así como, al confrontar los datos de investigación sobresale la mirada interdisciplinar de la química y la educación ambiental, al momento de diseñar estrategias para la enseñanza de la ecotoxicología. En otra perspectiva, se suscita la capacidad u habilidad del docente en formación y en ejercicio de organizar y orientar los contenidos de estudios de su área de conocimiento, para diseñar en el marco de coherencia interdisciplinar las estrategias o instrumentos evaluativos para la enseñanza, con el objetivo de fomentar un aprendizaje autonómo, proactivo e integral del saber de los estudiantados.

Figura 9. Triangulación conceptual entre ecotoxicología, cambio químico y contaminación atmosférica.



Nota. Interpretación del color de los nodos: Amarillo: Características; Verde: Complementos; Naranja: Elementos; Azul: Estudios a fines. Fuente: elaboración propia.

7.1.3. Análisis Textual del Discurso (ATD)

7.1.3.1. Planes de Estudio del PLQ y la LCNEA

Para el desarrollo de los ATD como metodología cualitativa de análisis de cada syllabus académico planteado como muestra del trabajo de investigación, se deben reconocer elementos de gestión a nivel de los planes de estudio, tanto del Programa de Licenciatura en Química (PLQ) versión 2.0 y 3.0, y de la Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental (LCNEA) versión 1.0, estos pensum se exponen en las figuras 10, 11 y 12 respectivamente.

Figura 10. Plan de estudios del PLQ en su versión 2.0

	CICLO DE FUDAMENTACIÓN												CICLO DE PROFUNDIZACIÓN																							
Ambiente de Formación	I			II			III			IV			V			VI			VII			VIII			IX			X								
	P	C	H	P	C	H	P	C	H	P	C	H	P	C	H	P	C	H	P	C	H	P	C	H	P	C	H	P	C	H						
Formación disciplinar, científica e investigativa		4	6	1445102	4	6	1445108	4	6	1445114	4	6	1445119	4	5	1445124 y 65 C	4	5	1445130 y 80 C	4	5	1445134 y 85 C	4	5	111 C	4	5	1445141 y 95 C	4	5						
	Teorías Químicas I 1445102			Teorías Químicas II 1445108			Teorías Químicas III 1445114			Sistemas Orgánicos I 1445119			Sistemas Orgánicos II 1445124			Métodos de Análisis Químico I 1445130			Métodos de Análisis Químico II 1445134			Sistemas Bioquímicos 1445137			Énfasis Disciplinar I 1445141			Énfasis Disciplinar II 1445145								
		3	4	1445103	3	4	1445109	3	4	1445114	4	6	1445120	4	5	1445125 y 65 C	4	5	1445129 y 80 C	4	5	1445135 y 85 C	4	5												
	Formación Matemática I 1445103			Formación Matemática II 1445109			Formación Matemática III 1445115			Sistemas Inorgánicos I 1445120			Sistemas Inorgánicos II 1445125			Sistemas Fisicoquímicos I 1445129			Sistemas Fisicoquímicos II 1445133			Sistemas Biológicos II 1445138													
				1445110 5 C	3	4	1445116	3	4	1445121	3	3							1445135 80 C	4	5				95 C	4	5										
				Teorías Físicas I 1445110			Teorías Físicas II 1445116			Teorías Físicas III 1445121									Sistemas Biológicos I						Geociencias 1445144												
Formación Pedagógica y Didáctica e investigativa		3	3	5 C	3	3	15 C	3	4	15 C	3	3	20 C	3	4	1445127 y 65 C	3	4	1445124 1445129 1445131 1445132 y 80 C	4	1	1445136 y 85 C	4	1	1445139 y 95 C	2	1	1445143 y 95 C	4	1						
	Educación y sociedad 1445104			Psicología Cognitiva 1445111			Teorías Curriculares 1445118			Historia y Epistemología de la Química 1445122			Legislación Educativa 1445127			Formulación y Gestión de Proyectos Educativos 1445131			Práctica Pedagógica y Didáctica I 1445136			Práctica Pedagógica y Didáctica II 1445139			Proyecto de investigación 1445143			Trabajo de Grado 1445148								
										15 C	3	4	1445123	3	4	1445126 y 65 C	3	4							1445136 y 95 C	4	5	1445142 y 95 C	4	5						
										Seminario de Pedagogía y Didáctica I 1445123			Seminario de Pedagogía y Didáctica II 1445126			Seminario de Pedagogía y Didáctica III 1445132									Énfasis en Didáctica I 1445142			Énfasis en Didáctica II 1445146								
Formación Comunicativa		2	3	1445106	2	3																						1445129 y 95 C	2	4						
	Formación Comunicativa (Español) 1445105			Formación Comunicativa (Ingles II) 1445113																								Química Computacional 1445147								
		2	3																																	
	Formación Comunicativa (Ingles I) 1445106																																			
		2	3	1445107	2	2																														
	Informática Educativa I 1445107			Informática Educativa II 1445112																																
Formación Deontológica y en valores							15 C	2	3				20 C	2	4							85 C	2	4												
							Formación Filosófica 1445117						Educación y Participación Ciudadana 1445128									Educación Ambiental 1445140															
Electivas																				2			2			2			2						
																			Electiva NN de FCT			Electiva NN de FCT			Electiva NN de Todo Programa			Electiva NN de Todo Programa						

P: Prerrequisito, C: Número de Créditos y H: Horas presenciales semanales.

Nota. Se resalta en rojo el espacio académico de Teorías Química III, y en color verde la asignatura de Educación Ambiental. Fuente: Tomado de la página oficial de la Licenciatura en Química en el sitio web de la Universidad Pedagógica Nacional.

Se evidencia en el plan de estudios del PLQ en su versión 2.0 que el espacio académico Teorías Químicas III se sitúa en el tercer semestre de la licenciatura, y se encuentra dentro del ciclo de fundamentación, de igual forma, hace parte del ambiente de formación disciplinar, científico e investigativo de la química. Esto nos permite comprender que, la asignatura se aborda desde lo conceptual y en cierta medida en el fomento de competencias investigativas de aplicación y análisis entorno al saber químico, y en particular de los componentes de la química general, esto porque se resalta que el espacio académico es prerrequisito específico para iniciar con la comprensión de la química orgánica e inorgánica.

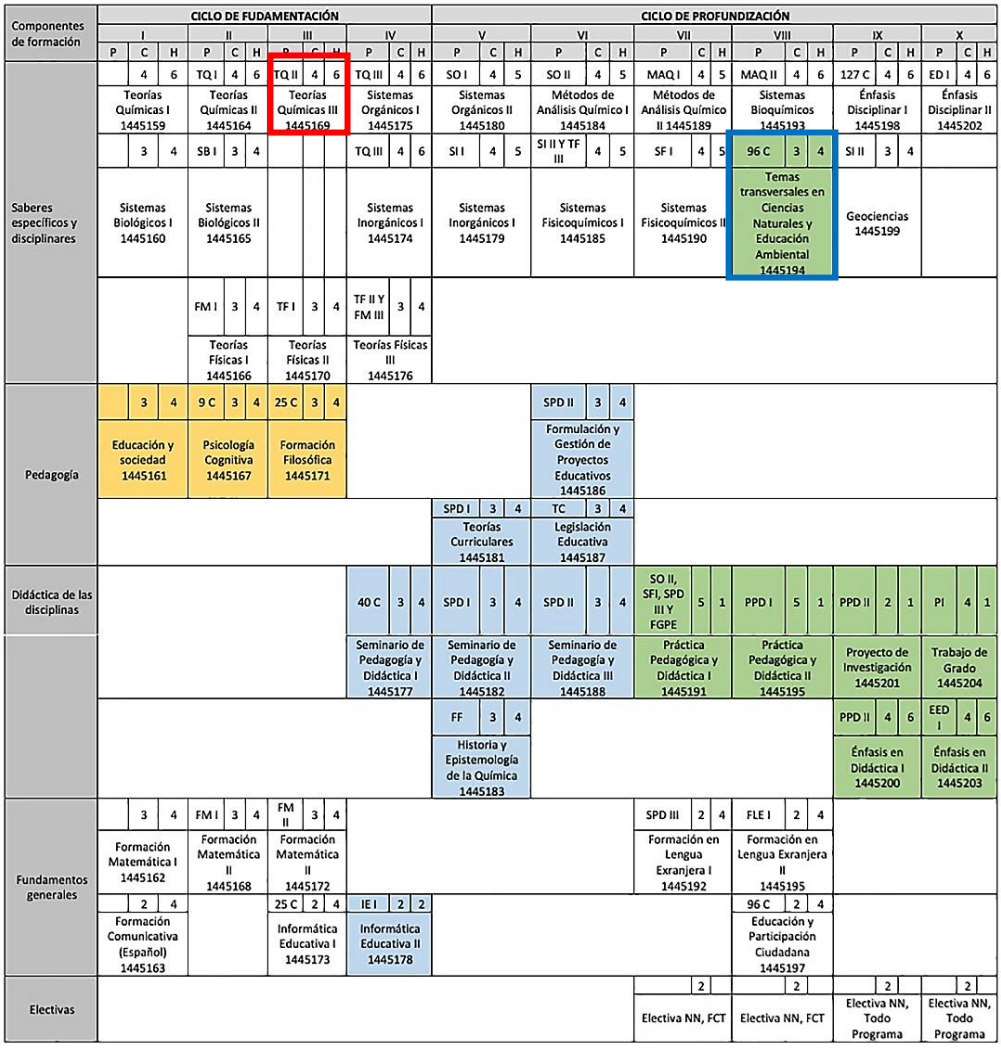
Cabe resaltar que, desde lo personal el espacio no presenta elementos de la interdisciplinariedad de áreas del saber, pero permite rescatar las explicaciones sobre las relaciones entre la química y la física dentro de la enseñanza de la ecotoxicología, al proporcionar ejemplos e ilustraciones fisicoquímicas de los tóxicos en el ambiente, y así sus interacciones y mecanismos de reacción.

Ahora bien, la asignatura Educación Ambiental hace parte del octavo semestre del PLQ, y así mismo, al ciclo de profundización de la formación inicial docente de su ámbito deontológico y en valores referentes a las perspectivas personales y globales sobre el ambiente. Se respalda el conocimiento sobre educación ambiental desde las indagaciones de principios éticos hacia el ambiente, objetivos y metas hacia la educación participativa, y el fomento de la conciencia ambiental en la formación inicial de docentes, con el fin de rescatar en lo personal aquellos contenidos histórico y epistemológico de la materia en cuestión.

Por otro lado, en la figura 11 se presenta el plan de estudios del PLQ pero en su versión 3.0, y en este, la asignatura teorías químicas III sigue situada en el tercer semestre de la carrera, correspondiente a los componentes de formación de saberes específicos y disciplinares de la química. Se denota un cambio conceptual de la asignatura en su componente investigativo, ya que este se establece en lo denominado didáctica de las

disciplinas, instaurándose al denominado componente materias como proyecto de investigación, trabajo de grado, y otras con algún factor de investigación cualitativa o cuantitativa.

Figura 11. Plan de estudios del PLQ en su versión 3.0



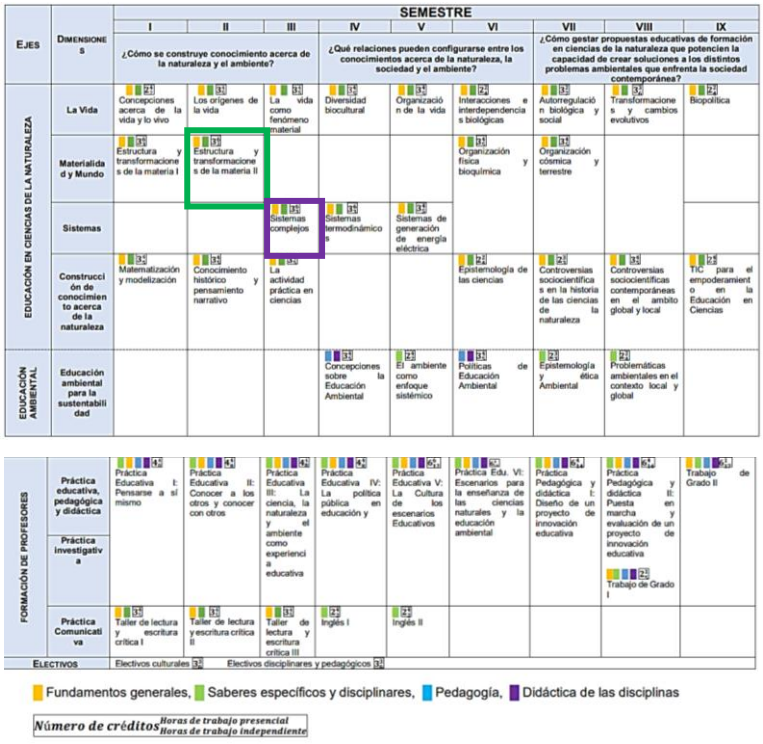
Nota. Se resalta en rojo el espacio académico de Teorías Química III, y en color azul la asignatura de Temas transversales en Ciencias Naturales y Educación Ambiental. Fuente: Tomado de la página oficial de la Licenciatura en Química en el sitio web de la Universidad Pedagógica Nacional.

Así mismo, en el proceso de solicitud del respectivo plan de estudio ante las administrativas de coordinación del PLQ, se indica que en la versión 3.0 del programa en cuestión no se encuentra destinada la asignatura Educación Ambiental, tal y como se visualiza en la figura 11. En cambio, se evidencia la asignatura Temas transversales en Ciencias Naturales y Educación Ambiental, presentando en cierta medida una perspectiva interdisciplinar entre estas dos áreas de conocimiento, donde probablemente se rescaten elementos conceptuales, procedimentales, actitudinales, sociales y educativos sobre el conocimiento de la educación ambiental como política pública a nivel local y global. Otra de las características que presenta esta nueva asignatura es la integración al componente de formación en los saberes específicos y disciplinares de la química, al igual que, al ciclo de profundización del saber químico en los futuros licenciados.

En otro punto de vista, en la figura 12 se visualiza los respectivos espacios académicos de la LCNEA resaltados como muestra de análisis del presente trabajo de investigación. Se destaca en primera medida que tanto el espacio de Estructura y transformaciones de la materia II, como la asignatura de Sistemas Complejos, están orientados por más de un docente, por ejemplo, para sistemas complejos son tres docentes los que dirigen los procesos de enseñanza y aprendizaje sobre los componentes conceptuales y prácticos del área de conocimiento de la asignatura, en el mismo caso, los tres docentes poseen estudios distintos, pero orientados desde la química, física, y biología. Probablemente, en alguno de estos espacios académicos se pueda evidenciar un gran potencial interdisciplinar del manejo de los elementos de la asignatura.

Por otra parte, se debe señalar que ambas asignaturas hacen parte del eje de educación en ciencias de la naturaleza y la construcción del conocimiento sobre el ambiente, y es de suma importancia reconocer las implicaciones interdisciplinares tempranas sobre educación ambiental dentro de la LCNEA.

Figura 12. Plan de estudios de la LCNEA en su versión 1.0



Nota. Se resalta en verde el espacio académico de Estructura y Transformaciones de la Materia, y en color morado la asignatura Sistemas Complejos. Fuente: Tomado de la página oficial de la Licenciatura en Química en el sitio web de la Universidad Pedagógica Nacional.

Cabe señalar que, la asignatura Estructura y transformaciones de la materia II se ubica en el segundo semestre de la LCNEA y en la dimensión de conocimiento de la sociedad desde la Materialidad y el Mundo. En otro orden de ideas, la materia de Sistemas Complejos se destina en el tercer semestre de la LCNEA, con su aplicación en las dimensiones de los sistemas sobre el conocimiento de lo ambiental.

7.1.3.2. ATD de los Syllabus Académicos

Se realizó un Análisis Textual del Discurso a los syllabus académicos, los cuales se tienen en cuenta como documentos especializados que permite nutrir el conocimiento referente a la organización del diseño curricular. Los syllabus académicos analizados bajo esta metodología de obtención de datos fueron las asignaturas de Teorías Química III, y Educación Ambiental del PLQ, así mismo, los espacios académicos de Estructuras y Transformaciones de la Materia II, y Sistemas Complejos, ambas de la LCNEA. Por otro lado, cada uno de los syllabus señalan diferentes apartados de información de la asignatura como lo son información administrativa y de gestión, descripción y justificación del espacio, objetivos generales y específicos de formación, preguntas orientadoras, ejes temáticos a lo largo del curso, metodología, evaluación, programación de sesiones, y referentes bibliográficos. Cabe resaltar que, los syllabus académicos del PLQ adicionan a su estructura los apartados de misión y visión, tanto de la universidad como del departamento de química.

Ahora bien, el ATD integra categorías de análisis e indagación para cada uno de los documentos especializados. En primer lugar, las categorías a priori que fueron un elemento transversal a la investigación, estas categorías se establecieron desde el análisis documental y la triangulación interdisciplinaria, y se concretaron al momento de identificarlas en los documentos especializados. Fue necesario la instauración de algunos criterios referentes a las categorías a priori propuestas para el análisis (las categorías a priori fueron: aprendizaje, ambiente, enseñanza, e interdisciplinar), así mismo, para las categorías a priori se describieron algunas palabras claves necesarias para la articulación de identidades en las categorías. Es así como, las categorías a priori, criterios y palabras claves se visualizan en la tabla 2, y su asignación radica en las relaciones con la enseñanza y aprendizaje a nivel general para resaltar la unión conceptual con la temática ecotoxicología. Por otro lado, se rescatan los componentes de ambiente para destacar la integración de los elementos de la educación ambiental, y también, se suscita lo interdisciplinar desde la perspectiva de los complementos de la química, física y biología, u otra área integral de conocimiento.

Tabla 2. Establecimiento de categorías a priori obtenidas en el análisis documental y triangulación

Categoría a priori	Criterios	Palabra clave
Aprendizaje	Se incluyen todos los aspectos que se destinen desde y para el aprendizaje conceptual o procedimental sobre el área de estudio, se relaciona la construcción y comprensión del aprendizaje desde su enfoque teórico-práctico. Abordando palabras compuestas u oraciones sobre modelos pedagógicos, metodologías y enfoque de aprendizaje.	Estudio conceptual; Análisis conceptual; Construcción teórico-práctico; Comprensión; Aprendizaje
Ambiente	En esta categoría se integran los elementos sobre la educación ambiental, inferencias entre lo ambiental y el ambiente, las relaciones existentes de la participación humana en el ecosistema, suscitando los contenidos sobre ecología y ciclo ambientales. Se incluyen la construcción del conocimiento entorno a la diversidad y la conciencia sobre el medio ambiente.	Ambiental y ambiente; Ciclos ambientales; Ambiental; Actividad humana; Diversidad; Ecología
Enseñanza	Se incluyen todos los elementos necesarios para comprender la enseñanza del área de estudio de análisis, destacando metodologías, métodos, modelos y enfoques de enseñanza. Factores integradores del conocimiento sobre el desarrollo de competencias o habilidades desde la enseñanza en la formación inicial de docentes. Se centra aspectos de reflexión e interpretación del conocimiento didáctico del contenido enriqueciendo la investigación hacia el profesor en formación inicial y en ejercicio.	Explicación; Profesor; Enseñanza; Formación; Interpretación; Habilidad u Competencia
Interdisciplinar	Se resaltan el conjunto de disciplinas conectadas entre sí y con relaciones definidas desde sus contenidos conceptuales o procedimentales. Se incluyen una perspectiva pluriparadigmáticas en la enseñanza simultanea de ciencias que provienen de dominios diferentes, que permite destacar los conceptos sobre multi, trans e interdisciplinar, hacia la integralidad de áreas de conocimiento como la química, física y biología, entre otras ciencias.	Perspectiva pluriparadigmáticas; Relación química, física y biología; Multidisciplinar; Interdisciplinar; Transdisciplinar; Integralidad

Fuente: elaboración propia

En segundo lugar, se instauraron las categorías emergentes como elementos esenciales en el ATD, ya que van surgiendo a medida que se avanza con el análisis de los documentos. Por otra parte, se debe tener precaución a la hora de identificar y definir ambos tipos de categorías, ya que en el ATD debe existir un fuerte potencial en la destrucción del texto y articulación de palabras o frases compuestas, para un eficiente resultado en estándar de frecuencia que permita un audaz análisis de los metatextos. Por su parte, el ATD es a fin a la investigación, ya que presenta una relación con el enfoque

hermenéutico en la interpretación y explicación de los datos obtenidos de las categorías a priori y emergentes.

7.1.3.2.1. ATD de la asignatura Educación Ambiental del PLQ

A partir del ATD realizado en el syllabus académico de la asignatura Educación Ambiental del PLQ, se presenta en la tabla el porcentaje de cada valor de frecuencia suscitado de las categorías a priori, al igual que, las categorías emergentes en el espacio académico, esenciales en el análisis de los metatextos.

Tabla 3. Categorías a priori y emergentes asignatura Educación Ambiental

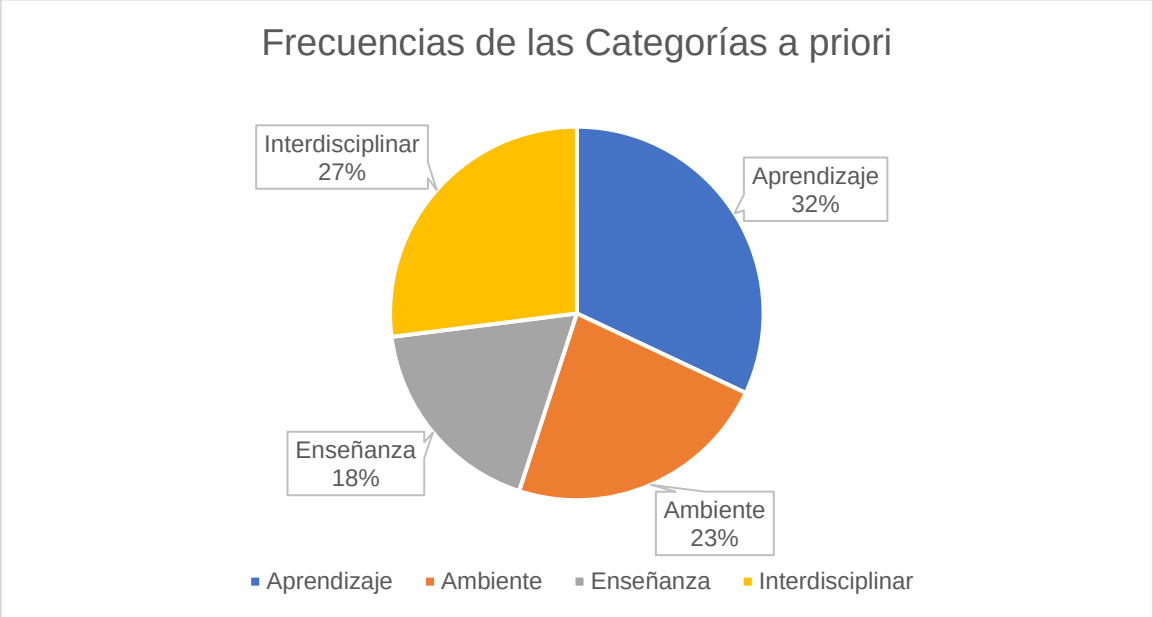
Espacio Académico	Categoría a priori	Frecuencia	Porcentaje	Categoría Emergente	Frecuencia	Porcentaje
Educación Ambiental	Aprendizaje	7	32	Recurso Didáctico	6	19
	Ambiente	5	23	Educación Ambiental	12	39
	Enseñanza	4	18	Proyectos	6	19
	Interdisciplinar	6	27	Cuestiones Socialmente Vivas	7	23
	Total Frecuencias a priori	22	100	Total de Frecuencias Emergentes	31	100

Fuente: Elaboración propia

Gracias a la tabla 3 se puede evidencia un mayor número de frecuencias para las categorías emergentes, lo cual indica que el espacio académico aporta al conocimiento indagatorio de algunos elementos y características entorno a la educación ambiental. Para identificación de estas categorías en los syllabus académicos se realizaron los matrices de análisis del ATD, la primera denominada destrucción del texto, y la segunda articulación, se pueden visualizar en el anexo 10.

A continuación, se expone las figuras 13 y 14 para la comprensión de las identificadas categorías a priori y emergentes en el espacio académico de Educación Ambiental del PLQ.

Figura 13. Porcentaje de frecuencias de las Categorías a priori en Educación Ambiental

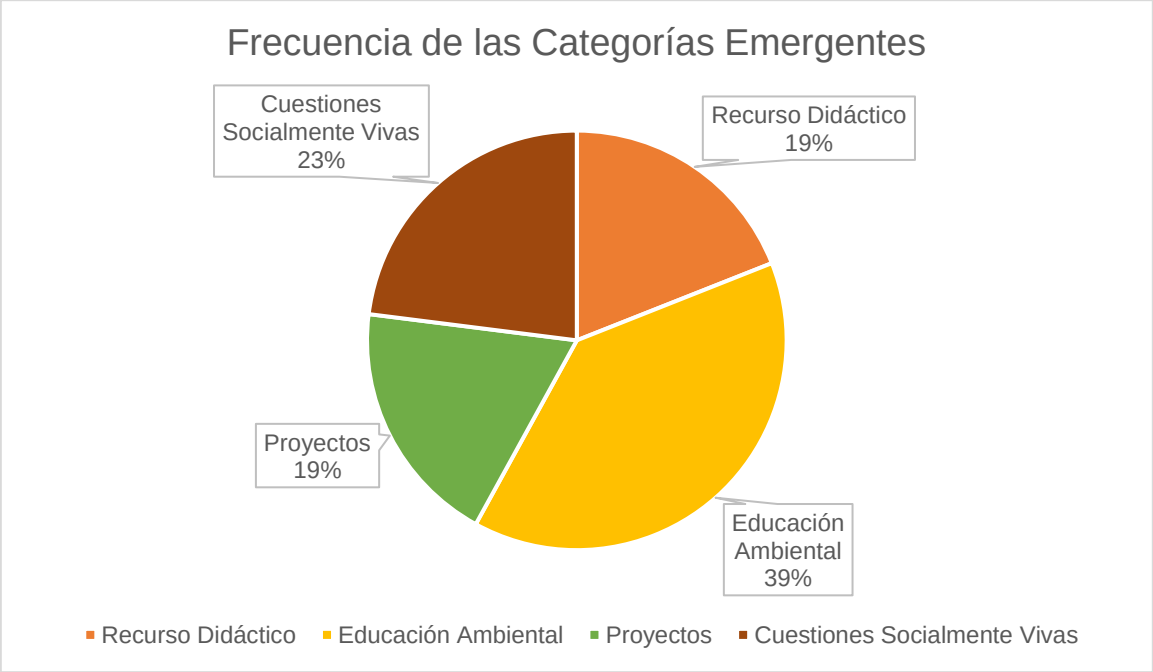


Fuente: elaboración propia

Se evidencia un 32% en la categoría a priori de aprendizaje, donde se resaltan elementos del conocimiento conceptual sobre la asignatura de EA, destacando características de la construcción del aprendizaje en clase y la consolidación el estudio complejo de la química junto a los elementos socio ambientales presentes a nivel local y global. Por su parte, la categoría de lo interdisciplinar presenta un 27% correspondiente a las características pluriparadigmáticas existentes entre la química y la educación, buscando puntos denominadores en la integración de lo multi, trans e interdisciplinar del conocimiento científico. El 23% relativo a la categoría Ambiente dispone aquellas atribuciones sobre el reconocimiento conceptual sobre ambiente, medio ambiente, elementos abióticos y bioéticos, recursos naturales, entre otros. Por último, la categoría enseñanza refleja un menor porcentaje y en esta se disponen las metodologías necesarias para la enseñanza de los componentes históricos de la evolución del concepto educación ambiental, al igual,

que el desarrollo del pensamiento crítico hacia el ambiente en la formación inicial de profesores en química. Cabe resaltar, que la asignatura de Educación Ambiental del PLQ fue entre todas la que representó un mayor porcentaje en la categoría a priori "Interdisciplinar" permitiendo integran algunos contenidos conceptuales para el abordaje curricular entre química y la EA.

Figura 14. Porcentaje de frecuencias de las Categorías emergentes en Educación Ambiental



Fuente: elaboración propia

Ahora bien, el pensum académico de Educación Ambiental del PLQ resaltó unas excelentes categorías emergentes que permiten integrar componentes del pensamiento ambiental al contexto de la enseñanza de la ecotoxicología. Con un 39% se resalta la categoría emergente de educación ambiental, que trae a colación todos aquellos componentes conceptuales y procedimentales en el marco del conocimiento sobre las políticas públicas sobre EA, lineamientos en las ciencias naturales para la integración de la EA, la integración de problemáticas ambientales, elementos de lo sustentable y la

sustentabilidad, aspectos epistemológicos, científicos, educativos, y el diálogo de saberes abordan los contenidos de la EA en este caso.

Otra categoría emergente que se destaca con un 23% es la de Cuestiones Socialmente Vivas integrando la construcción de representaciones culturales, políticas, sociales, democráticas, ciudadanas, éticas, estéticas y ambientales ante el saber de la EA. Por otro lado, se presenta un similar porcentaje en las categorías emergentes de Recursos Didácticos y Proyectos, con un 19% en ambas. La primera, pone a disposición las herramientas, recursos, estrategias metodológicas, y materiales para el fortalecimiento de diversos contextos del aprendizaje; la segunda, se destaca en la proposición y desarrollo de proyectos ambientales dentro del reconocimiento teórico de los estudiantados.

7.1.3.2.2. ATD de la asignatura Teorías Químicas III del PLQ

En el ATD realizado a la asignatura de Teorías Químicas III PLQ se resaltan contenidos conceptuales sobre el concepto estructurante de cambio químico, al igual que, algunos complementos para comprender la relación interdisciplinar entre la química y la física, y que se pueden integrar a la enseñanza de la ecotoxicología. Por tal motivo, se visualiza la tabla 4, que destina las frecuencias y porcentajes obtenidos en las indicadas categorías a priori y emergentes en esta asignatura del PLQ. Cabe resaltar que, no se identificaron características a fines a la categoría de Ambiente dentro de la destrucción del texto, en este caso el respectivo pensum académico. También, se puede visualizar la respectiva matriz de análisis en el anexo 11.

Tabla 4. Categorías a priori y emergentes asignatura Teorías Química III

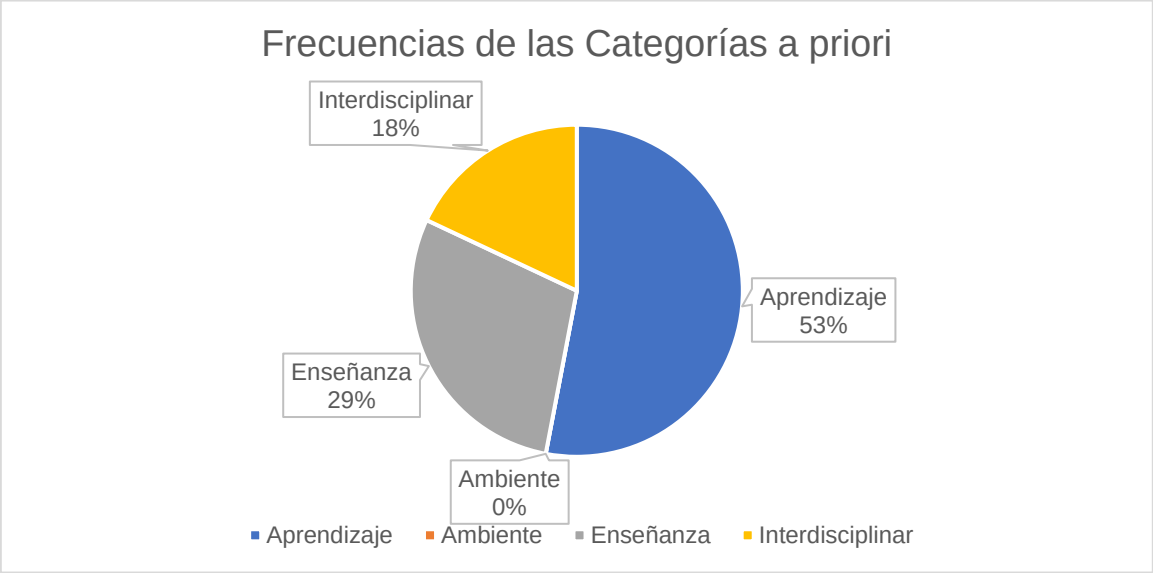
Espacio Académico	Categoría a priori	Frecuencia	Porcentaje	Categoría Emergente	Frecuencia	Porcentaje
Teorías Químicas III	Aprendizaje	9	53	Reacciones Químicas	11	46
	Ambiente	0	0	Termodinámica	7	29

	Enseñanza	5	29	Cinética Química	5	21
	Interdisciplinar	3	18	Recursos	1	4
	Total Frecuencias a priori	17	100	Total Frecuencias Emergentes	24	100

Fuente: Elaboración propia

Es así como, en la figura 15 se presenta el porcentaje de frecuencias de las categorías a priori. En primer lugar, la categoría de aprendizaje con un 53%, es la que representa el mayor de los porcentajes en esta asignatura y frente a la misma categoría a priori de los demás pensum académicos analizados. Se integran a esta categoría la construcción y comprensión solamente de conceptos químicos básicos en la formación de los licenciados en químicos, y se relaciona la resolución de problemas y ejercicios a nivel matemático, de tal forma el estudiante apropie un alto grado de exigencia ante los contenidos conceptuales, y en algún grado los procedimentales, que se abordan desde la experimentación en los laboratorios.

Figura 15. Porcentaje de frecuencias de las Categorías a priori en Teorías Químicas III



Fuente: elaboración propia

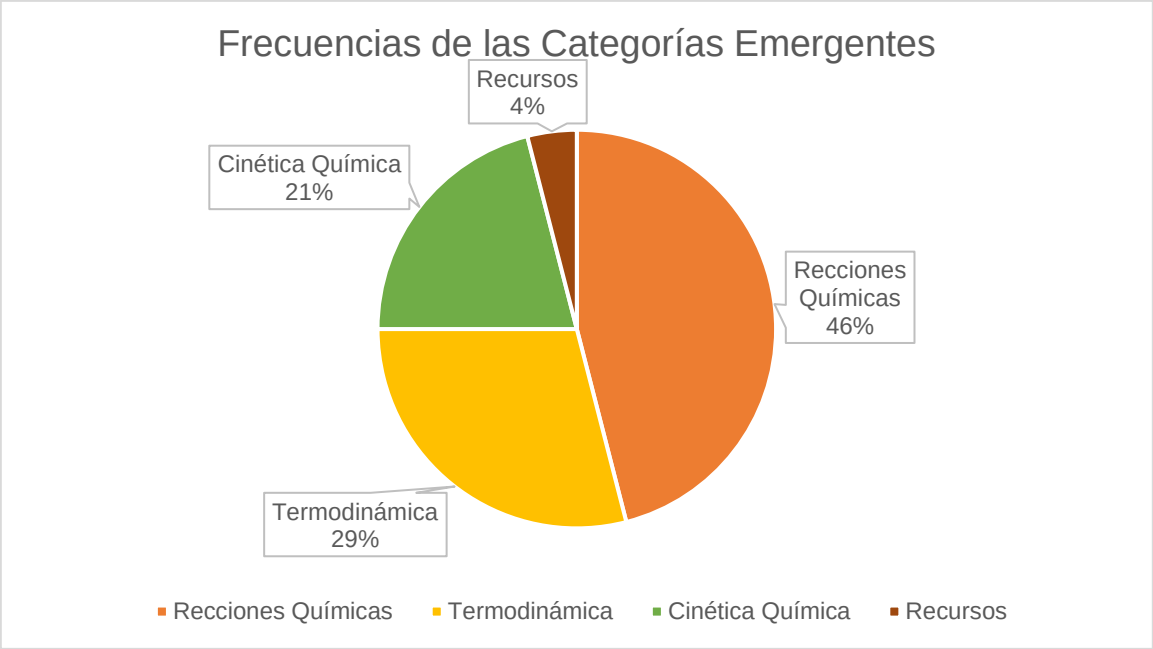
Por otro lado, la categoría de enseñanza con un 29% resalta la preocupación de la asignatura de que los estudiantados se integren a los procesos de enseñanza y sean ellos los que mediante el análisis de textos científicos y el trabajo entre compañeros propicien sus competencias u habilidades de formación docente. Con un 18%, la categoría interdisciplinar permitió identificar elementos unificadores entre la química con áreas de conocimiento como la física y la matemática, pero no puntos denominadores con la educación ambiental o la biología.

Se resalta nuevamente que, la categoría a priori de Ambiente no presenta rastreo alguno, indicando un bajo nivel de la asignatura de la integración de los componentes medio ambientales a la puesta en práctica de los conceptos químicos ante la resolución de ejercicios y problemas físicos-matemáticos.

Para el caso de las categorías emergentes presentadas en la figura 16, se evidencia un 46% en la categoría Reacciones Químicas desde el estudio fenomenológico de sustancias químicas y sus transformaciones, se implementa conceptos teóricos para la explicación y justificación de las reacciones necesarias para estudiar los modelos termodinámicos y cinéticos de la materia, se llevan a cabo representaciones de las reacciones mediante el diseño de actividades experimentales. Así mismo, con un 29% la categoría emergente de termodinámica dispone el conocimiento conceptual sobre los procesos matemáticos del equilibrio químico, así como, leyes y principios de los cambios térmicos de los sistemas.

La categoría de cinética química se identifica con un 21% y corresponde a la comprensión de los fundamentos generales del cambio cinético y del equilibrio químico en las reacciones. También, se plantea la resolución de problemas de lápiz y papel, a partir de la información disponible sobre la temática. Por último, en un bajo porcentaje se evidencia la categoría de recurso, y se resalta en esta la integración de materiales bibliográficos para la búsqueda de información especializada que permita integrar elementos teóricos sobre los temas en cuestión de la asignatura.

Figura 16. Porcentaje de frecuencias de las Categorías emergentes en Teorías Químicas III



Fuente: elaboración propia

Se resalta que, las categorías emergentes de reacciones químicas, termodinámica, y cinética química son afines al estudio del concepto estructurante de cambio químico, por tal motivo, se integran en el estudio fisicoquímico de las reacciones presentes en los tóxicos en el ambiente, tal y como se resaltó en la triangulación (figura 9) presentada en el trabajo de investigación.

7.1.3.2.3. ATD de la asignatura Estructura y Transformaciones de la Materia II de la LCNEA

Se presenta en la tabla 5 el ATD realizado al pensum académico de la asignatura Estructura y Transformaciones de la materia II de la LCNEA. De igual forma, en el anexo 12 se dispone la matriz de análisis para la identificación por frecuencias de las categorías a priori y emergentes de la materia. Es de destacar que, la asignatura presenta un mayor porcentaje a nivel especifico y general de la categoría a priori de enseñanza, representada con un 34%, y se destina desde la formación docente para conocer las

metodologías necesarias hacia la enseñanza de conceptos químicos, biológicos, y científicos a través del planteamiento de hipótesis de estudio.

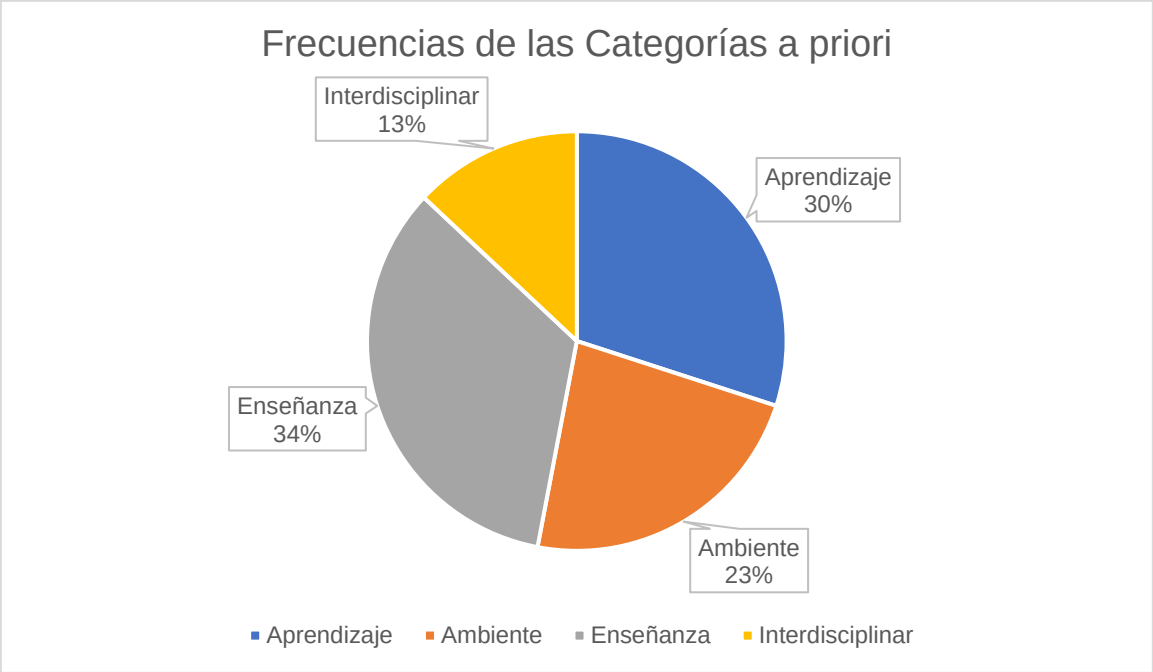
Tabla 5. Categorías a priori y emergentes asignatura Estructura y transformaciones de la materia II

Espacio Académico	Categoría a priori	Frecuencia	Porcentaje	Categoría Emergente	Frecuencia	Porcentaje
Estructura y Transformaciones de la Materia II	Aprendizaje	9	30	Fenomenología	11	37
	Ambiente	7	23	Formación profesoral	5	17
	Enseñanza	10	34	Naturaleza	7	23
	Interdisciplinar	4	13	Tecnología	7	23
	Total Frecuencias a priori	30	100	Total Frecuencias Emergentes	30	100

Fuente: Elaboración propia

Por otra parte, la figura 17 permite visualizar un 30% correspondiente a la categoría de aprendizaje, la cual se enfoca en el estudio de fenómenos y conceptos comparativos, cuantitativos y cualitativos de la química, biología, y la física (fenómenos eléctricos y magnéticos), así como, la construcción de explicaciones sobre micro y macrosucesos por parte del estudiantado. Esta última característica, relacionaría la inclusión de elementos de la enseñanza de la ecotoxicología a la asignatura, puesto que, esta disciplina permite el estudio a nivel micro y macroscópico de las interacciones de las sustancias nocivas presentes en el ambiente.

Figura 17. Porcentaje de frecuencias de las Categorías a priori en Estructura y transformaciones de la materia II



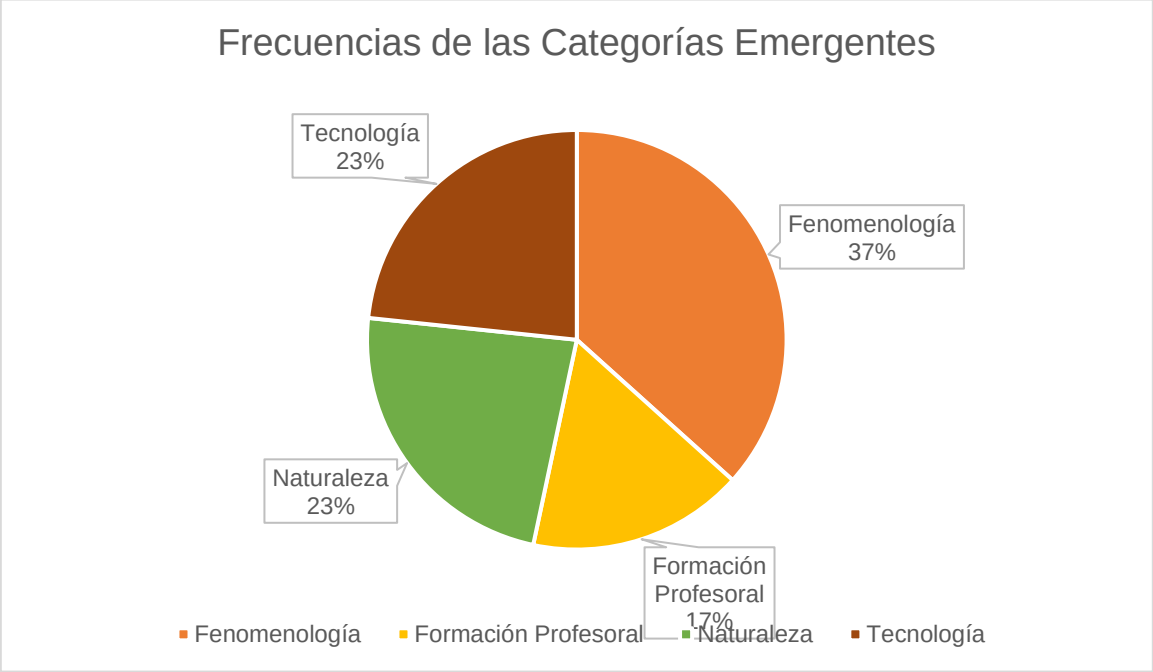
Fuente: elaboración propia

La categoría a priori relacionada con el ambiente presentada en la figura 17 con un 23%, resalta algunos elementos conceptuales sobre el estudio de los ciclos biogeoquímicos y su relación con las actividades humanas sistémicas y complejas de la educación ambiental. Por último, aunque en la asignatura se evidencian algunas integraciones disciplinares, se identificó un 13% en la categoría interdisciplinar, que trae a colación los componentes de estudios de diferentes ciencias como la biología, química y física.

En la figura 18 se visualiza los porcentajes obtenidos en las categorías emergentes en el ATD de la asignatura Estructura y Transformaciones de la materia II. Se evidencia un 37% correspondiente a la categoría fenomenología, comprendiendo que la asignatura se enfoca a los procesos de aprendizaje y enseñanza mediante la construcción de explicaciones, análisis, observaciones, y aplicaciones a nivel fenomenológico de los objetos materiales y sustancias a nivel macroscópico y microscópico. También, existe

una relación con la física, puesto que se resaltan conceptos sobre magnetización, magnetismo, reactividad y electricidad.

Figura 18. Porcentaje de frecuencias de las Categorías emergentes en Estructura y transformaciones de la materia II



Fuente: elaboración propia

Por otra parte, las categorías tecnología y naturaleza representan por igual un 23% dentro del ATD. La primera, resalta el análisis y experimentación de las ciencias mediante el uso e intervención de las tecnologías de la información y la comunicación, así como, el uso de herramientas para el diseño audiovisual se relaciona con la implementación del componente tecnológico para la enseñanza de la ecotoxicología. La segunda, dispone el concepto naturaleza como elemento de la educación ambiental y se refleja una diferenciación con las palabras claves dentro de la categoría ambiente. Desde esta categoría emergente, se evidencia el estudio de los cambios, ciclos de elementos bióticos y abióticos, y el análisis de sustancias presentes en la naturaleza.

Finalmente, con un 17% se representa la categoría emergente de formación profesoral, puesto que, la asignatura incorpora el conocimiento sobre las competencias, actitudes, aptitudes, habilidades y destrezas de los estudiantados, dentro del marco de la formación inicial docente del saber y ser maestro en el campo de la educación en ciencias.

7.1.3.2.4. ATD de la asignatura Sistemas Complejos de la LCNEA

Para el ATD realizado al pensum académico de la asignatura Sistemas Complejos de la LCNEA, se evidencia en la tabla 6 una mayor frecuencia en los elementos pertenecientes a las categorías emergentes, que integran otras características referentes al pensamiento de la licenciatura entorno a las ciencias y la educación ambiental.

Tabla 6. Categorías a priori y emergentes asignatura Sistemas Complejos

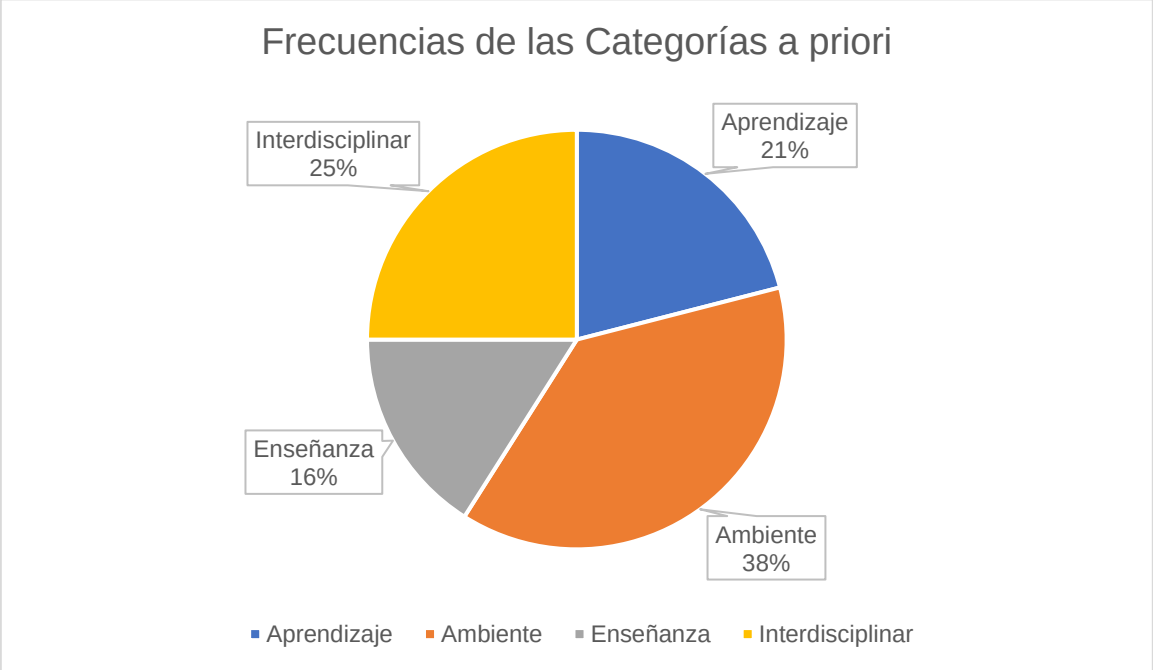
Espacio Académico	Categoría a priori	Frecuencia	Porcentaje	Categoría Emergente	Frecuencia	Porcentaje
Sistemas Complejos	Aprendizaje	5	21	Complejidad	8	26
	Ambiente	9	38	Conocimiento	11	35
	Enseñanza	4	16	Metodología	3	10
	Interdisciplinar	6	25	Evaluación	9	29
	Total Frecuencias a priori	24	100	Total Frecuencias Emergentes	31	100

Fuente: Elaboración propia

En primer lugar, se presenta en la figura 19 la categoría a priori ambiente con un 39%, que relaciona los elementos relativos a la identificación, interacción, dinámicas, construcción del conocimiento y aspectos problemáticos de los factores del medio ambiente, realzando el pensamiento científico, ambiental y social. Cabe señalar que, esta

categoría tiene un mayor porcentaje a nivel especifico y general dentro del ATD de la identificación de categorías a priori anexas al área de la educación ambiental.

Figura 19. Porcentaje de frecuencias de las Categorías a priori en Sistemas Complejos

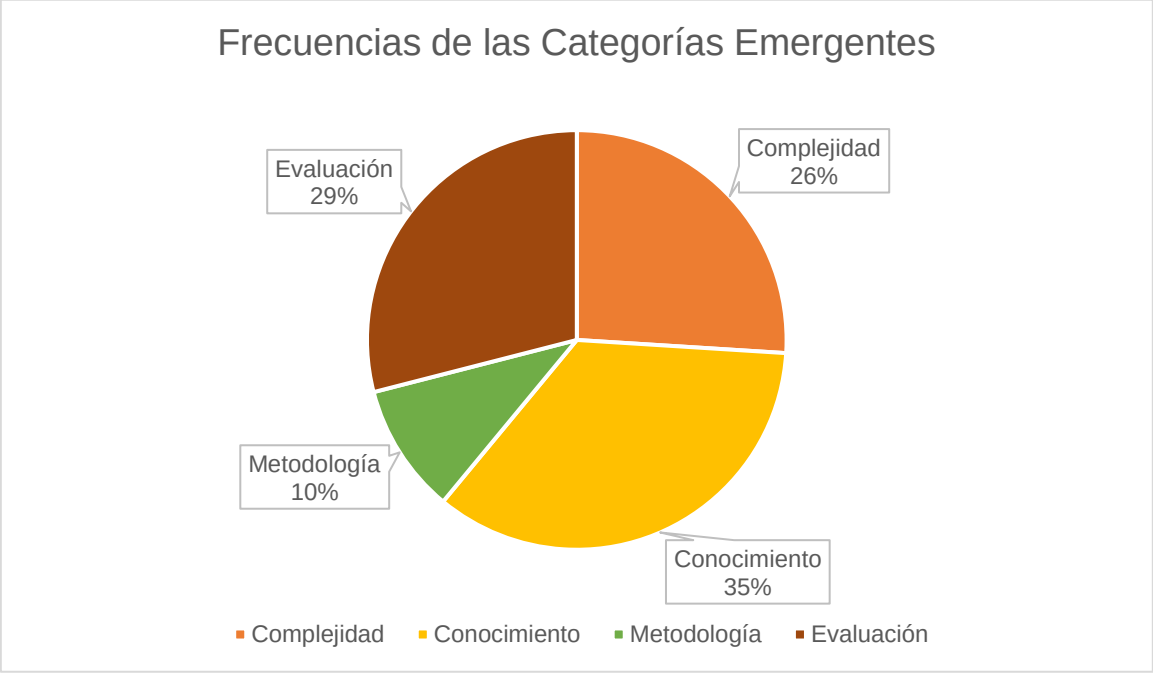


Fuente: elaboración propia

Desde otra perspectiva, la categoría interdisciplinar con un 25% presentada en la figura 19, menciona la integración de varias disciplinar para el estudio general de dinámicas de la naturaleza, tanto física, química, biológica y social; con una mirada inter y transdisciplinar a otras áreas del saber cómo la medicina, economía, astronomía, entre otras. Se expone que las redes interdisciplinares entre las disciplinas son de naturaleza complejas, pero con un arduo trabajo del diseño curricular se le permite al estudiante un acercamiento multidimensional. Por otro lado, se evidencia un 21% en la categoría a priori de aprendizaje, donde se relaciona las herramientas necesarias para el estudio conceptual de problemas complejos de la naturaleza. Por último, con un 16% la categoría de enseñanza dispone la reflexión y el dialogo que en la formación inicial docente debe existir referente a los procesos de enseñanza de las ciencias.

Ahora bien, la figura 20 permite visualizar las categorías emergentes en el respectivo análisis textual del pensum académico. En este orden, se resalta la categoría conocimiento con un 35% de los resultados del rastreo, es así como, se relacionan los modelos para la construcción del pensamiento complejo de los sistemas naturales y sociales; se interpreta que el saber debe transcender de lo lineal y fragmentado a un pensamiento articulador, creativo y organizador de múltiples disciplinas, y permite comprender que las estrategias didácticas deben poseer este tipo de conocimiento no lineal.

Figura 20. Porcentaje de frecuencias de las Categorías emergentes en Sistemas Complejos



Fuente: elaboración propia

Por otra parte, en la figura 20 se distingue la categoría sobre evaluación con un 29%, y dispone aquellos procesos colectivos, críticos, propositivos, individuales, y grupales de la valoración cualitativa y cuantitativa del aprendizaje de los estudiantados. La retroalimentación en los espacios de aprendizaje es uno de los factores que le permite al estudiante conocer sus fortalezas y debilidades de manera reflexiva y reconstructiva del

saber científico. Así mismo, se toman partes de la evaluación como proceso integral, formativo y permanente para el desarrollo de la secuencia didáctica en cuestión.

Con un 26% se evidencia una categoría emergente denominada complejidad que organiza las temáticas conceptuales para la visión compleja y caótica de los sistemas científicos y de medios naturales. Finalmente, la categoría metodología refleja un 10% de las frecuencias en el ATD de la asignatura, integrando un conjunto de métodos para el desarrollo de las indagaciones en clase, se resalta las lecciones magistrales participativas y medios audiovisuales como metodologías de exposición individuales y grupales del ejercicio docente. Finalmente, se resalta que los dos programas de formación poseen intencionalidades diferentes, los dos forman profesores que enseñan en el área de las ciencias naturales, pero uno con especialidad (PLQ), y el otro con un panorama general (LCNEA), pero ambos contribuyen a la formación científica en el contexto educativo.

7.2. ESTRUCTURACIÓN DE NODOS COGNITIVOS INTERDISCIPLINARES

7.2.1. Diseño y Validación de la Entrevista Semiestructurada

Se diseñó una entrevista semiestructurada compuesta por tres partes: la primera, un formato de consentimiento informado, se evidencia en el anexo 14, este formato se adapta del documento oficial del comité de Ética en Investigación de la Universidad Pedagógica Nacional, en este se dio a conocer el título del proyecto de investigación, al igual que, el respectivo resumen que le permitió a los docentes entrevistados indagar sobre la propuesta. Se señalaron algunos descriptores sobre los beneficios de participar en el estudio orientados al CDC individual de los docentes con respecto a las temáticas entorno a la triangulación entre ecotoxicología, cambio químico y contaminación atmosférica. Por otra parte, se les explicó a los entrevistados que los datos obtenidos serán usados para fines investigativos y se han tratado con anonimato.

La segunda parte es el formato de entrevista semiestructurada, el cual se puede evidenciar en el anexo 15, este formato destinó el objetivo central para su realización, donde se denotó la identificación del CDC de los docentes frente a la temática del trabajo de investigación, y suscitar un análisis que nutre la estructuración de nodos cognitivos interdisciplinares que simplifican el pensamiento curricular para el diseño de estrategias didácticas. Por otro lado, la entrevista semiestructurada cuenta con 4 preguntas orientadas desde el componente Químico, y 4 preguntas que integran el componente sobre Educación Ambiental, de igual forma, se señala el enfoque de las preguntas en relación con la complementación de las categorías del CDC.

La tercera parte es la matriz de evaluación y análisis de la entrevista, que se dispone en el apartado 7.2.2 del documento. La matriz permite evidenciar en primer lugar el ATD del CDC de cada uno de los docentes, resaltando las categorías a priori y emergentes identificadas mediante esta metodología de investigación hermenéutica. Así mismo, se dispone el análisis de la entrevista mediante las disposición u orientación de las respuestas proporcionadas, y un análisis general que relaciona el CDC con la ecotoxicología, lo interdisciplinar, los componentes de educación ambiental, cambio químico y contaminación atmosférica.

Por otro lado, la entrevista semiestructurada se sometió a dos evaluadores para su posterior aceptación y ejecución. Para este proceso, se diseñó un formato de validación de la entrevista (Anexo 16); este formato presenta cuatro criterios de evaluación (suficiencia, claridad, coherencia, relevancia), así mismo, indicadores de valoración cualitativos, que permitieron indicar y realzar algunas observaciones, para orientar eficientemente la entrevista. Cabe resaltar que, el formato de validación de la entrevista enviado a los evaluadores fue adaptado de Escobar y Cuervo (2008), este presentó correlación con los objetivos cualitativos del trabajo de investigación. A continuación, se presenta en la tabla 7 los conceptos favorables de los evaluadores, valoraciones y observaciones de la entrevista aplicada a los docentes de las asignaturas *Estructuras y Transformaciones de la Materia II* y *Sistemas Complejos* de la LCNEA.

Tabla 7. Resultados Validación de la Entrevista

Evaluador	Formación Académica	Áreas de Conocimiento	Criterios de Evaluación	Indicador	Observación del evaluador	Validez
1	Licenciatura en Química, Maestría en Docencia, Estudiante Doctorado en Educación	Didáctica de la Química en Docentes en formación, CDC en Química, Desarrollo de Pensamiento Creativo	Suficiencia	Moderado Nivel	Las preguntas que busca caracterizar el CDC del contenido químico son concretas y me paree muy precisos para la obtención de información, sin embargo, en la parte ambiental creo que en la parte del componente histórico epistemológico podría mostrar un camino más claro en torno a la idea de la interdisciplinariedad porque temo que el entrevistado quede absorto con la amplitud de la pregunta y con lo complejo de reconocer los inicios de esta. En cuanto a la caracterización del contenido contextual de la P8 se pregunta ¿Cuáles criterios? Pero igualmente creo que toca dirigirla más, ¿criterios de qué? Sociales de los estudiantes, económicos, pedagógicos? Entiendo que es del contexto y por lo tanto debes especificar desde que enfoque quieres que te halen o puede que se divague mucho	Aplicable atendiendo a las Observaciones
			Claridad	Alto Nivel	La entrevista si es clara sin embargo recomiendo tener puntos de apoyo (preguntas concretas complementarias) a la hora del desarrollo de esta para contextualizar a los docentes en cuanto a la descripción del contenido histórico epistemológico que suele ser el menos explorado sobre todo en la P6 que fue sobre lo que hable específicamente en el punto de suficiencia.	
			Coherencia	Alto Nivel	Considero que si está totalmente relacionada con el fin de caracterizar el CDC sin embargo considero debes cerrar un poco las preguntas que comente con anterioridad, para tu beneficio a la hora de analizar datos.	
			Relevancia	Alto Nivel	Totalmente de acuerdo en la aplicación de la entrevista pues de los resultados obtenidos tendrás las categorías de las cuales partir para la elaboración de estrategia didáctica.	
2	Licenciatura en Química, Especialización en Gerencia Educativa, Maestría en Docencia de la Química	Conocimiento Didáctico del Contenido Curricular	Suficiencia	Alto Nivel	No aplica	Aplicable
			Claridad	Alto Nivel	No aplica	
			Coherencia	Alto Nivel	No aplica	
			Relevancia	Alto Nivel	No aplica	

Fuente: elaboración propia.

7.2.2. Análisis del CDC

La integración del análisis correspondiente al Conocimiento Didáctico del Contenido se llevó a cabo mediante la realización de 4 entrevistas semiestructuradas a los correspondientes docentes de los espacios académicos Estructuras y transformaciones

de la materia II (Profesor 1 y Profesor 2) y Sistemas Complejos (Profesor 3 y Profesor 4) de la LCNEA, resaltados como población de estudio dentro del marco del trabajo de investigación. Esta técnica de investigación permitió obtener información con más libertad entre el entrevistador y entrevistado, al orientar las preguntas hacia el conocimiento sobre la química y la educación ambiental, resaltando la influencia de estas dos áreas con la enseñanza de la ecotoxicología, punto central para el análisis de los nodos cognitivos interdisciplinares, y así, la creación de estrategias didácticas con dicha perspectiva metodológica. La entrevista semiestructurada se adaptó a los respectivos estudios de pregrado y posgrado de los docentes entrevistados, al igual que, a sus experiencias profesionales e investigativas frente a la interdisciplinariedad entre química y educación ambiental. Se contó con la participación de profesores con áreas de estudio en la enseñanza de la química, física y biología; y la entrevista se desarrolló mediante la solicitud de explicaciones y ampliaciones referentes a las preguntas preelaboradas.

En la tabla 8 se evidencia la formación académica y áreas de actuación de los profesores entrevistados, que permitirá comprender las tablas 9, 10, 11, y 12, que exponen los respectivos análisis cualitativos de las entrevistas orientado al CDC y sobre el pensamiento interdisciplinar, resaltando elementos para la estructuración de la secuencia didáctica para la enseñanza de ecotoxicología.

Tabla 8. Datos de los profesores entrevistados

Profesor	Formación Académica	Temáticas de interés
1	Licenciatura en Física Especialización en Tecnologías de la Información y la Comunicación Maestría en Educación	Análisis de textos originales con fines en la enseñanza El experimento en la enseñanza de las ciencias
2	Licenciatura en Química Especialización en Análisis Químico Maestría en Tecnología Educativa y Medios Innovadores para la Educación	Enseñanza de la Química a nivel de Bachillerato

3	Licenciatura en Química Maestría en Ciencias – Química	Síntesis y caracterización de compuestos heterocíclicos Ciencia y Tecnología Formación de maestros y estudiantes a nivel escuela
4	Licenciatura en Biología Maestría en Tecnologías de la información aplicadas a la educación Doctorado en Biotecnología Posgrado en Modelado Computacional en Ciencia y Tecnología	Aprendizaje B-Learning e Inteligencia Artificial Conocimiento para el diagnóstico de Alzheimer Modelamiento de Sistemas Biológicos

Fuente: elaboración propia

Por último, el análisis general de la entrevista se llevó a cabo mediante el uso de la metodología ATD para la identificación de las frecuencias textuales de las categorías a priori (CDC (Conocimiento Disciplinar del Contenido); CHE (Conocimiento Histórico-Epistemológico); CPP (Conocimiento Psicopedagógico); CCE (Conocimiento del Contexto Escolar), como categorías emergentes (propias del pensamiento de cada Profesor), esto permitió la destrucción de los audios grabados de las entrevista, identificación, articulación (proceso de codificación) y construcción del análisis cualitativo de los metatextos, este proceso es similar al ATD de los syllabus académicos.

Tabla 9. Análisis CDC Profesor 1

ATD DEL CONOCIMIENTO DIDÁCTICO DEL CONTENIDO (Profesor 1 – Asignatura Estructuras y Transformaciones de la Materia II)			
CATEGORÍA A PRIORI	**FRECUENCIA**	**CATEGORÍA EMERGENTE**	**FRECUENCIA**
CDC	19	Energías	8
CHE	9	Ambiente	3
CPP	7	Interdisciplinar	7
CCE	13	Física	16

ANÁLISIS DE LA ENTREVISTA		
Pregunta	**Orientación de la respuesta**	**Análisis General**
P1	Se reconoce por parte del Profesor 1 elementos conceptuales relacionados a la enseñanza de la física que podrían incluirse en la temática sobre la ecotoxicología, por ejemplo, se resaltan los elementos teóricos sobre la energía eléctrica y su relación con energías limpias, el conocimiento sobre plantas de generación hidráulica y el uso de paneles solares. En cuanto al concepto estructurante cambio químico, señala lo siguiente: "[…] se resalta la mirada de la fisicoquímica, pero no me atrevería a decir que se relaciona con una perspectiva meramente química, o propia del lenguaje de la química." (P1, Profesor 1, 2021) Cabe resaltar que, la formación académica del Profesor 1 es en el área de la física, y que el análisis lo situó en las palabras y vocablos que se podrían reconocer.	**Categorías a priori** CDC: con la frecuencia más alta, se manifiesta por el profesor 1 una apropiación de los conceptos orientados desde la física, puesto que se relaciona con su eje de formación académica. Se desarrollan explicaciones alrededor de contenidos sobre el cambio químico visto desde la energía eléctrica, energías limpias, electroquímica, magnetismo, electricidad, potencial eléctrico, campos de fuerzas, y la integración de paradigmas disciplinares de la EA situados en el conocimiento sobre el reciclaje y la disminución de estos. Con relación a la ecotoxicología, se evidenciaron elementos conceptuales interdisciplinares que se tienen en cuenta en la estrategia didáctica (ED). CCE: como segundo componente que se evidencia, el profesor 1 demuestra un conocimiento sobre el funcionamiento de la LCNEA, y su perspectiva interdisciplinar resaltada en sus objetivos de formación. Reconoce el contexto en donde se están formado los estudiantes de la LCNEA, y así intenta orientar sus contenidos, basados en la realidad ambiental. Se disponen analogías de las licenciaturas como su fueran cajones dentro de un contexto disciplinario al largo de su formación, y que la LCNEA rompe con dichos estereotipos. CHE: como tercera categoría del profesor 1, se extienden las explicaciones a nivel epistémico sobre la enseñanza de la física, que intenta ligar en
P2	Se evidencia una excelente reflexión sobre la integración de los componentes históricos y epistemológicos para la enseñanza de las ciencias en general. "[…] yo digo que estos análisis históricos-epistemológicos, si potenciarían y dan sentido a la enseñanza de un contenido en forma contextualizada […]" (P2, Profesor 1, 2021) Se relaciona la enseñanza contextualiza en realzar lo interdisciplinas desde lo teórico y práctico. Se reconocen ejemplos históricos desde la física por parte del Profesor 1, uno de estos es sobre la necesidad de Galileo para estudiar el movimiento parabólico a partir del desarrollo de nuevos armamentos y cañones por parte de las personas italianas.	
P3	En la revisión de la respectiva pregunta, se evidencia que el Profesor 1 no tiene en cuenta algunas articulaciones curriculares con respecto al concepto de cambio químico, por su parte, relaciona sus argumentos en la física, y define que le interesaría que sus estudiantes aprendan a interactuar con distintos materiales para suscitar el análisis de estos. "[…] las discusiones que se han tenido con los estudiantes en relación con las baterías han permitido hablar un poco sobre el comportamiento eléctrico de los metales que la conforman […] la palabra cambio químico estaría muy situada en el lenguaje de la química." (P3, Profesor 1, 2021)	
P4	El Profesor 1 recurre a responder la pregunta desde su experiencia de trabajo en la licenciatura en física de la UPN, y dispone la siguiente analogía: "[…] si una persona ingresa a la licenciatura en física, es porque quiere aprender física, y si tú te fijas en la estructura física de la universidad, termina siendo cajones, ya que tienes en el segundo piso la licenciatura en física, en el tercero a biología, y cuarto a química" (P4, Profesor 1, 2021) Es así como, el saber químico en ambas licenciaturas debe fomentarse mediante un cambio del currículo y de las instalaciones mismas de la universidad. Se reconoce por el Profesor 1 elementos contextuales sobre los estudiantes y los lineamientos a nivel educativo universitario.	

P5	Se identifican elementos conceptuales sobre educación ambiental (EA) y se sitúa desde un pensamiento interdisciplinar. Se retroalimentan conceptos de calentamiento global, gases de efecto invernadero, cambio climático y el reciclaje. Se denota una relación interdisciplinar entre EA y la contaminación atmosférica, y el Profesor 1 lo resalta mediante un ejemplo desde su experiencia trabajando en el Maloca de Bogotá, y específicamente el tema de contaminación atmosférica. "[…] hace poco tuve la experiencia de trabajar en Maloca, y ahí lo que se hacía era esto en lo que haces énfasis, en tratar de ligar cosas desde diferentes miradas interdisciplinares, no solamente las ciencias, sino desde las artes, desde la música […] había un fotógrafo, un artista, ingenieros, licenciados, lingüistas." (P5, Profesor 1, 2021) Es evidente que el trabajo interdisciplinar es necesario, y permite la mirada audaz y veraz de los contenidos conceptuales ligados desde áreas de conocimiento, que en primera mirada diríamos que no tienen sincronía.	un factor interdisciplinar con la química, para la respectiva asignatura que trabaja en la LCNEA. Se reconocen eventos históricos, experimentaciones exitosas y paradigmas históricos de los contenidos disciplinares nombrados en la categoría CDC. Es necesario resaltar en el diseño curricular elementos y complementos históricos como nombres, referencias, biografías, complicaciones de los eventos, y relacionarlas con el entorno ambiental. CPP: esta categoría es la más baja, ya que no identificaron en el ATD de la entrevista del profesor 1 elementos relacionados con teorías educativas, modelos, metodologías y formas de llegar a los estudiantados referentes a la orientación de las preguntas ante el tema ecotoxicología, o hacia lo interdisciplinar. Se suscitaron algunas concepciones sobre la contextualización de contenidos en los currículos. **Categorías emergentes** Con mayor frecuencia se resaltaron los conceptos sobre energía, ambiente, interdisciplinar y física en el profesor 1. Desde el concepto energía se situaron elementos teóricos sobre energías limpias, convencionales y no convencional que influyen en el conocimiento sobre ecotoxicología; integrando un factor interdisciplinar de la mirada de la física antes otras ciencias como la química o la biología. Se reconoce el ambiente como elemento de estudio de la educación ambiental, a partir de estrategias sobre el reciclaje y el conocimiento de problemáticas, pero que no deben dejar a un lado elementos conceptuales sobre las ciencias y sus aplicaciones dinámicas de estudio, hablando a nivel físico.
P6	La revolución industrial es el evento histórico que resalta el Profesor 1, ya que este proporcionaría elementos interdisciplinares de estudio entre la química y la física, pero no solamente estas dos áreas, sino que se integra al conocimiento de lo ambiental y los impactos hacia este. "[…] una vez tuve la oportunidad de leer un trabajo de James Watt que desarrolla toda la invención de la maquina a vapor, y uno diría que estaría situado en la física o la química, y no tiene nada que ver con el ambiente, pero uno se da cuenta que en esos textos hay una preocupación por el tipo de fuentes que se van a utilizar pata mover las maquinas." (P6, Profesor 1, 2021) Se resalta por el Profesor 1 el desarrollo actual de las tecnologías OLED, donde se suscita el pensamiento en la obtención de energías alternativas. Otros eventos que relata muy brevemente son: la invención de la bomba atómica y lo sucedido en Chernóbil.	
P7	Se identifica en el Profesor 1 el conocimiento sobre la estructuración de estrategias didácticas para la enseñanza de la física reconoce elementos curriculares para la integración de contenidos conceptuales y prácticos a una estrategia, y argumenta que debemos preocuparnos por algún tipo de estrategia para educar ambientalmente a los estudiantes desde el colegio. La estrategia que pone como ejemplo el profesor 1 son aquellas relacionadas con el reciclaje, y argumenta lo siguiente: "[…] cuando yo era estudiante hacíamos cosas relacionadas con las basuras, pero, por ejemplo, llegaba el día de la ciencia, y tocaba hacer proyectos, y luego veíamos un montón de basuras muy impresionante, de botellas y otros materiales […] había una contradicción en lo que los profesores nos estaban enseñando" (P7, Profesor 1, 2021)	
P8	En la respectiva pregunta no se contempla por el Profesor 1 una amalgama de criterios sociales y educativos para la enseñanza de la ecotoxicología. Hay una relación hacía la contextualización de los contenidos de enseñanza de cualquier ciencia, ya que se evidencia los conocimientos y su integración con la realidad, en donde todos nos estamos viendo afectados por las diferentes consecuencias medio ambientales. "[…] no solamente en la ecotoxicología, sino en cualquier otra temática debemos entender que es algo real […] no debemos ser indiferentes." (P8, Profesor 1, 2021)	

Fuente: elaboración propia

Tabla 10. Análisis CDC Profesor 2

ATD DEL CONOCIMIENTO DIDÁCTICO DEL CONTENIDO (Profesor 2 – Asignatura Estructuras y Transformaciones de la Materia II)			
CATEGORÍA A PRIORI	**FRECUENCIA**	**CATEGORÍA EMERGENTE**	**FRECUENCIA**
CDC	18	Transversalidad	6
CHE	9	Masificación	12
CPP	16	Ambiental	23
CCE	26	Consumismo	10

ANÁLISIS DE LA ENTREVISTA		
Pregunta	**Orientación de la respuesta**	**Análisis General**
P1	Se evidencia una integración de los conceptos de cambio químico, reacciones químicas y la fenomenología por parte el Profesor 2. Integra los factores teóricos para la enseñanza de la ecotoxicología en las implicaciones contextuales del medio ambiente, reconocimientos materiales como limpiadores y desinfectantes que afectan el ambiente microscópicamente y denota una relación con el tema de toxicidad ecológica. Se resaltan las siguientes líneas frente a la respuesta del Profesor 2 en la entrevista: "[…] la ecotoxicología permite precisamente alinear el concepto cambio químico con un de sus aplicaciones a nivel ambiental […] el cambio químico con la ecotoxicología sin duda le ayudaría a los estudiantes no solamente entender el fenómeno, sino su aplicación, y a ser responsables desde su cotidianidad ayudando a todos los temas ambientales" (P1, Profesor 2, 2021)	**Categorías a priori** CCE: principal categoría que se frecuencia en el profesor 2, y que permite identificar su preocupación contextual de sus estudiantes al reconocer factores educativos, sociales, y culturales de donde enseña. Se resaltan elementos normativos a nivel del espacio curricular dentro del programa de la LCNEA, que orientan la enseñanza de las ciencias desde lo contextual y la transversalidad de sus contenidos. El profesor 2 reconoce el contexto de sus estudiantes, tanto a nivel de bachillerato como universitario, ya que resalta las problemáticas ambientes y sociales del entorno educativo. Finalmente, el profesor 2 identifica el contexto de sus estudiantes para situar sus contenidos temáticos, y reflexiona ante la ejecución de estos. CDC: como segunda categoría con mayor frecuencia se resalta lo disciplinar del profesor 2, orientado hacia la enseñanza de la química con algunas implicaciones en la temática ecotoxicología. Se resaltan conceptos teóricos sobre cambio químico, reacciones químicas, fenomenología, toxicología, combustión y emisión de contaminantes. Todos los conceptos deben poseer una implicación contextual con el ambiente según el profesor. CPP: como tercera categoría del profesor 2, se centra el pensamiento sobre las implicaciones inter y transdisciplinares del currículo, en perspectiva de
P2	El Profesor 2 responde la pregunta desde el concepto de Masificación a nivel social y cultural, sobre los eventos históricos que enmarca la ciencia frente a solucionar problemáticas de la sociedad. "[…] el tema de los plásticos y teflón, y los mismos fertilizantes que en su momento llegaron a solucionar un problema, con el tiempo se fueron convirtiendo en más problemas […] nos centramos en lo que nos puede beneficiar, pero no las consecuencias de ese beneficio" (P2, Profesor 2, 2021) Es evidente su pensamiento ante las problemáticas ambientes que han surgido de los avances científicos, pensando en que una invención beneficia la primera generación, pero las futuras son las que sufren los efectos nocivos. Se resalta por el Profesor 2 el papel de la comunicación científica por impulsar el consumismo, y dejar a un lado las interrogantes ambientales.	
P3	El Profesor 2 resalta que sus estudiantes deberían aprender desde la cotidianidad, por ejemplo, enseñar el concepto de cambio químico desde reacciones caseras a partir de acciones que no tengan un impacto tan agresivo ambientalmente. Señala que los estudiantes poseen un paradigma positivista de las ciencias, como verdadera y regida a una asignatura: "[…] los estudiantes tienen la visión que la ciencia se hace en el laboratorio […] pero lo que yo puedo hacer en mi casa, eso no tiene nada que ver con las ciencias, como si estuviéramos hablando de dos mundos paralelos" (P3, Profesor 2, 2021)	
P4	"Esa interdisciplinariedad se logra, si intentamos buscar fenómenos que podamos tener implicaciones desde dos o más cursos, que podamos observar y estudiar las perspectivas teóricas y prácticas" (P4, Profesor 2, 2021) Se identifica en el Profesor 2 su conocimiento sobre el diseño curricular de la asignatura a cargo en la LCNEA, ya que especifica el concepto "electroquímica"	

	desde una mirada física y química, porque la reacción química también es un proceso electromagnético (macro y microscópico).	la educación ambiental y el conocimiento sobre el concepto cambio químico. Se señala por el profesor 2 factores paradigmáticos de las ciencias, con esa visión positivista por parte de los estudiantes. Por otro lado, se identifica estrategias de enseñanza de la EA a partir guías didácticas y campañas de reciclaje, que permiten identificar las formas en las que aprende el estudiantado. CHE: como categoría a priori con menor frecuencia, el profesor 2 identifica brevemente algunos eventos contextuales de la química que se replantean en una ciencia solucionadora de problemas en la sociedad, los cuales poseen una visión de las ciencias enmarcadas en el consumismo. Es evidente que el profesor 2, argumenta elementos históricos que podrían orientar la mirada interdisciplinar de las ciencias. **Categorías emergentes** Se identificaron cuatro categorías con mayor intensidad en el discurso reflexivo y argumentativo del profesor 2 frente al contexto propio de la ecotoxicología. Todos los ejemplos proporcionados se orientaron a lo ambiental, en cuál sería su impacto, su amenaza, que se podría hacer, y cómo influye el conocimiento conceptual para solución de algunas problemáticas. Por otro lado, se destaca por el profesor 2 los conceptos de masificación y consumismo ligados al conocimiento sobre educación ambiental, que trae a colación el pensamiento de las personas en la utilización inadecuada de productos químicos que afectan directamente el ambiente, pero no buscan una alternativa para minorizar ese impacto medio ambiental. Así mismo, es necesario la trasversalidad de los temas de estudio de las ciencias.
P5	El Profesor 2 especifica conceptos sobre educación ambiental, contaminación atmosférica, el reciclaje, residuos sólidos, gases de efecto invernadero, ciclos biogeoquímicos, combustión, y emisión que permiten relacionar interdisciplinarmente las dos perspectivas de la pregunta. Se ejemplifica que la nube negra que en algunas ocasiones recubre a la Ciudad de Bogotá es el fenómeno en si de la contaminación atmosféricas, y que les permite a los estudiantes entender que es algo cotidiano, indicativo de los niveles de contaminación (ecotoxicológicos), y que se anexa al tema de cambio climático físico, químico y biológico. “Digamos que la Educación Ambiental en mi experiencia, no desde la licenciatura, pero si en el aula, pareciera un artículo decorativo, por ejemplo, en ciencias vamos a hacer campañas de contaminación ambiental, y solamente se hacen una vez al año, luego se olvidan […] la contaminación atmosférica es uno de los efectos que observamos, que vemos, sentimos y que nos enferma directamente, pero pensamos que está solucionado” (P5, Profesor 2, 2021)	
P6	Se resaltan dos eventos históricos que pueden proporcionar una explicación interdisciplinar: el primero, el proceso de obtención de amoniaco por Fritz Haber, el Profesor 2 resalta un arduo componente histórico de los sucesos y la ruptura de ideales sobre la independización económico, pero así mismo, desencadena el pensamiento de las afectaciones por este tipo de químico que se puede utilizar a nivel de fertilización en huertas. Segundo, el desarrollo de la batería de litio, algo muy cotidiano y anexo a la tecnología, pero que indaga sobre la contaminación por residuos. El Profesor 2 resalta lo siguiente: “[…] mucha gente no sabe quién es Haber o sobre la batería de litio, pero si usa fertilizantes y si usan el celular” (P6, Profesor 2, 2021)	
P7	Las estrategias que se usan comúnmente según el Profesor 2 son las campañas ambientales, que tratan de resaltar los fenómenos científicos y su impacto cotidiano con el ambiente. De igual forma, identifica formas de aprender de sus estudiantes mediante el ejemplo que debe fomentar el docente sobre el consumo y la reducción de residuos sólidos en clase. Se destaca que los docentes pueden hacer guías didácticas para enseñar, pero están deben generar un impacto en los estudiantes, que suscite interés sobre la temática. Se ejemplifican contenidos conceptuales y prácticos sobre el ciclo del agua, ciclos lunares, realización de huertas a nivel de la LCNEA y a nivel de bachillerato. “Nosotros tratamos de transversalizar la educación ambiental en el currículo, buscando cada uno de los temas que podamos trabajar en la licenciatura” (P7, Profesor 2, 2021)	
P8	Se identifica en el Profesor 2 que la contextualización de la enseñanza y el aprendizaje sobre los intereses de sus estudiantes es primordial para fomentar los contenidos de enseñanza para el caso de la ecotoxicología. Se resalta que la educación varía del contexto, ya sea rural o urbano, y así mismo, dispone estos dos ejemplos: el primero, su trabajo en la LCNEA lo desarrollo entorno al aprendizaje sobre humedales, y sus afectación cultural y ambiental que se pueden tener por algunos criterios sociales de construcción y embellecimiento de la ciudad. Segundo, el trabajo con estudiante de bachillerato en una zona cercana a problemáticas ambientales de consumo de sustancias psicoactivas. En ambos casos, se replantea el diseño transversal (ambiental, social, cultural, económico) de los currículos para situarlos a los contextos de los estudiantes. “En el contexto, uno puede mirar cuales son los temas que impactan directamente a los estudiantes, aquellos que ellos puedan visibilizar más, y desde aquí apropiar los conceptos, y como les ayuda a solucionar problemáticas” (P8, Profesor 2, 2021)	

Fuente: elaboración propia.

Tabla 11. Análisis CDC Profesor 3

ATD DEL CONOCIMIENTO DIDÁCTICO DEL CONTENIDO (Profesor 3 – Asignatura Sistemas Complejos)			
CATEGORÍA A PRIORI	**FRECUENCIA**	**CATEGORÍA EMERGENTE**	**FRECUENCIA**
CDC	13	Reacción Química	12
CHE	10	Compuestos Químicos	24
CPP	20	Multidisciplinar	11
CCE	15	Aprendizaje	9

ANÁLISIS DE LA ENTREVISTA		
Pregunta	**Orientación de la respuesta**	**Análisis General**
P1	Se evidencia elementos conceptuales sobre la enseñanza de la química, que el Profesor 3 relaciona con la ecotoxicología, por ejemplos, señala que el cambio químico abordaría toda la construcción teórica del comportamiento de las sustancias, experimentando características atómicas y moleculares, reacciones químicas, cinética química, cambios de la velocidad de reacción, y sobre todo la comprensión de que existe una afectación ambiental. Por otro lado, define lo siguiente sobre la ecotoxicología: "[…] la ecotoxicología es un concepto más contemporáneo que se ubica en los efectos de los contaminantes en el ecosistema […] entender los contaminantes que acaban con el ambiente" (P1, Profesor 3, 2021)	**Categorías a priori** CPP: como categoría con el mayor número de frecuencias identificadas en la entrevista del profesor 3, se resaltan el pensamiento de una inclusión de estrategias didácticas para la ejecución de los contenidos teóricos y prácticos de las ciencias. Se evidencia que los factores inter y multidisciplinares deben estar presente en las estructuras curriculares y el diseño de estas, fomentando la formación de licenciados. Por tal motivo, son necesarias las diversas estrategias señaladas por el profesor 3 (aprendizaje basado en problemas, aprendizaje basado en proyectos, proyectos CTSA, y el aprendizaje colaborativo) para situar la enseñanza de la ecotoxicología en un contexto que sea real y verídico. CCE: como segunda categoría a priori que predomina el Profesor 3, se evidencian concepciones sobre la importancia de situar el aprendizaje desde el contexto en el que viven los estudiantes, ya sea a nivel local o nacional, pero que se puedan reconocer elementos conceptuales sobre las temáticas que estamos incluyendo; tal como es el tema de ecotoxicología que permite abordar otras disciplinas como la ecología, educación ambiental, psicología, bioquímica, entre otras. Se reconocen los procesos normativos y estructurales de la asignatura sistemas complejos la cual está a cargo el Profesor 3.
P2	El Profesor 3 resalta que el texto resalta estudios históricos, psicológicos, pedagógicos y didácticos para la enseñanza y aprendizaje de las ciencias, y en sí, la ecotoxicología. Se potencia los elementos históricos y epistemológicos a partir de la comprensión de las situaciones reales de las ciencias naturales, sociales y humanas; con la integración de eventos de gran impacto como por ejemplo el glifosato, según el Profesor 3 importante para eliminar plagas de cultivos, pero que existen efectos en los organismos vivos. Se argumenta lo siguiente: "[…] conocer la historia y esas situaciones que se generan alrededor de lo ambiental, social y científico, potencia y facilita el análisis de cualquier ciencia, no sola la química o la ecotoxicología, sino en las ciencias en general" (P2, Profesor 3, 2021)	
P3	Se direcciona la respuesta del Profesor 3 a la comprensión de la forma de aprender de los estudiantes, y las diversas maneras para orientar y abordar los contenidos de cambio químico y ecotoxicología. Se integra al contenido complejo de ecotoxicología conocimiento sobre cambios físicos y químicos, tipos de ecosistemas, toxicología, ecología y química ambiental, que deben estipularse en la planeación curricular del docente. Se argumenta sobre la ecotoxicología: "[…] creo que la ecotoxicología es un campo multidisciplinar e interdisciplinar, que integra el cambio químico y otras disciplinas" (P3, Profesor 3, 2021)	
P4	Se resaltan ejemplos sobre proporcionar la enseñanza en las problemáticas e intencionalidades sociales que rodean al estudiante, por ejemplos hablar de contaminación ambiental por lixiviados en el rio Bogotá, resalta el saber químico, que desde una perspectiva interdisciplinar resaltaría ola formación de licenciados en la LCNEA y del PLQ. El Profesor 3 señala que el aprendizaje interdisciplinar se relaciona con lo contextual, por tal motivo es complejo, y más el abordaje de las ciencias, se argumenta lo siguiente: "[…] no debemos entenderlo como partes individuales, sino como comportamientos emergentes de estudio" (P4, Profesor 3, 2021)	

P5	Se identifican conceptos que integran el conocimiento sobre educación ambiental y la química por parte del Profesor 3, por ejemplo, las concepciones contaminantes primarios y secundarios que complementan las ideas teóricas sobre ecotoxicología, se resaltan compuestos químicos como los clorofluorocarbonados, oxigeno molecular, dióxido de carbono, compuesto de azufre, metano, óxidos de nitrógeno, entre otros que suscita lo interdisciplinar entre la EA y la contaminación atmosférica como problemática de esta. Se define por el Profesor 3 EA como: […] la educación ambiental es un proceso que se ha llevado a cabo desde el 2002 en Colombia, y que se mira específicamente desde el ministerio de ambiente, como forma de vincular a la escuela todo lo relacionado con el cuidado ambiental, y la formulación de soluciones a problemas ambientales" (P5, Profesor 3, 2021)	CDC: como tercera categoría en el Profesor 3, el conocimiento sobre lo disciplinar es identificado a partir de las ideas, teorías y situaciones desde el contenido químico que señala el profesor, en este se sitúa conceptos sobre cinética, reacciones, sustancias, velocidades de reacción y complementos moleculares a nivel químico, Pero que también, permite crear redes interdisciplinares con lo físico y biológicos, a partir de las representaciones de los fenómenos y la integración de características ambientales, así llegar a lo que podríamos señalar desde la enseñanza de la ecotoxicología. CHE: en lo que se intenta identificar en el Profesor 3, la construcción de los contenidos en la química y en la ecotoxicología debe poseer una mirada histórica, ya que se deben situar las teorías, principios y estudios desde su origen, así conllevar al estudiante a resaltar patrones de las ciencias en la sociedad. La actualización de las concepciones de educación ambiental a partir del acuerdo de Escazú es un elemento fundamental para señalar la participación de los estudiantes desde su formación a nivel escolar. **Categorías Emergentes** Con una mayor frecuencia el señalamiento de diversos compuestos químicos durante la entrevista fue evidente en el Profesor 3, estos compuestos fueron: los clorofluorocarbonados, el glifosato, clorados, y se resalta el conocimiento a nivel de la estructura química de estos. Por otro lado, se señala que las ciencias deben poseer una mirada multidisciplinar del plan de acción en la educación, en la comunidad y la participación de entes externos. Es así, como el aprendizaje debe estar directamente anexo al diseño de las estrategias que intentan contextualizar desde la representación de fenómenos de las reacciones químicas del entorno de los estudiantes.
P6	Se señala por el Profesor 3 el Acuerdo de Escazú como evento histórico de la EA que aportaría una explicación interdisciplinar entorno a los lineamientos sociales, culturales, económicos, participativos, y educativos del y para el ambiente. "[…] me parece que es un evento histórico que se relaciona con lo ambiental, y con la educación ambiente debe tratarse desde un enfoque interdisciplinar […] pues si voy a hablar de espacio de participación ciudadana o los PRAE en las instituciones educativas, se miran las problemáticas y el contexto de este acuerdo" (P6, Profesor 3, 2021) Se denota ejemplos orientados en el contexto de Colombia, al destacar el uso del Glifosato por los agricultores, los desastres que han sucedido a nivel de la minería, y los problemas de salud por el asbesto.	
P7	El Profesor 3 resalta varias formas de aprendizaje, entre estas: el aprendizaje basado en proyectos, el aprendizaje basado en problemas, como métodos para identificar una situación en particular de interés en el estudiante; por otro lado, el aprendizaje colaborativo proporciona elementos de participación y socialización en las estrategias didácticas. Las estrategias desde el enfoque CTSA son partidarias para comprender la enseñanza de las ciencias y la educación ambientes desde las situaciones ambientales reales. "[…] la educación ambiental no es tanto una disciplina o un tópico que yo tengo que enseñar, sino que es más bien un espacio de participación […] creo que esas estrategias de enseñanza del maestro se deben situar desde problemas de interés o del contexto de los estudiantes" (P7, Profesor 3, 2021)	
P8	Como único criterio social señalado por el Profesor 3 se especifica que los estudiantes deben reconocer que están viviendo en una realidad, llenos de problemáticas y situaciones ambientales que pueden afectar su estilo de vida. Por otro lado, se resalta como criterio educativo que los estudiantes deben poseer conocimientos previos para abordar los contenidos de enseñanza de la ecotoxicología, conocimiento entorno a las estructuras moleculares, compuestos químicos básicos, tipos de ecosistemas, comunidades y poblaciones, tóxicos y su nivel de toxicidad. Otro criterio educativo, es que el docente debe situar sus procesos de enseñanza dependiendo del nivel educativo, ya que el nivel de complejidad del tema ecotoxicología es bastante, como para llegar por ejemplo a estudiantes de quinto de primaria. "[…] considero que es muy importante un acercamiento desde lo social, vivir en este mundo es uno de los criterios sociales, y para lo educativo, estos estudiantes deben tener conocimientos básicos" (P8, Profesor 3, 2021)	

Fuente: elaboración propia.

Tabla 12. Análisis CDC Profesor 4

ATD DEL CONOCIMIENTO DIDÁCTICO DEL CONTENIDO (Profesor 4 – Asignatura Sistemas Complejos)			
CATEGORÍA A PRIORI	**FRECUENCIA**	**CATEGORÍA EMERGENTE**	**FRECUENCIA**
CDC	17	Interdisciplinar	9
CHE	7	Didáctica	16
CPP	10	Complejidad	12
CCE	15	Ciencias	23

ANÁLISIS DE LA ENTREVISTA		
Pregunta	**Orientación de la respuesta**	**Análisis General**
P1	Se resalta por el profesor 4 los conceptos sobre farmacodinámica, cinética, tóxicos, procesos termodinámicos, procesos bioquímicos, interacciones moleculares, y estudio de tejidos, órganos y sistemas que pueden darle sentido a la enseñanza de la ecotoxicología, y entenderla desde situaciones reales de los estudiantes. Se argumenta el concepto ecotoxicología con una mirada desde la biología por parte del profesor 4: "[…] en el campo de la biotecnología y desde el área de la salud generalmente el tema de la ecotoxicología está precisamente relacionado con las interacciones de moléculas dentro de los procesos bioquímicos que mantienen las células, tejidos, órganos y sistemas funcionando adecuadamente" (P1, Profesor 4, 2021)	**Categorías a priori** CDC: con el mayor de las frecuencias, el conocimiento disciplinar del Profesor 4 entorno a la ecotoxicología es excelente, y señala diversos elementos teóricos sobre su representación en los procesos bioquímicos, y donde se tiene influencia de las transformaciones de los medios ambientales. Es correcto por parte del Profesor 4 señalar que la ecotoxicología permite el estudio de toda una biosfera, ya que se puede estudiar un nivel molécula, celular, de sistemas, organismo, poblaciones, comunidades, y ecosistemas, y señala que este es el verdadero reto de la educación de las ciencias. CCE: desde esta categoría se identifica la problemática por enseñar a los estudiantes a reconocer su participación en esta unión de redes tróficas de los ecosistemas, en donde existe un pensamiento antropocéntrico, de situar al ser humano sobre las demás especies, sin reconocer el papel fundamental de estas para el desarrollo del ambiente y de la misma supervivencia de nosotros. Por tal motivo, es evidente que se conlleve a conocer el contexto de los estudiantes y en señalar elementos que puedan ellos desconocer. CPP: es evidente que el Profesor 4 reconoce los conceptos sobre la didáctica de las ciencias y el diseño de espacios para orientar los procesos de enseñanza y aprendizaje, que deben dejar a un lado la mirada conductista, y en cambio traer a
P2	Se sitúa por el profesor 4 el conocimiento sobre los procesos de producción y los efectos que diferentes tóxicos ante la calidad y beneficios de la agricultura. Se argumenta que las ciencias intentan la manipulación de la naturaleza desde un punto de vista del modelo de desarrollo consumidor, en términos de la domesticación y transformación del paisaje, y en la creación de necesidades aplicativas que afectan las redes tróficas del ecosistema. Se responde finalmente por el profesor 4: "[…] en ese sentido me parece que sería un potencial para poder generar estas discusiones inclusive de como las ciencias desarrollan su conocimiento" (P2, Profesor 4, 2021)	
P3	Se identifican elementos pedagógicos en el profesor 4, que resaltan las formas de aprendizaje que se deben llevar a cabo para que se puedan entender los procesos y funcionamiento de los seres vivos. Por otro lado, se debe comprender sobre las relaciones ecosistémicas para relatar las alteraciones en los flujos de energía a nivel de una especie, población o comunidad, se evidencia una visión holística del conocimiento sobre la ecotoxicología. "[…] entender el camio químico es entender la termodinámica de la vida, hablar del cambio químico en un ambiente de laboratorio tiene un contexto muy diferente, que hablar de cambio químico en organismos que tratan de mantener una homeostasis con su medio" (P3, Profesor 4, 2021)	
P4	El profesor 4 reconoce el contexto y las dimensiones en las que se sitúa el aprendizaje de los estudiantes, y señala que el saber químico debe replantear sus interacciones con los procesos biológicos y físicos; con el objetivo de una visión clara de la complejidad de comprender la dinámica total de los sistemas. El profesor 4 argumenta lo siguiente: "[…] la cuestión del saber químico es que es un saber reduccionista, y se intenta entender desde los procesos químicos de las bases moleculares […] debemos fomentar la química desde lo interdisciplinar" (P4, Profesor 4, 2021)	

P5	El profesor 4 señala que debemos comprender lo que nosotros denominamos contaminación, y mediante un ejemplo dispone que el oxígeno algo beneficioso para nosotros los seres humanos, pero para algunas bacterias anaeróbicas no lo es, entonces existe un pensamiento del hombre sobre las demás especies. Se realzan algunos conceptos sobre los procesos biológicos, educación ambiental, contaminación atmosférica, calentamiento global, biosfera, sostenible, y ecosistemas como puntos intermedios para analizar la educación ambiental. […] Entre la educación ambiental y contaminación atmosférica lo que se debería entender es la complejidad de la existencia de interacciones de los seres vivos y sus condiciones en el planeta" (P5, Profesor 4, 2021)	colación todos los factores holísticos de la educción, es así como, señala que la ecotoxicología es uno de los temas que cumple este factor, siempre y cuando se pueda complementar situaciones complejas del ambiente. Por otro lado, se reconocen elementos fundamentales de las metodologías de enseñanza en la educación ambiental desde una cuestión lógica del pensamiento de nosotros los seres humanos. CHE: con un bajo número de frecuencias se ubica esta categoría, pero que se resalta por parte del Profesor 4 la integración de elementos culturales, sociales, y ancestrales para el conocimiento de la educación ambiental a partir del dialogo de saberes, que en alguna medida permitiría incluir la historias como inicio de conocimiento sobre los componentes teóricos de las ciencias. **Categorías Emergentes** El profesor 4 señala en múltiples ocasiones las concepciones de las ciencias desde los contextos educativos, sociales, económicas, culturales, ancestrales, tradicionales, orientales, occidentales, de tipo filosófico y armónico con la estructuración del pensamiento del ser humano de su entorno, ya sea químico, físico o biológico; por tal motivo, es la categoría emergente con mayor número de frecuencias. Por otra parte, se identifica un conocimiento a fin a la didáctica de las ciencias en general, y su forma de incluirse en los procesos de formación; es aquí donde se señala la complejidad de las interrelaciones que pueden existir y que el desafía es difícil, al asumir comprender un contenido desde varios puntos de vista, a lo cual señala que la interdisciplinariedad es un elemento primario para involucrar todos los sistemas del ecosistema.
P6	Se resalta por el profesor 4 que debemos dejar de señalar la educación ambiental como respuesta para enfrentarnos a las crisis de nuestro entorno, y para resaltar lo interdisciplinar, debemos entender que nuestro conocimiento es holístico, que no unidireccional, y que el conocimiento ancestral traería elementos de análisis desde lo histórico y epistemológicos mediante la inclusión de perspectivas armónicas y más orgánicas de enfrentarnos a la supervivencia dentro de estos sistemas complejos. Se argumenta lo siguiente por el Profesor 4 en la entrevista: "[…] en ese sentido, no es entender como la cuestión histórica alrededor de las relaciones interdisciplinarias como una forma de responder al modelo de desarrollo sino como nosotros podemos relacionarnos con el ambiente, y la interdisciplinariedad es una nueva base para repensarnos" (P6, Profesor 4, 2021)	
P7	Se identifica un eficiente pensamiento del Profesor 4 entorno al desarrollo de recursos para suplir los procesos de enseñanza y aprendizaje; señala que algunos docentes dejan caer la didáctica a los lúdico, y que las estrategias es solo el instrumento para guiar un contenido de enseñanza, dejando a un lado una perspectiva holística y trayendo a colación una educación conductista. Por tal motivo, la estrategia debe ponernos dentro de un contexto en este caso de la educación ambiental, resaltando la complejidad de los problemas y la biodiversidad de estudios para solucionarla. Algo muy importante que resalta el Profesor 4 es que debemos incluirnos en la estrategia, como individuo y especie a la que también le afectan los problemas que se pueden señalar. El siguiente argumento permite incluir la lógica para señalar la importancia de la ecotoxicología como estrategia didáctica: "[…] en este sentido debemos hablar de ambientes de aprendizaje que resalte un sentido de pensar desde la enseñanza con cuestión lógica, donde le conocimiento previo de los estudiantes de las culturas y memorias se analicen." (P7. Profesor 4, 2021)	
P8	"La ecotoxicología es un saber qué pues básicamente nos puede brindar el conocimiento de las relaciones entre la materia y la manera en que esa materia se manifiesta en la vida y sus alteraciones" (P8, Profesor 4, 2021) Se identifica la importancia del contexto por parte del profesor, para el conocimiento de situaciones reales que están alterando los sistemas. Como criterio social se debe tener en cuenta los conocimientos indígenas y ancestrales para la enseñanza de la educación ambiental, así fomentar objetivos educativos para hablar y comprender de los ecosistemas desde una la biosfera, señalando que existe un estudio en el organismo, en la población, comunidad, entre otros; este es un excelente punto de vista desde la ecotoxicología.	

Fuente: elaboración propia

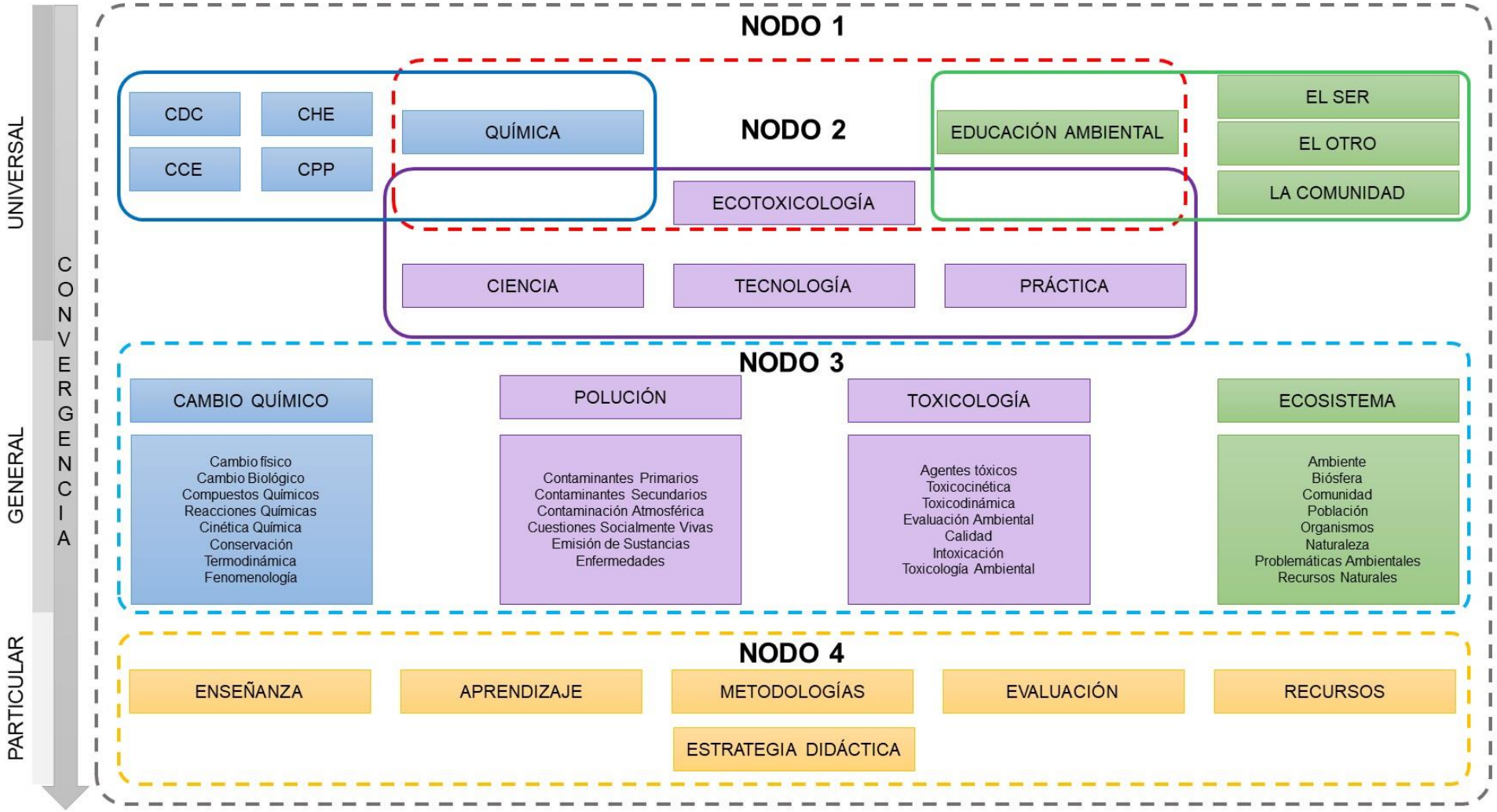
7.2.3. Nodos Cognitivos Interdisciplinares

A través del análisis suscitado en los documentos teóricos especializados (syllabus académicos) de las asignaturas *Teorías Químicas III* y *Educación Ambiental* del PLQ; y de las asignaturas *Estructura y Transformaciones de la Materia II* y *Sistemas Complejos* de la LCNEA, y del análisis del Conocimiento Didáctico del Contenido mediante las entrevistas semiestructuradas a los docentes de los espacios académicos específicos de la LCNEA se estructuran los Nodos Cognitivos Interdisciplinares (NCI) para la enseñanza de la Ecotoxicología, que trae a colación la mirada entre la educación ambiental (integrando el contenido de contaminación atmosférica) y la química (integrando el contenido de cambio químico). Los NCI orientaron la estructuración de la secuencia didáctica al precisar nodos conceptuales sobre la enseñanza y aprendizaje de la ecotoxicología, destacando elementos del ambiente para situar las actividades diseñadas en la secuencia, que enfocan las concepciones sobre lo interdisciplinar.

Cabe resaltar que los NCI, se han seleccionado de los respectivos ATD y corresponden a algunas de las categorías a priori o emergentes, tanto de los syllabus académicos como de las entrevistas, que se vieron pertinentes para resaltar como nodo articulador de la secuencia, puesto que existe una relación con la finalidad, metodologías, contenidos conceptuales, prácticos y actitudinales, y formas de evaluación para la enseñanza de la ecotoxicología. Por otro lado, el ejercicio del docente en formación y en ejercicio para identificar los NCI debe ser muy coherente y preciso con los objetivos planteados en lo que desea jerarquizar en sus estrategias para la enseñanza no solo de ciencias como la químico, física o biología, sino las ciencias en general, siempre y cuando, pueda integrar un enfoque inter o multidisciplinar que le dará sustento para responder a la complejidad del conocimiento de los seres humanos por saber sobre su interacciones sociales, culturales, políticas, económicas, educativas y ambientales.

Ahora bien, en la figura 21 se presenta el diagrama de los NCI entre química y educación ambiental, que se unifican en la enseñanza de la ecotoxicología, y que permite responder a unos de los objetivos de la investigación.

Figura 21. Nodos Cognitivos Interdisciplinares sobre la Ecotoxicología



Nota. La figura presentada integra los contenidos de enseñanza de la ecotoxicología dentro de una convergencia de los universal a lo particular. Por otro lado, se evidencian 4 NCI: el nodo 1 enfoca la mirada interdisciplinar; el nodo 2 integra los contenidos de química (nodo azul oscuro), educación ambiental (nodo color verde), y ecotoxicología (nodo color morado); en el nodo 3 se relacionan los contenidos conceptuales y prácticos; y el nodo 4 se define los elementos identificados para la secuencia didáctica. Cabe resaltar que los nodos resaltan los conceptos suscitados en los ATD de los syllabus académicos y las entrevistas semiestructuradas. Fuente: elaboración propia.

7.3. PERSPECTIVA DE LA SECUENCIA DIDÁCTICA

7.3.1. Diseño de las Estrategias Didácticas de la Secuencia

Se diseñó una secuencia didáctica (SD) que tiene características del conocimiento disciplinar del contenido (conceptos, argumentos, y explicaciones de nivel constructivo sobre la ecotoxicología), conocimiento histórico-epistemológico (apartados relacionado con sucesos y eventos relevantes sobre el tema), conocimiento psicopedagógico (trae a colación modelos para la enseñanza y aprendizaje, a partir de las preconcepciones de los estudiantes y el reconocimiento del trabajo colaborativo), y por último, conocimiento del contexto escolar (se parte de entorno local, regional y nacional donde se le enseñará al estudiantes, y así reconocer configuraciones culturales, políticas y ambientales).

Esta SD para la enseñanza de la Ecotoxicología (se dispone en el anexo 17) y trae a colación los elementos del análisis documental y la triangulación entre ecotoxicología, cambio químico, y contaminación atmosférica; así mismo, los NCI señalados desde los respectivos ATD de los syllabus académicos seleccionados del PLQ y la LCNEA, y las entrevistas semiestructuradas a los docentes de las asignaturas priorizadas en la LCNEA, con el fin integral de la enseñanza y aprendizaje de esta ciencia con un enfoque interdisciplinar y del CDC en la formación inicial docente. En la tabla 13, se presenta la esquematización previa de la SD en donde se evidencia la integración de los distintos componentes del CDC, la ecotoxicología, de la química y la educación ambiental.

Tabla 13. Esquematización previa de la Secuencia Didáctica

SECUENCIA DIDÁCTICA				
Estrategias didácticas	1	2	3	4
Momento de Implementación	Inicio	Desenlace		Final
Desde el Conocimiento Didáctico del Contenido	Conocimiento Disciplinar del Contenido	Conocimiento Histórico-Epistemológico	Conocimiento del Contexto Escolar	Conocimiento Psicopedagógico
Desde la Ecotoxicología	Ciencia	Tecnología		Práctica
Desde la química	Cambio Químico			
Desde la Educación Ambiental	Contaminación Atmosférica			
	El ser	El otro		La comunidad
Tipos de Evaluación	Evaluación Inicial	Evaluación Aplicativa 1	Evaluación Aplicativa 2	Evaluación Final

Fuente: Elaboración propia

La secuencia didáctica dispone y jerarquiza los elementos conceptuales, prácticos y actitudinales identificados para la enseñanza de la ecotoxicología, con una relación interdisciplinar entre química y educación ambiental, pero no hay que dejar a un lado, que la SD también integra la relación entre química, física y biología, a partir del desarrollo del análisis y comprensión de los conceptos (ecotoxicológicos, ambientales, y propios de los sucesos a una escala macroscópica) en el contexto real y fenomenológico del estudiante. La SD se dispone como una herramienta u material auxiliar del docente para la enseñanza de las ciencias naturales, especialmente los contenidos sobre la ecotoxicología, con una aproximación a los sucesos reales partidarios del entorno de los estudiantes, en los cuales se puedan denotar elementos conceptuales y procedimentales para el desarrollo socio constructivista del saber, como modelo de enseñanza inmerso en la SD.

Por otro lado, el ejercicio para la estructuración de estrategias didácticas con enfoque interdisciplinar, y en este caso la integración del CDC, conllevo un arduo y veraz trabajo de investigación en el análisis de documentos especializados de los cuales se pudieran identificar componentes conceptuales para su posterior articulación, y convergencia en los objetivos de cada uno de los momentos de implementación de la SD. Así mismo, resaltar características prácticas para el diseño armónico y conciso de las estrategias que se sitúan en la SD para la enseñanza de la ecotoxicología. También, los NCI relacionados permitieron dicha estructuración de la SD, puesto que, señalaron la ruta del pensamiento del docente para integrar un cambio paradigmático en la creación de materiales didácticos auxiliares de una temática especifica, esto permite que los docentes en formación inicial o en práctica profesional puedan repensar en dejar a un lado su conocimiento desde lo disciplinar, y en otra perspectiva, transcender a lo inter o multidisciplinar para las ciencias en general.

Ahora bien, la SD dispone un total de 4 estrategias didácticas que relaciona los componentes nombrados en la tabla 13. La estrategia didáctica 1 situada en el conocimiento disciplinar del contenido, se fundamenta en los aspectos teóricos que se

deben tener en cuenta para la enseñanza de la ecotoxicología, como lo es la toxicodinámica y la toxicocinética, según Newman (2015) estas concepciones científicas son partidarias del conocimiento por la teórica para poder articular ideas prácticas. Así mismo, esta actividad propone una mirada de la educación ambiental desde el ser, por tal motivo, los ejemplos señalados parten de lo real, probable y situacional.

Por otro lado, la estrategia didáctica 2 con un enfoque del conocimiento histórico-epistemológico integra los eventos, sucesos, paradigmas, y momentos científicos y tecnológicos de la ecotoxicología, sin dejar a un lado la relación directa con la educación ambiental, por eso, se propuso la mirada del otro, como aquellos entes u objetos proximales a mí, que nutren al pensamiento interdisciplinar de las situaciones cotidianas, no solo de los seres humanos, sino de todos los complementos bióticos y abióticos del medio natural. Como evento histórico interdisciplinar se seleccionó la revolución industrial, puesto que varios de los docentes entrevistados la resaltan, al igual que, los argumentos suscitados por Newman (2015).

No muy alejado a la anterior actividad, se encuentra la estrategia didáctica 3, que denota el conocimiento del contexto escolar, y para ello, se resaltó el componente tecnológico de la ecotoxicología desde las situaciones reales en la que se presencian cambios químicos, y como se ha fomentado la implementación de técnicas y métodos para el análisis de estos. De igual forma, la perspectiva del contexto transciende a las creencias del otro para plantear soluciones audaces ante las múltiples problemáticas medioambientales, sociales, culturales, económicas, y educativas.

En otro punto de vista, la estrategia didáctica 4 situada en el conocimiento psicopedagógico, resalta la importancia de los componentes prácticos tanto de la ecotoxicológica como de la transposición de los contenidos adquiridos teóricamente, en la aplicación, creación y evaluación de modelos explicativos de sucesos a nivel macroscópicos, para su posterior análisis microscópico. No se deja a un lado la mirada de la comunidad en relación con la educación ambiental, puesto que, los conceptos se integran globalmente, al traer a colación la contaminación atmosférica y los procesos de oxidación, para la explicación y argumentación del oxígeno en la biósfera.

Por otra parte, a la SD se le adecuaron secciones de los aspectos entorno a la metodología, a los aspectos conceptuales, una diagramación de la ruta por seguir, y la respectiva secuenciación de los momentos de intervención, con particulares objetivos y tiempos. Así mismo, en la SD se agregaron los criterios y argumentos de una evaluación formativa que permite evaluar y valorar cualitativa y cuantitativamente el desarrollo de las actividades por parte de los estudiantes a lo largo de las intervenciones, para esto se diseñó una tabla de los criterios evaluables y su respectivo porcentaje para que docente la tuviera en cuenta, y también, cada una de las actividades le proporciona unos criterios de valoración de la evaluación inicial, aplicativa 1, aplicativa 2, y final. En otra perspectiva, la SD integra los formatos de autoevaluación y coevaluación pertinentes para valorar el ejercicio intra e interpersonal de los estudiantes para con la solución final de estrategia.

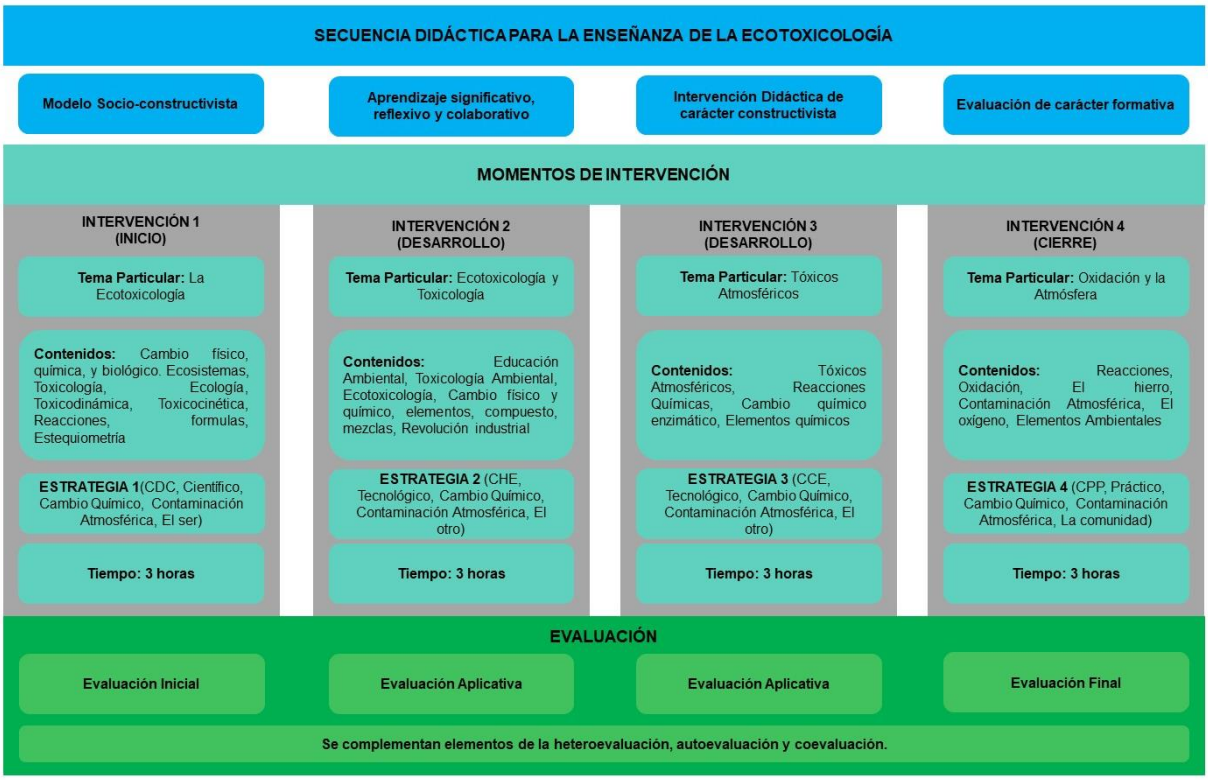
Finalmente, los docentes del presente siglo deben replantear la esquematización y creación de SD para el aprendizaje y enseñanza de las ciencias, tendiendo en cuenta particularidades de lo interdisciplinar y del conocimiento de sus estudiantes, es así como, este tipo de SD serían una parte esencial en su restructuración microcurricular del docente. El anterior argumento, se debe tener en cuenta porque los docentes están situados en modelos de enseñanza ambiguos, y además no reestructuran sus elementos microcurriculares, que les podría ayudar a resaltar una educación eficaz y veraz ante los procesos de enseñanza y aprendizaje en el aula de clase.

7.3.2. Validación de la Secuencia Didáctica

En primer lugar, se debe resaltar en la SD sus diferentes apartados como: nivel de implementación, pregunta orientadora, componentes teóricos, prácticos y actitudinales (mediante el diseño una herramienta metacognitiva “mapa mental”), aspectos teóricos, ruta por seguir, aspectos metodológicos, momentos de implementación (con sus 4 intervenciones, y 4 actividades), la evaluación (donde se exponen las características teóricas sobre la autoevaluación, coevaluación, y heteroevaluación, así como los aspectos evaluables en la SD), anexos, y referencias bibliográficas. En segundo lugar,

se presenta en la figura 22 los elementos que constituye el apartado de momentos de implementación de la SD.

Figura 22. Elementos de la Secuencia Didáctica



Fuente: elaboración propia.

Por otra parte, la SD se sometió a una evaluación por dos pares académicos con conocimiento sobre el enfoque interdisciplinar y del CDC, así mismo, con experiencia en la estructuración y diseño de estrategias con elementos específicos en la enseñanza de las ciencias. La validación integró criterios de contenido, estructura, enfoque interdisciplinar y enfoque CDC, con sus respectivos indicadores de valoración cualitativa, y finalmente, la sección que definió la validez del material, para esto se presenta el formato de validación de la SD en el anexo 18. Por otra parte, en la tabla 14 se disponen los resultados proporcionados por los evaluadores asignados y sus debidas observaciones.

Tabla 14. Resultados de Validación de la Secuencia Didáctica

Evaluador	Formación Académica	Áreas de Conocimiento	Criterios de Evaluación	Indicador	Observación del evaluador	Validez
3	Licenciatura en Química Maestría en Docencia de la Química Doctorado en Educación Ambiental	Didáctica de la Química Educación Ambiental	Contenido	Alto Nivel	No aplica.	Aprobada atendiendo a las observaciones
			Estructura	Alto Nivel	No aplica.	
			Enfoque Interdisciplinar	Moderado Nivel	En algunos aspectos esta poco dialogando con la educación ambiental, y más inclinada al aspecto científico.	
			Enfoque CDC	Moderado Nivel	No es muy claro.	
4	Licenciatura en Química Maestría en Docencia de la Química Doctorado en Innovación e Investigación en Didáctica	Didáctica de las Ciencias y la Educación Ambiental	Contenido	Alto Nivel	Cumple con el requisito de familiarizar a los estudiantes con los principios de toxicología. Pienso que se debe delimitar en el instrumento la población y el espacio académico en el cual se desarrollaría.	Aprobada
			Estructura	Alto Nivel	En esta ecuación: $CO_2 + H_2O + Luz\ Solar \rightarrow C_6H_{12}O_6 + O_2$ La luz solar no es un reactivo.	
			Enfoque Interdisciplinar	Alto Nivel	Existe correlación entre los contenidos propios de la educación científica y la educación ambiental.	
			Enfoque CDC	Alto Nivel	Se abordan los cuatro componentes del CDC: Conocimiento del Contexto Escolar, Conocimiento Histórico-Epistemológico, Conocimiento Disciplinar del Contenido, Conocimiento Psicopedagógico	

Fuente: elaboración propia.

Finalmente, las observaciones proporcionadas por los evaluadores se tuvieron en cuenta para la articulación audaz en el esquema general de la secuencia didáctica, y así, su implementación sea integral en los procesos de enseñanza y aprendizaje de la ecotoxicología, como punto de convergencia entre la química y educación ambiental. Por su parte, la SD fue aprobada por los evaluadores, de tal modo que, se puede proceder al desarrollo de esta en el entorno educativo a nivel universitario, tanto del PLQ y como la LCNEA, donde se podrán proporcionar elementos partidarios de la interdisciplinariedad y el CDC.

8. CONCLUSIONES

En el presente apartado se especifican las conclusiones de esta investigación, las cuales responden a cada uno los objetivos planteados.

- Sin duda, el aporte de los documentos como libros, artículos y textos investigativos relacionados con la ecotoxicología, educación ambiental, enseñanza e implicaciones de estas dos áreas de conocimiento fue sumamente importante para el desarrollo eficaz del análisis documental, que se sintetizó y argumentó jerárquicamente con la implementación de una matriz, en la cual se presentó un resumen del documento y su relación en el proyecto de investigación. Por consiguiente, estas relaciones permitieron la triangulación de las elementos, características, complementos y áreas de estudio entre ecotoxicología, cambio químico, y contaminación atmosférica, proporcionado una inicial perspectiva de equilibrio entre los contenidos de enseñanza interdisciplinar desde la química contextualizada y la mirada de la educación ambiental, con orientación en su rama de saber sobre la ecotoxicología, situando su categoría científica, tecnológica, y práctica. De igual forma, se suscitaron categorías de análisis de la educación ambiental y la enseñanza de la química, las cuales se incluyeron en la secuencia didáctica. Para la educación ambiental se propician las categorías del ser, el otro, y la comunidad, y en el caso de la química, se incluyeron las categorías argumentativas del CDC desde el punto de vista de Mora y Parga (2008).

  Ahora bien, tanto el análisis documental como la triangulación permitieron identificar cuatro categorías a priori, la cuales fueron: **aprendizaje, enseñanza, interdisciplinar y ambiente**; su relación radica en rescatar la perspectiva en la construcción de procesos de aprendizaje y enseñanza sobre la ecotoxicología visualizándose dentro de la estructuración de la secuencia didáctica, apuntando a un enfoque interdisciplinar en donde se pudiesen extraer visiones sobre el ambiente a través del ATD de los documentos especializados (syllabus académicos). La metodología del ATD fue esencial para el análisis de textos

escritos y orales, identificación de categorías de tipo a priori y emergentes, codificación y realización del metatextos que resaltaron los criterios sobre la enseñanza de la ecotoxicología. Es de señalar, las múltiples de interacciones de esta metodología con el enfoque interpretativo de la investigación cualitativa, en la forma de destacar obtener numerosas interpretaciones y poder dirigirlas a un objetivo de indagación. Por último, se identificaron categorías emergentes como: recursos didácticos, educación ambiental, proyectos, cuestiones socialmente vivas, reacciones químicas, termodinámica, cinética química, recursos, fenomenología, formación profesoral, naturaleza, tecnología, complejidad, conocimiento, metodología, evaluación; todas estas permitieron el arduo ejercicio docente de situarlas interdisciplinarmente como factores o contenidos temáticos inmersos en la secuencia didáctica para la enseñanza de la ecotoxicología.

- Según los nodos cognitivos interdisciplinares estructurados, se pudo resaltar la mirada interdisciplinar entre ecotoxicología (perspectiva científica, tecnológica, y práctica), educación ambiental (perspectiva de la contaminación atmosférica, el ser, el otro y la comunidad) y la enseñanza de la química (categorías del CDC), puesto que se evidenció una óptima y relevante relación entre sus contenidos de enseñanza, tanto conceptuales, prácticos y actitudinales. Estos formaron uno de los nodos centrales para la enseñanza de la ecotoxicología suscitando los componentes de cambio químico, polución, ecosistemas y toxicología como primarios en el diseño y jerarquización de la secuencia didáctica sobre esta temática. Entorno a la secuencia, se evidenciaron nodos sobre la metodología, la evaluación, los recursos didácticos, y lo relacionado con la enseñanza y aprendizaje, estos se incluyeron en la estructura interna del instrumento orientador de los contenidos de enseñanza del docente en formación inicial y en ejercicio. Es preciso resaltar que, el nodo primario fue el interdisciplinar que se articuló como enfoque de la secuencia y de los contenidos asignados en esta. Por otra parte, la implementación de nodos en el trabajo de investigación abre un camino para los

investigadores que desean propiciar en sus cambios microcurriculares enfoques inter o multidisciplinares en la enseñanza de las ciencias en general, dejando a un lado la mirada disciplinar en materia de los procesos de pedagógicos y didácticos, tanto a nivel de bachillerato como de pregrado.

Por último, los documentos especializados (syllabus académicos) y el respectivo análisis de las entrevistas semiestructuradas situaron la diagramación de los nodos entre química y educación ambiental tal y como se planteó en los objetivos del trabajo, es así como, se integraron interpretaciones sobre ecotoxicología a nivel personal, grupal y contextual. Es de señalar que, la entrevista semiestructurada fue una excelente técnica para la investigación, que permitió integrar las reflexiones propias de los docentes en un ambiente libre y coherente con el tema de indagación, las respuestas que se obtuvieron fueron pertinentes para suscitar el pensamiento del docente entorno a la interdisciplinariedad; como punto a favor de la entrevista, es que fue validada por pares académicos, quienes la perfeccionaron y destacaron con características eficientes desde su conocimiento y experiencia en el tema del trabajo de investigación.

- Mediante el diseño de una secuencia didáctica con enfoque interdisciplinar y el CDC para la enseñanza de la ecotoxicología, como punto denominador entre la química y la educación ambiental, se resaltaron elementos contextuales de nivel científico y socioambiental para situar las categorías inmersas en la SD como lo fueron: el conocimiento disciplinar del contenido, histórico-epistemológico, del contexto, y lo psicopedagógico, desde la perspectiva del CDC; elementos científicos, tecnológicos, y prácticos, con relación a la ecotoxicología; categorías complementarias de la educación ambiental como el ser, el otro y la comunidad, que trae a colación el dialogo del saber de las ciencias naturales; así mismo, se relacionaron los contenidos sobre el concepto estructurante cambio químico con la contaminación atmosférica, logrando situar las categorías emergentes resaltadas en el análisis documental, triangulación interdisciplinaria, y ATD de los

respectivos syllabus académicos. Se evidenció la integración de contenidos conceptuales, prácticos y actitudinales de nivel universitario que orientaron la SD para la formación inicial de profesores de la LCNEA y el PLQ.

Por medio de la esquematización y organización de los contenidos de enseñanza fue posible el desarrollo integral de la SD, puesto que, se requirió de conocimiento previo para la estructuración de la secuencia, y así, poder acoplar mediante varios ejemplos contextualizados, los contenidos dispuestos para enseñar y aprender sobre ecotoxicología. La secuencia didáctica se dispuso desde un modelo socio-constructivista, y trae a disposición argumentos sobre el aprendizaje significativo, reflexivo, duradero, y además, de vincular patrones relacionados con el trabajo colaborativo, en su nivel práctico. En esta secuencia el docente cumple una función de moderador del aprendizaje de sus estudiantes, mediante sus intervenciones de explicación entorno a la temática, promotor de las actividades anexas a la SD, y solucionador de inquietudes con respectos a los diversos problemas de la SD. Por otro lado, se relaciona en la secuencia elementos de la evaluación formativa, estipulándose un carácter integral entre la heteroevaluación (a través de los aspectos evaluables estipulados con un porcentaje de calificación, que unifica la evaluación inicial, las dos evaluaciones aplicativas, y la evaluación final en la SD), la autoevaluación (dispone en la SD objetivos críticos y reflexivos del desarrollo eficaz del proceso de aprendizaje de los estudiantes sobre el tema central de la secuencia), y la coevaluación (mediante la ejecución del laboratorio complementario de la SD).

- Por medio de la propuesta de la secuencia didáctica y su respectiva validación por pares académicos se puede concluir que el enfoque interdisciplinar y el CDC es identificable en la SD, y afirma la orientación de la secuencia hacia la enseñanza de la química contextual y la educación ambiental mediante la integración de la ecotoxicología, la contaminación atmosférica, y el cambio químico, y así, su aplicación sea verídica en el PLQ y en la LCNEA.

9. RECOMENDACIONES

- Se recomienda a los docentes del PLQ y de la LCNEA integrar a sus procesos de enseñanza y aprendizaje una reestructuración microcurricular de sus secuencias didácticas, con el objetivo de relacionar los contenidos con una perspectiva interdisciplinar mediante la contextualización de los elementos teóricos y prácticos.

- Es importante que los docentes que quieran implementar la secuencia didáctica diseñada en el trabajo de investigación tengan en cuenta los conocimientos previos de sus estudiantes sobre los conceptos de elementos, sustancias, compuestos, mezclas, reacciones químicas, cambios químicos y físicos, y estequiometria en general, ya que se deben relacionar estos contenidos con los dispuestos en la SD para la enseñanza de la temática ecotoxicología.

- Se recomienda para futuras investigaciones con la metodología cualitativa del Análisis Textual del Discurso se potencie el arduo trabajo en la identificación de categorías a priori que puedan estar intencionadas con el objetivo por indagar, y así, se puedan codificar de los diversos documentos (textuales, verbales, o estéticos) las respectivas categorías emergentes, que permitirán la obtención del análisis interpretativo de los metatextos de la investigación a desarrollar.

- Se ubica con importancia el acercamiento al enfoque interdisciplinario y el Conocimiento Didáctico del Contenido en la formación inicial de profesores, tanto del PLQ, como de la LCNEA, de la Universidad Pedagógica Nacional.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ariza, A. L. (2009). *Conocimiento Didáctico del Contenido Curricular en la enseñanza de combustión.* [Tesis de maestría, Universidad Pedagógica Nacional]. Repositorio Universidad Pedagógica Nacional.

Ariza, A. L. (2020). Relación metodológica entre ATD y el uso de Atlas. Ti como herramienta en la investigación cualitativa en un estudio contextualizado. *Revista Pesquisa Qualitativa, 8*(19), 991-1009. http://dx.doi.org/10.33361/RPQ.2020.v.8.n.19.375

Borge, B. (2015). *Conociendo la estructura del mundo: el Realismo Estructural en el marco del Debate Realismo vs. Antirrealismo Científico.* (1ª Ed.). Editorial Teseopress.https://www.teseopress.com/conociendolaestructura/chapter/realismo-vs-antirrealismo-cientificos/

Camargo, J., y Alonso, A. (2007). Contaminación por nitrógeno inorgánico en los ecosistemas acuáticos: problemas medioambientales, criterios de calidad del agua, e implicaciones del cambio climático. *Ecosistemas, 16*(2), 98-110. https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/457

Cambra B, I., y Lorenzo, M. G. (2021). La sensibilidad ética y el conocimiento didáctico del contenido de los profesores de ciencias experimentales. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED,* (49), 199-218. https://doi.org/10.17227/ted.num49-10000

Correa, V. K. (2012). *La secuenciación de contenidos de ciencias naturales: compilación bibliográfica.* [Trabajo de pregrado, Universidad del valle]. Biblioteca digital Universidad del Valle.

D´Mello, J. (Ed.). (2020). *A handbook of environmental toxicology: Human disorders and ecotoxicology.* CAB International.

Escobar P, J., y Cuervo M, A. (2008). Validez de contenido y juicio de expertos: una aproximación a su utilización. *Avances en Medición, 6*(1), 27-36.

http://www.humanas.unal.edu.co/psicometria/files/7113/8574/5708/Articulo3_Juicio_de_expertos_27-36.pdf.

Fiallo, R. J. (2001). *La interdisciplinariedad en la escuela: Un reto para la calidad de la educación.* Pueblo y Educación.

Fuster, D. (2019). Investigación cualitativa: Método fenomenológico hermenéutico. *Propósitos y Representaciones, 7*(1), 201-229. http://dx.doi.org/10.20511/pyr2019.v7n1.267

Garcés, G. L., y Hernández, A. M. (2004). La lluvia ácida: un fenómeno fisicoquímico de ocurrencia local. *Revista Lasallista de Investigación, 1*(2), 62-72. https://www.redalyc.org/pdf/695/69510211.pdf

Gavilán, I., Cano, S., y Aburto, S. (2013). Diseño de herramientas didácticas basado en competencias para la enseñanza de la química ambiental. *Revista Educación Química, 24*(3), 298-308. https://doi.org/10.1016/S0187-893X(13)72479-0

González, L. F., y Valencia, C. J. (2013). Conceptos básicos para repensar la problemática ambiental. *Gestión y Ambiente, 16*(2), 121-128. https://revistas.unal.edu.co/index.php/gestion/article/view/39572/42038

Hernández, A. I., Recalde, M. J., y Luna, J. A. (2015). Estrategia didáctica: una competencia docente en la formación para el mundo laboral. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos (Colombia), 11*(1), 73-94. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=134144226005

Hernández, G. (2021). Emisiones de gases de efecto invernadero y sectores clase en Colombia. *El trimestre económico, 85*(2), 523-550. https://doi.org/10.20430/ete.v88i350.857

Hernández, S. R., Fernández, C. C., & Baptista, L. P. (2014). *Metodología de la investigación* (6ª. Ed.). McGraw-Hill.

Llano, A. L., Gutiérrez, E. M., Stable, R. A., Núñez, M. M., Masó, R. R., y Rojas, R. B. (2016). La interdisciplinariedad: una necesidad contemporánea para favorecer el proceso de enseñanza aprendizaje. *Medisur, 14*(3), 320-327. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727897X2016000300015&lng=es.

Lozada Rincón, J. F., y Ibáñez Córdoba, S. X. (2021). Desarrollo de competencias investigativas en los estudiantes de grado noveno del Colegio Veintiún Ángeles ied a través del análisis de problemáticas ambientales. *P.P.D.Q. Boletín*, (63). https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/PPDQ/article/view/14929

Martínez C, R. (2010). La importancia de la educación ambiental ante la problemática actual. *Revista Electrónica Educare, 14*(1), 97-111. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=194114419010

Mora, W. M., y Parga, D. L. (2014). Aportes al CDC desde el pensamiento complejo. En A. Garritz, M. G. Lorenzo y S. D. Daza-Rosales (Eds.). *Conocimiento didáctico del contenido: Una perspectiva iberoamericana* (pp. 100-143). Editorial Académica Española

Mora, W., y Parga, D. (2008). El conocimiento didáctico del contenido en química: integración de las tramas de contenido histórico–epistemológicas con las tramas de contexto–aprendizaje. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED,* (24), 56-81. https://doi.org/10.17227/ted.num24-1083

Mosquera, S. C., Ariza, A. L., Reyes, G. A., y Hernández, R. C. (2010). Una propuesta didáctica para la enseñanza de los conceptos estructurantes de discontinuidad de la materia y unión química desde la epistemología y la historia de la ciencia contemporáneas. *Revista Científica,* (12), 6-15. https://doi.org/10.14483/23448350.426

Newman, M. (2015). *Fundamentals of Ecotoxicology: The Science of Pollution.* (Fourth Edition). Editorial CRC Press.

Ñaupas, P. H., Valdivia, D. M., Palacios, V., J., y Romero, D. H. (2018). *Metodología de la investigación Cuantitativa-Cualitativa y redacción de la tesis.* (5ª ed.). Editores de la U.

Parga, D., y Mora, W. (2017). El CDC en química: una línea de investigación y de relaciones con la práctica docente. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas,* n.º Extra, 97-102. https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/333995

Peña, C., Carter, D., y Ayala, F. F. (2001). *Toxicología Ambiental: Evaluación de Riesgos y Restauración Ambiental.* (1er Ed.). Southwest Hazardous Waste Program. http://superfund.pharmacy.arizona.edu/toxamb/

Pozo, J. A., Gómez, C. M., Limón, M., y Sanz, S. A. (1991). *Procesos cognitivos en la comprensión de la ciencia: las ideas de los adolescentes sobre la química*. Centro de publicaciones del Ministerio de Educación y Ciencia: C.I.D.E.

Quiroga, D. S., y Mora, P. W. (2017). Conocimiento Didáctico del Contenido del Cambio Climático: una caracterización en torno al diseño y desarrollo profesional de docentes en ejercicio. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED.* https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/view/4724

Ramírez, R. (2015). *La mar y el ancla. La educación Ambiental en Administración Pública en México.* Editorial Zonámbula.

Ramírez, R. P., Barrera, E. G., Guzmán, G. X., y Barrera V. H. (2018). *Ecotoxicología.* (1er Ed.). Universidad Autónoma Metropolitana

Ramón, V. J., y Hernández, T. B. (2020). Hábitat, especies y cambio climático. Resiliencia climática y mitigación: Evaluación de la contaminación atmosférica generada por las emisiones de material particulado (PM10), en una zona urbana. En Benavides-Muñoz y Pucha-Cofrep (Eds.), *Efectos del cambio climático en el hábitat de las especies y los O.D.S.* Ediloja Cia.Ltda

Raviolo, A., Garritz, A., y Sosa, P. (2011). Sustancia y reacción química como conceptos centrales en química. Una discusión conceptual, histórica y didáctica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 8(*3), 240-254. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92019747002

Roa, C. C., Rueda, M. M., Álvarez, R. J., Flórez, P. K., y Mosquera, J. L. (2020). *Huella ecológica: una herramienta para combatir el cambio climático.* [Presentación en Artículo]. X Congreso Brasileiro De Engenharia De Produção: As Engenharias na Saúde, Sao Paulo, Brasil.

Rodríguez-Marín, F., Fernández-Arroyo, J., y 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*(2), 303-318. https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/287574

Romero, P. M., Diego, O. F., y Álvarez, T. M. (2006). La contaminación del aire: su repercusión como problema de salud*. Revista Cubana de Higiene y Epidemiología, 44*(2), 1-14. https://www.redalyc.org/pdf/2232/223214848008.pdf

Salica, M., Almirón, M., y Porro, S. (2020). Modelos de conocimiento didáctico del contenido científico y tecnológico en docentes de Química y Física. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED,* (48), 127-141. https://doi.org/10.17227/ted.num48-12384

Sauvé, L. (2005). Uma cartografía das corrientes em educaçao ambiental. (p.17-46). In Sato, M., et Carvalho, I. (Dir.). Educaçao Ambiental – Pesquisa e desafios. Porto Alegre: Artmed.

Sauvé, Lucie. (2014). Educación y ecociudadania. Dimensiones claves de un proyecto político-pedagógico. *Revista Científica, 18*, 13-23. https://core.ac.uk/reader/25545620

Shulman, L. (1986). Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. *Educational Researcher, 15*(2), 4-14. http://www.jstor.org/stable/1175860

Sparling, D. (2017). *Basic of Ecotoxicology.* (1er Ed.). Editorial CRC Press.

Ubilla, C., y Yohannessen, K. (2017). Contaminación atmosférica efectos en la salud respiratoria en el niño. *Revista Médica Clínica Las Condes, 28*(1), 111-118. https://doi.org/10.1016/j.rmclc.2016.12.003

Wright, D., y Welbourn, P. (Ed.). (2002). *Environmental toxicology.* Cambridge University Press, Cambridge.

Zabala G, I., y García, M. (2008). Historia de la Educación Ambiental desde su discusión y análisis en los congresos internacionales. *Revista de Investigación, 32*(63), 201-218. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010291420080001000 11&lng=es&tlng=es

ANEXOS

Anexo 1. Análisis Documental del libro *"Fundamentals of Ecotoxicology: The Science of Pollution"*

Referente Bibliográfico	Newman, M. (2015). *Fundamentals of Ecotoxicology: The Science of Pollution.* (Fourth Edition). Editorial CRC Press.
Tipo de documentos	Libro
Palabras claves	Ecotoxicología, Contaminantes, Procesos Biológicos, Alteraciones ambientales
Descripción	Este libro aborda los contenidos conceptuales específicos sobre la temática de ecotoxicología, término que permite interpretar los serios problemas ambientales del ecosistema, a causa de los nuevos tóxicos generados por el ser humano. Por otro lado, esta ciencia propone nuevos estudios prácticos sobre la biominerización, biofabricación y detoxicación, de contaminantes a nivel acuático y terrestre.
Resumen	El libro se divide en 14 capítulos. Se presenta una introducción sobre la historia y conocimiento de la ecotoxicología desde sus componentes de estudio científico, práctico y tecnológico. Por otra parte, una sección de contenidos de contaminantes mayores y menores, tanto orgánicos como inorgánicos, se presenta los procesos de captación, biotransformación, desintoxicación, eliminación y acumulación, este proceso integra los conocimientos en farmacodinamia y farmacocinética, los tóxicos, los órganos y sistemas de los seres vivos. Así mismo, se da importancia a la bioacumulación y sus efectos moleculares y anatómicos. Finalmente, presenta la ecotoxicología como ciencia que permite estudiar los efectos de los tóxicos a nivel molecular, celular, en un individuo especifico, las alteraciones en una población, comunidad y ecosistema.
Relación con el trabajo de grado	Su relación radica en los contenidos conceptuales que aportan significativamente en la estructuración de temáticas para la realización de la estrategia didáctica. Así mismo, se integra al trabajo de grado los conocimientos de la ecotoxicología desde sus objetivos científicos, como forma de integrar diversas ciencias en el análisis y evaluación del ambiente y sus alteraciones. Por otro lado, los conocimientos prácticos, mediante la descripción y aplicación de métodos de análisis. Por último, lo tecnológico que incluye
Autor de la ficha	Julián Felipe Lozada
Fecha de elaboración	17/07/2021

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 2. Análisis Documental del libro *"A handbook of environmental toxicology: Human disorders and ecotoxicology"*

Referente Bibliográfico	D´Mello, J. (Ed.). (2020). *A handbook of environmental toxicology: Human disorders and ecotoxicology.* CAB International.
Tipo de documentos	Libro
Palabras claves	Remediación Toxicológica, Contaminantes Orgánicos, Contaminantes Inorgánicos, Compuestos Biogenéticos.
Descripción	El libro se divide en 8 partes, y a partir de estas nos relaciona la toxicología ambiental con los procesos físicos, químicos, y biológicos, teniendo en cuenta un estudio detallado de la ecotoxicología desde la fitotóxinas, micotoxinas, cianobacterias toxicas, elementos inorgánicos contaminantes, los efectos de los elementos abióticos como la radiación solar y la generación de alteraciones a la salud humana. Se resalta la relación de los tóxicos ante el ecosistema, y todas sus relaciones directas o indirecta como los organismos vivos. Finalmente, se puede destacar el impacto de la industrialización para el desarrollo del concepto ecotoxicología, y la apropiación regulada de proyectos para la prevención de tóxicos en la productividad; se suscita el concepto ecoeconomía y la responsabilidad del contexto político.
Resumen	El libro es sumamente interesante para el aprendizaje y la enseñanza de la ecotoxicología desde la interdisciplinariedad, a continuación se evidencia el resumen del libro: Parte 1: se destacan importantes metabolitos secundarios, incluidas las fitotóxinas, micotoxinas y toxinas cianobacterianas sintetizadas por plantas y microbios. La aparición de estos metabolitos influye en el cambio climático, mediante la ingesta de alimento y agua contaminada. Se resalta estudios epidemiológicos en las interacciones biológico-ambientales. Parte 2: Se destaca en primera medida los efectos de la contaminación del aire ambiental. Se pone en perspectiva las afectaciones a la salud humana en relación con las enfermedades respiratorias como EPOC, IRA, ERA, y Asma, y otras enfermedades crónicas como ECV, síndromes metabólicos, diabetes y cáncer. También, se relaciona la ecotoxicología con los efectos cognitivos y neuronales de una individuo, población o comunidad. Por último, se trae a colación los mecanismos de adaptación de plantas superiores ante los tóxicos del ambiente. Parte 3: Se presentan los riesgos a largo plazo para la salud humana y la biodiversidad en los principales ecosistemas, además de la bioquímica de la ecotoxicología, dando a conocer los mecanismos, las activaciones de receptores, la bioacumulación, las implicaciones individuales y globales de los contaminantes. Por último, se describe que en la actualidad existe un debate activo sobre el uso de un herbicida importante, el glifosato.

	Parte 4: Se da a conocer la perspectiva ecotoxicológica de la contaminación por petróleo, articulando elementos históricos y conceptuales al tema, por ejemplo, la influencia de biomarcadores y demas tecnología para detectar los contaminantes por petróleo crudo. Parte 5: Este apartado expone la contaminación generada por la minera a nivel global, y especialmente la relacionada con los metales pasados, entre estos el mercurio con valores de toxicidad hídrica y del suelo. Por otra parte, el estrés oxidativo de seres vivos puede ser una característica subyacente en la hepatotoxicidad y nefrotoxicidad crónicas inducidas por cadmio. Parte 6: Los plásticos también hacen parte del estudio de la toxicología ambiental, y se debe tener presente para el aprendizaje histórico, documental y epistemológico de la composición, adsorción, ingestión, metabolismo e interacciones de organismos vivos con partículas de plástico. Parte 7: Se presenta las interacciones de la radiación ultravioleta como concepto relacionado con la ecotoxicología. se expone las afectaciones por elementos químicos, por ejemplo, hay indicios de que altas concentraciones de la progenie del radón induce cáncer de pulmón tanto en mineros subterráneos como en animales de laboratorio expuestos experimentalmente. Parte 8: Se entiende que existen diversas tecnologías potencialmente disponibles para la remediación ambiental de tierras contaminadas y agua subterránea. Las metodologías incluyen: la aplicación de zeolitas naturales, propiedades del intercambio iónico, separación, unión y estabilización química de sustancias peligrosas.
Relación con el trabajo de grado	El libro aportó al marco teórico del presente trabajo de grado, dando a conocer la ecotoxicología desde sus procesos químicos, físicos y biológico. En el libro se destacan varios ejemplos desde la física y cinética de partículas para el estudio de las interacciones individuales y globales de los contaminantes con el ecosistema. Por otro lado, el libro permitió resaltar los efectos ecotoxicológicos para la evaluación de productos químicos y su valoración de riesgo en un sistema ecológico, ejemplificado desde el conocimiento de las fitotóxinas, micotoxinas, toxinas cianobacterianas, elementos pesados, el petróleo, elementos abióticos como los rayos solares, elementos radioactivos, y como es su influencia en el desarrollo de enfermedades de cualquier tipo en el ser humano especialmente. De igual forma, el libro trae a colación características para la enseñanza de la ecotoxicología como el aporte histórico y epistemológico, y el avance conceptual y científico del tema.
Autor de la ficha	Julián Felipe Lozada
Fecha de elaboración	17/07/2021

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 3. Análisis Documental del libro *"Toxicología Ambiental: Evaluación de Riesgos y Restauración Ambiental"*

Referente Bibliográfico	Peña, C., Carter, D., y Ayala, F. F. (2001). *Toxicología Ambiental: Evaluación de Riesgos y Restauración Ambiental.* (1er Ed.). Southwest Hazardous Waste Program.
Tipo de documentos	Libro
Palabras claves	Toxicología Ambiental, Evaluación de Riesgos, Restauración Ambiental, Toxicodinámica
Descripción	El libro resalta por sus múltiples representaciones graficas de diversos procesos biológicos y biofísicos de sustancias toxicas, así como la diagramación morfofisiología de organismos y sistemas del ser humano. Por otro lado, el libro se divide en 5 secciones, empezando con una introducción y definición de conceptos importantes para el estudio de la toxicología ambiental. Así mismo, se centra en el conocimiento de la evaluación de riesgos pertinentes para la restauración ambiental, cuando un ecosistema se ve influenciado por aquellos contaminantes ambientales, ya sean orgánicos o inorgánicos.
Resumen	Se presenta el resumen de los cinco apartados del libro: Sección 1: A modo de introducción se le da a conocer al lector los conceptos básicos de la bioquímica, la citología, los procesos de transformaciones a nivel molecular y celular. Sección 2: Se adentra al lector a los conceptos de toxicología ambiental y los aspectos fundamentales de la determinación de concentraciones de tóxicos en los organismos y en el monitoreo biológico, se extiende el estudio de la dinámica de los tóxicos, desde la toxicocinética. Sección 3: en este capítulo se estudia la estimación de la exposición y la caracterización de los riesgos de los tóxicos con el ambiente. Los riesgos se miden con relación a la salud humana. Sección 4: el diseño de intervenciones para sitios contaminados resalta los estudios de correcciones ambientales a causa de los tóxicos ambientales. Las correcciones suplen la eliminación, reducción y control de los contaminantes, exponiendo las tecnologías de restauración *in situ* o *ex situ*. Sección 5: se resalta que hay una ausencia de información sobre los componentes toxicológicos para representar los problemas de salud, es así como, se describen los procesos de prevención de los contaminantes, enfocándose en estimar sus efectos y alteraciones de propiedades físicas y químicas del ambiente.
Relación con el trabajo de grado	Se evidencia un enorme aporte al conocimiento de tecnológicas mediada por métodos biológicos y químicos para la protección y restauración del ecosistema, estas tecnologías son de gran importancia en la estructuración de la secuencia didáctica del trabajo de grado. Los estudios científicos y tecnológicos de la ecotoxicología se tienen presente en la secuencia didáctica, destacando

	aportes de la evaluación de riesgos y la representación de escenarios de posible interacción de los tóxicos con el ecosistema. Finalmente, el libro posee un valor en el conocimiento de la toxicología desde la biológica molecular y celular.
Autor de la ficha	Julián Felipe Lozada
Fecha de elaboración	17/07/2021

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 4. Análisis Documental del Material de Apoyo sobre Ecotoxicología

Referente Bibliográfico	Ramírez, R. P., Barrera, E. G., Guzmán, G. X., y Barrera V. H. (2018). *Ecotoxicología.* (1er Ed.). Universidad Autónoma Metropolitana
Tipo de documentos	Material de Apoyo
Palabras claves	Prácticas Ecotoxicológicas, Ecotoxicología, Cuestionarios, Unidad Didáctica
Descripción	Este es un material de apoyo destinado para la licenciatura en hidrobiología de la Universidad Autónoma Metropolitana, este se destacan varias estrategias didácticas que conforman la Unidad de Enseñanza Aprendizaje (UEA) sobre ecotoxicología. El material trae a colación prácticas de laboratorios que aportan al conocimiento de la categoría práctica de la ecotoxicología. Adicionalmente, se expone apartados de actividades consistentes en ejercicios y cuestionarios, con la intención de un aprendizaje significativo en los estudiantes. Por otro lado, se describe el fomento de competencias para el planteamiento de soluciones a los problemas generados por los contaminantes en el ambiente, mediante un análisis integral de los efectos y sus repercusiones en el ecosistema.
Resumen	El material de apoyo destaca el manejo de técnicas de análisis de datos relacionados con la evaluación de riesgos a causa de los tóxicos expuestos en el ambiente, por tal motivo, se describen varias prácticas de laboratorios con enfoque a la ecotoxicología. La evaluación de actividades es indispensable para conocer la apropiación del aprendizaje de los estudiantes, por ello, las prácticas incluyen un título, introducción, objetivo, materiales, método, sección de resultados, discusiones y conclusiones, posteriormente, un cuestionario, y en calidad de la información el apartado de bibliografía. Las prácticas se resumen en aquellas relacionadas con bioensayos, estudios del agua y componentes tóxicos presentes en esta, el análisis de la fotosíntesis, efectos sinérgicos de la luz UV, toxicidad de los hidrocarburos aromáticos policíclicos, efectos de tóxicos en la respiración, histopatología, entre otras prácticas.
Relación con el trabajo de grado	En primer lugar, cabe destacar la práctica sobre la fotosíntesis y lluvia ácida, que presenta un factor interdisciplinar entre la química, física y la biología. Por otra parte, el material de apoyo y especialmente las prácticas presentadas en este, nutren la secuencia didáctica del trabajo de investigación, aportando a la estructuración y jerarquización de contenidos prácticas y conceptuales del contenido de enseñanza de la ecotoxicología.
Autor de la ficha	Julián Felipe Lozada
Fecha de elaboración	17/08/2021

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 5. Análisis Documental del libro *"Basic of Ecotoxicology"*

Referente Bibliográfico	Sparling, D. (2017). *Basic of Ecotoxicology.* (1er Ed.). Editorial CRC Press.
Tipo de documentos	Libro
Palabras claves	Ecotoxicología, Contaminantes Ambientales, Medioambiente, Ecosistemas
Descripción	Un libro con suma información sobre el tema de ecotoxicología, este se encuentra escrito en idioma inglés. Se destaca un buen contenido conceptual y práctico sobre el tema de ecotoxicología, al igual, integra el actitudinal poniendo ejemplos para la toma de conciencia de la comunidad en general, sobre los efectos medio ambientales por tóxicos en los ecosistemas.
Resumen	El libro se divide en tres extensas secciones: la primera informa al lector sobre el concepto de ecotoxicología, porque es una ciencia, que características tiene la ecotoxicología, y los objetivos de estudio. Esta primera sección cubre los capítulos 1, 2, y 3. En la segunda sección del libro, se relata las clases de contaminantes, dividiéndose como primarios, incluyendo aquellos orgánicos e inorgánicos, se trae a colación un aporte histórico del origen de las clases. Por otro lado, se describe los comportamientos de productos químicos en un ecosistema y los efectos que causará. Esta sección cubre los capítulos 4, 5, 6, 7, y 8. Finalmente, la tercera sección, que culmina con el capítulo 13, se infiere en los niveles de contaminantes que afectan a las poblaciones, comunidades y ecosistemas, se exponen métodos utilizados para determinar el daño real y la predicción de una auto regulación del toxico a nivel local, nacional e internacional.

Relación con el trabajo de grado	El libro integra una excelente parte teórica del trabajo de investigación, describiendo y analizando la influencia de los contenidos de la enseñanza, con los nombrados con Newman (2015), el científico, tecnológico y práctico. Ambos libros, fueron parte esencial para la ejecución de la secuencia didáctica para la enseñanza de la ecotoxicología, que se puede integrar interdisciplinarmente en el aprendizaje y enseñanza de la química, y la educación ambiental.
Autor de la ficha	Julián Felipe Lozada
Fecha de elaboración	14/08/2021

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 6. Análisis Documental del libro *"Environmental toxicology"*

Referente Bibliográfico	Wright, D., y Welbourn, P. (Ed.). (2002). *Environmental toxicology.* Cambridge University Press, Cambridge.
Tipo de documentos	Libro
Palabras claves	Emergencia Ambiental, Toxicología Ambiental, Química general, Toxicología
Descripción	Se resalta por parte de los autores del libro, que el lector debe poseer conocimientos previos básicos sobre química, biología y ecología, para adentrarse a los estudios comprensivos de la toxicología ambiental frente al análisis de contaminantes, relaciones ecosistémicas, alteraciones celulares, influencias por elementos químicos, y descripción de avances tecnológicos, particularmente por computadoras y química analítica. Así mismo, el libro se suscita desde una colección de ensayos sobre toxicología ambiental, toxicología acuática, ecotoxicología, y temas relacionados con la gestión de contaminantes ambientales. El libro se encuentra publicado en idioma inglés.
Resumen	El libro de divide en 13 capítulos, los cuales integran parejamente los conceptos de toxicología ambiental y ecotoxicología. Primero: Se resalta la emergencia de la toxicología ambiental como ciencia mostrando un factor histórico muy importante hacia los años sesenta, así como, sus aspectos sociales en los movimientos ambientales. Segundo: Se definen los contenidos sobre la toxicología ambiental como ciencia. Se hace referencia al estudio de la toxicología a nivel molecular. Tercero: Se representan y ejemplifican las rutas cinéticas de los tóxicos a nivel de la celular vegetal y animal. Cuarto: Algo particular de este capítulo es la disposición de casos de estudios relacionados con la toxicología ambiental. Quinto: Se exponen los factores bióticos y abióticos y la afectación toxicológica. Sexto: Se presenta al lector el conocimiento sobre los químicos inorgánicos y sus propiedades ante las afectaciones toxicológicas del medio ambiente. Séptimo: Ahora bien, se evidencia en este capítulo el estudio de los compuestos orgánicos para la explicación de los efectos de pesticidas, policlorados, compuestos aromáticos, hidrocarburos, entre otros. Se exponen también casos de estudios relacionados con la ecotoxicología. Octavo: el conocimiento de la ionización por radiación y su influencia con las alteraciones ambiental es un componente esencial en el estudio de la toxicología ambiental. Noveno: Se relata el papel de los tóxicos a nivel global, atmosférico, en la agricultura y en los procesos industriales. Décimo: La evaluación de riesgos y la exposición de casos de estudios entorno a esta es relevante en este capítulo. Décimo primero: Se presentan algunas técnicas para la remoción de contaminantes ambientales. Décimo segundo: la regulación toxicológica de sustancias se presenta en este capítulo, resaltando algunos términos legales viables en Europa, Reino Unido, Estados Unidos, y Canadá. Décimo tercero: Se presenta el termino genotoxicología, y se pregunta sobre el futuro de la toxicología ambiental.
Relación con el trabajo de grado	Cabe resaltar que el libro no determina la diferencia entre ecotoxicología y toxicología ambiental, en cambio los denomina una teoría fundamentada en la multidisciplinariedad. De igual forma, el libro es de gran aporte teórico, y estructura los conceptos históricos, conceptuales, prácticos y tecnológicos de la ecotoxicología básica.
Autor de la ficha	Julián Felipe Lozada
Fecha de elaboración	14/08/2021

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 7. Análisis Documental del escrito *"Uma cartografía das corrientes em educaçao ambiental"*

Referente Bibliográfico	Sauvé, L. (2005). Uma cartografía das corrientes em educaçao ambiental. (p.17-46). In Sato, M., et Carvalho, I. (Dir.). Educaçao Ambiental – Pesquisa e desafios. Porto Alegre: Artmed
Tipo de documentos	Capítulo de Libro
Palabras claves	Educación Ambiental, Corrientes en educación Ambiental, Corriente científica, Problemáticas Ambientales
Descripción	El escrito resalta la importancia de la educación ambiental y el establecimiento de un orden para relatar de esta el dialogo científico, las acciones educativas que hacen de la educación ambiental una práctica social activa, y de participación como política pública. En otra perspectiva, la educación ambiental proporciona corrientes de investigación científico, pedagógicas, didácticas, históricas, epistemológicas, sociales y culturales, para el aprendizaje de estrategias de diversas posibilidades teóricas y prácticas en el campo de la cartografía ambiental.
Resumen	El escrito nos introduce hacia la terminología de "corrientes" en educación ambiental, con el fin de incorporase como una diversidad de proposiciones de estudio entorno a este concepto. Por otra parte, expone con brevedad quince corrientes de educación ambiental, tradicionales y recientes, las cuales son: Tradicionales Corriente naturalista: expone las concepciones de educación ambiental desde el pensamiento por la naturaleza. Desde un enfoque educativo cognitivo, experimental, afectivo, espiritual o artístico. Corriente conservacionista: la principal preocupación de esta corriente son los recursos de la naturaleza. Se expone como ejemplo la perspectiva de las 3R (Reducción, Reutilización, Reciclado). Corriente resolutiva: desde el origen de la sociedad, el ser humano se encuentra en un entorno lleno de problemas ambientales, los cuales poseen un sinfín de soluciones. Corriente sistémica: Relacionada con la identificación de problemáticas ambientales, elementos biofísicos y sociales, para comprender y conocer las realidades de la educación ambiental. Corriente científica: Interesada en relacionar la educación ambiental con la educación científica, y así responder a la interdisciplinariedad existente entre estas dos áreas de conocimiento. Corriente humanista: las relaciones naturaleza y cultura, permite el conocimiento de las afectaciones humanísticas de la educación ambiental. Corriente moral: un fundamento sobre el pensamiento actitudinal y el comportamiento socioafectivo entre el ser humano y el entorno que lo rodea se describe en esta corriente de educación ambiental. Recientes Corriente holística: el pensamiento de un todo analítico y racional de las realidades ambientales, permite el estudio de la educación ambiental desde su complejidad. Corriente bio-regionalista: el conocimiento sobre las zonas geográficas, el espacio ambiental ocupado por la gran variedad de flora y fauna, las relaciones con las comunidades humanas son algunas de las características que se estudian en esta corriente. Corriente práxica: desde la acción de reflexión sobre el cambio del medio ambiente, y una participación activa permitiría la transformación de la educación ambiental. Corriente crítica social: el establecimiento de hipótesis para el cuestionamiento crítico ante las integraciones de la educación ambiental con algunos elementos de las ciencias sociales. Corriente feminista: se incluye los pensamientos de poder político y económico entorno a los proyectos de sociales de las mujeres frente al medio ambiente. Corriente etnográfica: la participación cultural ha estado presente en el desarrollo histórico y epistemológico de la concepción sobre lo ambiental y la educación. Corriente de la Eco-educación: la actuación significante y responsable de la educación ante el conocimiento de las relaciones directas e indirecta del medio ambiente. Corriente de la Sostenibilidad/Sustentabilidad: la necesidad del pensamiento de los elementos externos para el desarrollo de proyectos sostenibles.
Relación con el trabajo de grado	Se suscita el pensamiento interdisciplinar entre la educación ambiental y la enseñanza de las ciencias, caso particular la química, esto a partir de las indagaciones y argumentos relatados desde la corriente científica. De igual forma, la corriente sistémica trae a colación el estudio de las problemáticas ambientales. Es así como, se resalta la importancia de las problemáticas en el estudio conceptual y práctico de la educación ambiental, para fomentar en alguna manera la toma de conciencia ambiental. Por tal motivo, se incorpora el conocimiento de la contaminación atmosférica en el trabajo de investigación, ya que presenta una afinidad teórica, práctica e interdisciplinar primaria con el tema de ecotoxicología (como ejemplo: los compuesto azufrados como contaminante atmosférico provenientes de fábricas, y los niveles de toxicidad en algunas plantas), y segundaria con el concepto de cambio química (los contaminantes atmosféricos como los gases de efecto invernadero o el mismo ozono, presentan una reacción en cadena, que se estudia desde el conocimiento previo de reacciones química y sus respectivos cambios de propiedades fisicoquímica a nivel molecular)
Autor de la ficha	Julián Felipe Lozada
Fecha de elaboración	20/08/2021

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 8. Análisis Documental del artículo *"Educación y ecociudadania. Dimensiones claves de un proyecto político-pedagógico"*

Referente Bibliográfico	Sauvé, Lucie. (2014). Educación y ecociudadania. Dimensiones claves de un proyecto político-pedagógico. *Revista Científica, 18*, 13-23.
Tipo de documentos	Artículo
Palabras claves	Educación Ambiental, Ecociudadanía, Dimensión Crítica, Dimensión ética
Descripción	La educación ambiental debe estar relacionada con las dinámicas sociales de la época actual, esto le concede su posterior cambio de ideales y realidades de estudio. Los movimientos sociales y la emergencia progresiva de una ciudadanía más conscientes demandan los marcos educativos de la acción del dialogo político-pedagógico, para el establecimiento de lazos entre las realidades sociales y ecológicas hacia el denominado "vivir bien".
Resumen	El artículo profundiza en el pensamiento de promover políticas públicas adecuadas para estimular y apoyar iniciativas en la formación y aprendizaje del ciudadano desde lo denominado educación ambiental. Así mismo, se hace referencia a los aspectos esenciales para fomentar competencias políticas en la comunidad, una política con consolidades estrechos entre una dimensión de conocimiento ético y otra relacionada con la crítica hacía el establecimiento de una ecociudadanía frente al concepto de educación ambiental.
Relación con el trabajo de grado	En el marco teórico del presenta trabajo se disponen algunos argumentos para el pensamiento de una educación ambiental como política pública en la educación establecida por un país, con relación directa con las realidades de la sociedad. Se sitúan argumentos relacionales de la educación ambiental con el conocimiento del medio ambiente, las problemáticas ambientales, las políticas ambientales, la ecociudadanía que retoma las interacciones de la abreviatura "eco" con conceptos de economía, democracia, política, entre otros.
Autor de la ficha	Julián Felipe Lozada
Fecha de elaboración	20/08/2021

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 9. Análisis Documental del artículo *"Contaminación atmosférica efectos en la salud respiratoria en el niño"*

Referente Bibliográfico	Ubilla, C., y Yohannessen, K. (2017). Contaminación atmosférica efectos en la salud respiratoria en el niño. *Revista Médica Clínica Las Condes, 28*(1), 111-118.
Tipo de documentos	Artículo
Palabras claves	Contaminación Atmosférica, Salud, Enfermedades Respiratorias, Toxicidad
Descripción	Los temas sobre la salud y las enfermedades son estudiados desde la problemática ambiental de contaminación atmosférica, ya que se encuentra relacionada por las alteraciones toxicológicas de sustancia nocivas para la salud humana, y también, las afectaciones de un ecosistema compuesto por elementos bióticos y abióticos.
Resumen	El artículo describe como la población humana se encuentra en constante exposición a la contaminación del aire, la cual puede causar algunos efectos fisiológicos que probablemente causarían enfermedades o la muestre de un individuo. La contaminación del aire se encuentra relacionada con la producción industrial y permite establecer los niveles de toxicidad provocados por esto. La presencia de sustancias nocivas en la atmosfera provoca un cambio biológico, físico y químico en nuestro organismo, y gracias al estudio de la contaminación atmosférica podemos identificar y clasificar contaminantes primarios como el monóxido de carbono, y secundarios como las reacciones químicas que forman el ozono, o las interacciones entre los compuestos orgánicos volátiles. Así mismo, se establecen valores o criterios para la determinación de estos contaminantes en la atmósfera. Por otro lado, se resaltan las enfermedades respiratorias, y como surgen estas a partir de los contaminantes del aire, es de suma importante hablar de la salud desde los componentes de la educación ambiental, y más específicamente sus problemáticas ambientales.
Relación con el trabajo de grado	Se incluye en el trabajo de investigación la temática de contaminación atmosférica como problemática ambiental a fin de la educación ambiental y la química. La contaminación atmosférica trae a colación elementos interdisciplinares conceptuales y prácticos de la química, biología y la física.
Fecha de elaboración	20/08/2021

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 10. ATD “Asignatura de Educación Ambiental”

Análisis Textual del Discurso (ATD) “Asignatura de Educación Ambiental”
Destrucción del Texto
perspectiva compleja, la importancia de adelantar procesos de formación; profesores hacia el estudio del ambiente; la educación ambiental permite promover la simbiosis entre lo material y lo simbólico, lo biofísico y lo sociocultural; reconoce la multiplicidad de identidades, valores compartidos, éticas diversas y perspectivas pluriparadigmáticas; las cuales se construye de manera colectiva el conocimiento; la confluencia de posturas dialógicas resultado del diálogo de saberes; un constructo social mediado por elementos culturales y representaciones simbólicas que están ideológica y políticamente condicionadas y que ejercen un papel decisivo en los modos de interpretar la vida cotidiana, desarrollar valores y conocimientos a partir de la lectura y comprensión crítica del entorno, lo cual constituye la base para la construcción de un conocimiento más libre y democrático en diversos contextos sociales; la perspectiva compleja del ambiente; la educación ambiental, permite: a) la integración en las actividades; b) la investigación de problemas socio-ambientales, como el eje que articula la construcción del conocimiento; la construcción en la interacción; recurso didáctico para fortalecer diversos contextos de aprendizaje; la integración y diversificación de los recursos didácticos; recursos especialmente indicados para el tratamiento de problemas complejo; el concepto de ambiente ha sido ampliamente discutido, por lo que es posible encontrar diversas tendencias; la actuación del ser humano y su relación con el medio en que se desenvuelve; se trasciende de la visión tradicional del ambiente, es decir, no se centra en la dimensión biofísica ynatural; una visión sistémica en la que cobran importancia las interacciones físicas, biológicas, sociales y culturales; el discurso ambiental; análisis de los discursos oficiales, institucionales y de sectores no oficiales; la educación ambiental y la resolución de problemáticas ambientales; realidades ambientales y su abordaje desde una perspectiva crítica a través del empleo de estrategias metodológicas; construcción de conocimientos químicos para el estudio; la valoración de problemas socialmente relevantes; las decisiones relacionadas con el desarrollo científico y tecnológico; cuestiones socialmente vivas; sentido de responsabilidad, solidaridad y un sentimiento de justicia social; un estudio de la complejidad ambiental local y global; variables de tipo bio-físico-químico, social y cultural; propuestas de actuación, a través de materiales didácticos y estrategias metodológicas, que permitan comprender la importancia de la química en la resolución de problemas socioambientales; el reconocimiento del patrimonio natural y la diversidad cultural; formación ciudadana hacia la sustentabilidad en aspectos epistemológicos, axiológicos y ontológicos; educación ambiental crítica; la relación educación ambiental y educación científica; la educación ambiental y su enseñanza en el escenario educativo; una perspectiva interdisciplinar que aborde las realidades ambientales y contribuyaa la formación de una ciudadanía ambientalmente responsable; educación ambiental: recorrido histórico; configuraciones del discurso ambiental; políticas de la educación ambiental; normatividad y lineamientos de la Educación Ambiental; política nacional de educación ambiental.; lineamientos en ciencias naturales y educación ambiental; relaciones del ser humano con el ambiente; corrientes y tendencias en educación ambiental; ambiente como construcción sociocultural. culturaslocales y educación ambiental; crisis ambiental como crisis civilizatoria; representaciones sociales, concepciones e ideas; reconocimiento de problemáticas; justicia ambiental y justicia ecológica; ciudadanía ambiental; reconocimiento de territorios ambientales locales; propuestaseducativas ambientales en el contexto urbano; reconocimiento de problemáticas y propuestas alternativas; proyectos ambientales desde la interacción educación en química y educación ambiental; aporte de las ciencias de la tierra al desarrollo de proyectos en educación ambiental; proyectos educativos; interdisciplinares (bioquímica, fitoquímica, análisis fisicoquímico, antropología, nuevas narrativas, sociología del territorio, etc.); desarrollo de habilidades de pensamiento relacionadas con la observación, jerarquización, análisis, síntesis, evaluación, argumentación, toma de decisiones y planificación; recursos y materiales de enseñanza; potenciar diálogos con los profesores que contribuyan en caracterizar y superar dificultades presentadas durante todo el proceso; comprensión de los contenidos teóricos.

Articulación	Identificación de Categorías a priori	Frecuencia
las cuales se construye de manera colectiva el conocimiento; la construcción en la interacción; análisis de los discursos oficiales, institucionales y de sectores no oficiales; construcción de conocimientos químicos para el estudio; un estudio de la complejidad ambiental local y global; comprensión de los contenidos teóricos; que permitan comprender la importancia de la química en la resolución de problemas socioambientales; el reconocimiento del patrimonio natural y la diversidad cultural	Aprendizaje	7
la perspectiva compleja del ambiente; el concepto de ambiente ha sido ampliamente discutido, por lo que es posible encontrar diversas tendencias; la actuación del ser humano y su relación con el medio en que se desenvuelve; se trasciende de la visión tradicional del ambiente, es decir, no se centra en la dimensión biofísica ynatural; el discurso ambiental; ambiente como construcción sociocultural. culturaslocales y educación ambiental; justicia ambiental y justicia ecológica	Ambiente	5
perspectiva compleja, la importancia de adelantar procesos de formación; profesores hacia el estudio del ambiente; desarrollo de habilidades de pensamiento relacionadas con la observación, jerarquización, análisis, síntesis, evaluación, argumentación, toma de decisiones y planificación; recursos y materiales de enseñanza; potenciar diálogos con los profesores que contribuyan en caracterizar y superar dificultades presentadas durante todo el proceso	Enseñanza	4
reconoce la multiplicidad de identidades, valores compartidos, éticas diversas y perspectivas pluriparadigmáticas; las decisiones relacionadas con el desarrollo científico y tecnológico; variables de tipo bio-físico-químico, social y cultural; una perspectiva interdisciplinar que aborde las realidades ambientales y contribuyaa la formación de	Interdisciplinar	6

una ciudadanía ambientalmente responsable; interdisciplinares (bioquímica, fitoquímica, análisis fisicoquímico,antropología, nuevas narrativas, sociología del territorio, etc.; una visión sistémica en la que cobran importancia las interacciones físicas, biológicas, sociales y culturales		

Articulación	Identificación de Categorías Emergentes	Frecuencia
recurso didáctico para fortalecer diversos contextos de aprendizaje; la integración y diversificación de los recursos didácticos; recursos especialmente indicados para el tratamiento de problemas complejo; realidades ambientales y su abordaje desde una perspectiva crítica a través del empleo de estrategias metodológicas; realidades ambientales y su abordaje desde una perspectiva crítica a través del empleo de estrategias metodológicas; a través de materiales didácticos y estrategias metodológicas;	Recurso didáctico	6
la educación ambiental permite promover la simbiosis entre lo material y lo simbólico, lo biofísico y lo sociocultural; la confluencia de posturas dialógicas resultado del diálogo de saberes; la educación ambiental, permite: a) la integración en las actividades; b) la investigación de problemas socio-ambientales, como el eje que articula la construcción del conocimiento; la educación ambiental y la resolución de problemáticas ambientales; educación ambiental crítica; la relación educación ambiental y educación científica; la educación ambiental y su enseñanza en el escenario educativo; educación ambiental: recorrido histórico; configuraciones del discurso ambiental; políticas de la educación ambiental; normatividad y lineamientos de la Educación Ambiental; política nacional de educación ambiental.; lineamientos en ciencias naturales y educación ambiental; relaciones del ser humano con el ambiente; corrientes y tendencias en educación ambiental; crisis ambiental como crisis civilizatoria; reconocimiento de problemáticas, formación ciudadana hacia la sustentabilidad en aspectos epistemológicos, axiológicos y ontológicos	Educación Ambiental	12
propuestas de actuación; propuestaseducativas ambientales en el contexto urbano; reconocimiento de problemáticas y propuestas alternativas; proyectos ambientales desde la interacción educación en química y educación ambiental; aporte de las ciencias de la tierra al desarrollo de proyectos en educación ambiental; proyectos educativos	Proyectos	6
un constructo social mediado por elementos culturales y representaciones simbólicas que están ideológica y políticamente condicionadas y que ejercen un papel decisivo en los modos de interpretar la vida cotidiana, desarrollar valores y conocimientos a partir de la lectura y comprensión crítica del entorno, lo cual constituye la base para la construcción de un conocimiento más libre y democrático en diversos contextos sociales; la valoración de problemas socialmente relevantes; cuestiones socialmente vivas; sentido de responsabilidad, solidaridad y un sentimiento de justicia social; representaciones sociales, concepciones e ideas; ciudadanía ambiental; reconocimiento de territorios ambientales locales	Cuestiones Socialmente Vivas	7

Anexo 11. ATD “Asignatura de Teorías Químicas III”

Análisis Textual del Discurso (ATD) “Asignatura de Teorías Químicas III”
Destrucción del Texto
construcción y comprensión de los conceptos químicos básicos que un licenciado de química debe tener; acercamiento al objeto general de estudio de la química; el proceso de aprendizaje, abordando fenómenos cinéticos y termodinámicos, que expliquen la transformación de la materia; los estudiantes han iniciado el desarrollo de algunas competencias básicas como la interpretación de textos; reconocimiento de algunos códigos básicos del lenguaje químico y se han enfrentado a solucionar problemas; su acercamiento al objeto general de estudio de la química y a su enseñanza; construcción del conocimiento sea en forma significativa con un alto grado de exigencia entorno a los núcleos problemáticos planteados en este espacio académico; la fenomenología de las sustancias y de sus transformaciones; comprensión de las reacciones químicas se hace necesaria estudiarlas desde el modelo termodinámico y cinético; comprensión de los fundamentos de la cinética química; el equilibrio químico y latermodinámica a través del trabajo colaborativo en el laboratorio; Relacionar y jerarquizar los conceptos, procedimientos y resultados de laboratorio, en función delestudio del comportamiento de las sustancias en ciertas condiciones termodinámicas y cinéticas; discusiones en relación con los avances en torno a la cinética química, elequilibrio químico y la termodinámica; analizar textos científicos que permitan articular los principios termodinámicos en lacomprensión del comportamiento de diversos sistemas; recursos bibliográficos disponibles para la búsqueda de información especializada; construcción de modelos para comprender la cinética de las reacciones químicas; Resolver problemas de lápiz y papel sobre la cinética química, el equilibrio químico y la termodinámica; la medición de magnitudes propias de los análisis termodinámicosy cinéticos de las reacciones químicas; representaciones gráficas del comportamiento de unsistema termodinámico o cinético; información a partir de hipótesis sobre el comportamiento de los sistemas termodinámicos; información disponible de un sistema termodinámico o cinético; Elaborar argumentos en relación con los fenómenos químicos estudiados desde la cinética química; Delimitar problemas con base en la información disponible y plantear preguntas problema sobre la cinética química; Construir generalizaciones a partir de observaciones, tales como el progreso de una reacción y los parámetros fisicoquímicos; Analizar situaciones problema relacionadas con el estudio de la cinética de las reacciones; Diseñar y realizar procedimientos experimentales; Cómo sedetermina matemáticamente la velocidad de una reacción química; la relación matemática entrela temperatura absoluta de un sistema y la constante específica de velocidad de una reacción cinética; explicar cómo las reacciones químicas alcanzan el equilibrio químico; interpretarse las leyes de la termodinámica para las transformaciones químicas; aspectos teóricos deben tenerseen cuenta para justificar la clasificación de las reacciones; la energía libre de Gibbs, la entalpía y la entropía de una reacción química; desarrollo de las competencias relacionadas con operaciones cognitivas del orden dela observación detallada e intencionada, análisis, argumentación, planificación y síntesis; Elaboración de escritos tales como: escritos e informes de laboratorio, en los cuales el estudianteplasme su apropiación conceptual y metodológica de las temáticas trabajadas; Resolución de ejercicios y situaciones de estudio frente al conocimiento de los fundamentos teóricos; Determinación del efecto de diferentes factores sobre la cinética de las reacciones químicas; Determinación de las condiciones de equilibrio de una reacción química; Determinación de las variables termodinámicas de una reacción química; aspectos que expresan las apropiaciones conceptuales y metodológicas de las temáticas; intervenciones orales que dan cuenta de su conocimiento de los presupuestos teóricos yexperimentales de las reacciones químicas; Resolución de problemáticas y ejercicios que buscan el fortalecimiento de procesos cognitivosdel estudiante en el campo de la química; explicaciones por parte de los estudiantes frente a las reacciones químicas ydiseño de actividades experimentales; realizar retroalimentaciones correspondientes a cada uno de los procesos de los estudiantes, lo cual debe ser un ejercicio permanente tanto de estudiantes como del profesor

Articulación	Identificación de Categorías a priori	Frecuencia
construcción y comprensión de los conceptos químicos básicos que un licenciado de química debe tener; acercamiento al objeto general de estudio de la química; el proceso de aprendizaje, abordando fenómenos cinéticos y termodinámicos, que expliquen la transformación de la materia; reconocimiento de algunos códigos básicos del lenguaje químico y se han enfrentado a solucionar problemas; construcción del conocimiento sea en forma significativa con un alto grado de exigencia entorno a los núcleos problemáticos planteados en este espacio académico; Resolución de ejercicios y situaciones de estudio frente al conocimiento de los fundamentos teóricos; aspectos que expresan las apropiaciones conceptuales y metodológicas de las temáticas; Resolución de problemáticas y ejercicios que buscan el fortalecimiento de procesos cognitivos del estudiante en el campo de la química; Elaboración de escritos tales como: escritos e informes de laboratorio, en los cuales el estudianteplasme su apropiación conceptual y metodológica de las temáticas trabajadas	Aprendizaje	9
No hay rastreo evidente	Ambiente	0
los estudiantes han iniciado el desarrollo de algunas competencias básicas como la interpretación de textos; su acercamiento al objeto general de estudio de la química y a su enseñanza; analizar textos científicos que permitan articular los principios termodinámicos en lacomprensión del comportamiento de diversos sistemas; Diseñar y realizar procedimientos experimentales; desarrollo de las competencias relacionadas con operaciones cognitivas del orden dela observación detallada e intencionada,	Enseñanza	5

análisis, argumentación, planificación y síntesis; realizar retroalimentaciones correspondientes a cada uno de los procesos de los estudiantes, lo cual debe ser un ejercicio permanente tanto de estudiantes como del profesor		
Construir generalizaciones a partir de observaciones, tales como el progreso de una reacción y los parámetros fisicoquímicos; Cómo sedetermina matemáticamente la velocidad de una reacción química; la relación matemática entrela temperatura absoluta de un sistema y la constante específica de velocidad de una reacción cinética	Interdisciplinar	3

Articulación	Identificación de Categorías Emergentes	Frecuencia
la fenomenología de las sustancias y de sus transformaciones; comprensión de las reacciones químicas se hace necesaria estudiarlas desde el modelo termodinámico y cinético; construcción de modelos para comprender la cinética de las reacciones químicas; Analizar situaciones problema relacionadas con el estudio de la cinética de las reacciones; explicar cómo las reacciones químicas alcanzan el equilibrio químico; aspectos teóricos deben tenerseen cuenta para justificar la clasificación de las reacciones; la energía libre de Gibbs, la entalpía y la entropía de una reacción química; Determinación del efecto de diferentes factores sobre la cinética de las reacciones químicas; Determinación de las condiciones de equilibrio de una reacción química; Determinación de las variables termodinámicas de una reacción química; intervenciones orales que dan cuenta de su conocimiento de los presupuestos teóricos yexperimentales de las reacciones químicas; explicaciones por parte de los estudiantes frente a las reacciones químicas ydiseño de actividades experimentales	Reacciones Químicas	11
el equilibrio químico y latermodinámica a través del trabajo colaborativo en el laboratorio; Relacionar y jerarquizar los conceptos, procedimientos y resultados de laboratorio, en función delestudio del comportamiento de las sustancias en ciertas condiciones termodinámicas y cinéticas; la medición de magnitudes propias de los análisis termodinámicosy cinéticos de las reacciones químicas; representaciones gráficas del comportamiento de unsistema termodinámico o cinético; información a partir de hipótesis sobre el comportamiento de los sistemas termodinámicos; información disponible de un sistema termodinámico o cinético; interpretarse las leyes de la termodinámica para las transformaciones químicas	Termodinámica	7
comprensión de los fundamentos de la cinética química; discusiones en relación con los avances en torno a la cinética química, elequilibrio químico y la termodinámica; Resolver problemas de lápiz y papel sobre la cinética química, el equilibrio químico y la termodinámica; Elaborar argumentos en relación con los fenómenos químicos estudiados desde la cinética química; Delimitar problemas con base en la información disponible y plantear preguntas problema sobre la cinética química	Cinética Química	5
recursos bibliográficos disponibles para la búsqueda de información especializada	Recurso	1

Anexo 12. ATD “Asignatura de Estructura y transformaciones de la materia II”

Análisis Textual del Discurso (ATD) “Asignatura de Estructura y transformaciones de la materia II”
Destrucción del Texto
construcción de explicaciones fenomenológicas; Diversidad de objetos materiales y sustancias; cambios en la naturaleza, como los ciclos; estudio sistemático de fenómenos; perspectivas biológica, química y física; conceptos clasificatorios permiten ubicar un objeto; conceptos comparativos; conceptos cuantitativos; desarrollo de las diferentes ciencias; cada uno juega un rol importante en la construcción de explicaciones; explicaciones de carácter cualitativo y las de carácter cuantitativo; estudio de la estructura y transformaciones de la materia y/o sustancias; análisis de macrosucesos y macroprocesos; conceptos más complejos como átomo o molécula; Construir explicaciones fenomenológicas de eventos y procesos que permiten dilucidar la gran diversidad deobjetos materiales y sustancias; existencia de ciclos naturales, esenciales para apreciar la Tierra; perspectivas química y física, en función del desempeño profesoral; gran diversidad de materiales y sustancias presentes en la naturaleza; análisis macroscópico y microscópico de los fenómenos eléctricos y magnéticos; cambio de la materia asociado a la energía; consecuencias ambientales y las posibles acciones educativas; formalización matemática del movimiento de los planetas; estudio de fenómenos eléctricos y magnéticos; comprender el ciclo del nitrógeno; analizar algunas problemáticas ambientales; la formalización del conocimiento del universo; el campo de las ciencias de la naturaleza y el ambiente; actividades humanas han llevado a organizar los materiales y sustancias; analizar fenómenos eléctricos; analizar fenómenos magnéticos; analizar fenómenos como corriente eléctrica, transformación de la energía, la energíaradiante; la naturaleza ponen en evidencia que hay patrones de cambios; ciclo de la vida y el ciclo del agua; estudio sistemático de la naturaleza; pensar lo ambiental de forma sistémica y compleja; Ciclos biogeofísicoquímicos; planteamiento de hipótesis; analizar y concluir los fenómenos observados; dar posibles soluciones a las problemáticas planteadas; construir conocimiento escolar; análisis de experimentos, construcción de modelos, análisis desimulaciones por computador; la formalización de los fenómenos abordados; presentacionesmagistrales del tema; la enseñanza de los contenidos en ciencias; espacios de crecimiento humanoy social; compromiso con la construcción de la Nación; desarrollo de competencias, actitudes, aptitudes, conocimientos, habilidades y destrezas del estudiante; licenciado en formación es responsable en primera persona de su formativo; los propósitos formativos declarados; la motivación frente a su proyecto de vidacomo maestro/educador en el campo de la educación en ciencias; educación ambiental; estudiante haga una valoración justa y oportuna de sus compromisosy esfuerzos; el componente de procesos químicos como el de procesos físicos; al material audiovisual; comunicación continua con el docente titular y el grupo de compañeros; registro de las intervenciones; El uso de las Tics permite hacer del conocimiento un constructo social; aspecto esencial de la actividad científica; Comportamiento magnético: conceptos de magnetización y magnetismo; reactividad de las sustancias y estudio de sus cambios químicos; los ciclos que se presentan en la naturaleza; acceso remoto o sesiones sincrónicas

Articulación	**Identificación de Categorías a priori**	**Frecuencia**
estudio sistemático de fenómenos; conceptos clasificatorios permiten ubicar un objeto; conceptos comparativos; conceptos cuantitativos; cada uno juega un rol importante en la construcción de explicaciones; estudio de la estructura y transformaciones de la materia y/o sustancias; análisis de macrosucesos y macroprocesos; estudio de fenómenos eléctricos y magnéticos; construir conocimiento escolar.	Aprendizaje	9
existencia de ciclos naturales, esenciales para apreciar la Tierra; consecuencias ambientales y las posibles acciones educativas; comprender el ciclo del nitrógeno; analizar algunas problemáticas ambientales; actividades humanas han llevado a organizar los materiales y sustancias; pensar lo ambiental de forma sistémica y compleja; educación ambiental.	Ambiente	7
explicaciones de carácter cualitativo y las de carácter cuantitativo; enseñanza de conceptos más complejos como átomo o molécula; formalización matemática del movimiento de los planetas; la formalización del conocimiento del universo; planteamiento de hipótesis; dar posibles soluciones a las problemáticas planteadas; la enseñanza de los contenidos en ciencias; los propósitos formativos declarados; los propósitos formativos declarados; presentacionesmagistrales del tema;	Enseñanza	10
perspectivas biológica, química y física; desarrollo de las diferentes ciencias; perspectivas química y física, en función del desempeño profesoral; el componente de procesos químicos como el de procesos físicos.	Interdisciplinar	4

Articulación	Identificación de Categorías Emergentes	Frecuencia
construcción de explicaciones fenomenológicas; Diversidad de objetos materiales y sustancias; construir explicaciones fenomenológicas de eventos y procesos que permiten dilucidar la gran diversidad deobjetos materiales y sustancias; análisis macroscópico y microscópico de los fenómenos eléctricos y magnéticos; cambio de la materia asociado a la energía; analizar fenómenos eléctricos; analizar fenómenos magnéticos; analizar fenómenos como corriente eléctrica, transformación de la energía, la energíaradiante; la naturaleza ponen en evidencia que hay patrones de cambios; analizar y concluir los fenómenos observados; Comportamiento magnético: conceptos de magnetización y magnetismo; reactividad de las sustancias y estudio de sus cambios químicos.	Fenomenología	11
estudiante haga una valoración justa y oportuna de sus compromisosy esfuerzos; la motivación frente a su proyecto de vidacomo maestro/educador en el campo de la educación en ciencias; competencias, actitudes, aptitudes, conocimientos, habilidades y destrezas del estudiante; espacios de crecimiento humanoy social; compromiso con la construcción de la Nación; desarrollo de licenciado en formación es responsable en primera persona de su formativo;	Formación profesoral	5
los ciclos que se presentan en la naturaleza; Ciclos biogeofísicoquímicos; ciclo de la vida y el ciclo del agua; estudio sistemático de la naturaleza; el campo de las ciencias de la naturaleza y el ambiente; gran diversidad de materiales y sustancias presentes en la naturaleza; cambios en la naturaleza, como los ciclos	Naturaleza	7
análisis de experimentos, construcción de modelos, análisis desimulaciones por computador; al material audiovisual; comunicación continua con el docente titular y el grupo de compañeros; registro de las intervenciones; El uso de las Tics permite hacer del conocimiento un constructo social; aspecto esencial de la actividad científica; acceso remoto o sesiones sincrónicas	Tecnología	7

Anexo 13. ATD “Asignatura de Sistemas Complejos”

Análisis Textual del Discurso (ATD) “Asignatura de Sistemas Complejos”
Destrucción del Texto
estudio de los sistemas físicos, químicos y biológicos; visión compleja, sistémica y caótica; formación científica del futuro licenciado; cambio representacional; interpretaciones y una construcción de modelos de manera dinámica y diversa; visión amplia e integral del mundo, la viday lo vivo; la introducción de las nociones de complejidad; teoría de los sistemas complejos y la modelización; el estudio de los sistemas complejos caracterizados por su comportamiento fluctuante; gran cantidad de elementos relativamente idénticos en su interacción y la dificultad de predecir su evolución; la dinámica de la naturaleza; los fenómenos que se observan a diario; gran diversidad y abundancia; identificar conductas dinámicas generales, no importa su naturaleza (física, química, biológica o social); los procesos colectivos emergentes; los aspectos teóricos, su análisis y la apertura de espacios de discusión alrededor de diferentes temas y situaciones problema en el ámbito científico, ambiental y social; reflexionen y dialoguen sobre la búsqueda de nuevos esquemas interpretativosen la ciencia; una mirada integral, inter y transdisciplinaria; permita comprender y abordar problemas complejos de la naturaleza y sus relaciones; mirada crítica y propositiva; Promover la transformación de un pensamiento lineal y fragmentado hacia un pensamiento articulador, creativo, constructivo; la complejidad de los fenómenos naturales y sociales; análisis amplio de su comportamiento, sus fenómenos emergentesy colectivos; herramientas conceptuales para su comprensión y modelización desde diversos ámbitos; construye conocimiento acerca de la naturaleza y el ambiente desde un enfoque de la complejidad; visión sistémica y caótica; las principales características de los sistemas complejos; comportamiento colectivo de los sistemas descentralizados, autoorganizados, naturales o artificiales, inspirados por la naturaleza; modelación de los sistemas complejos desde diferentes niveles y disciplinas; entender e interpretar la naturaleza de ciertos procesos no-lineales; la física, química, biología, ciencias sociales, medicina, economía, astronomía, entre otras; Complejidad y sistemas complejos, un acercamiento multidimensional; sistema complejopor excelencia; Fenómenos o comportamiento emergente; Modelización de sistemas biológicos, químicos y físicos mediante redes complejas; Presentaciones teóricas expositivas de los conceptos propios de los ejes temáticos, haciendo uso de metodología expositiva con lecciones magistrales participativas y medios audiovisuales; la evaluación y retroalimentación de los tópicos abordados; se propone la apertura de espacios de diálogo alrededor se situaciones problemáticas; la reflexión,facilitándole el descubrimiento de las relaciones entre diversos conceptos y formando una mentalidad crítica; argumentar susposturas a partir de la aplicación de los conocimientos adquiridos; desarrollo de las habilidades conceptuales, actitudinales y procedimentales; sujeto crítico y propositivo; Trabajo colaborativo; modalidad organizativa de los procesos de enseñanza y aprendizaje; se proponencasos y situaciones de análisis para el diálogo grupal; actividades basadas en la indagación; forma individual se profundiza en aspectos y temáticas concretas del curso; determinados conocimientos y procedimientos; la capacidad para autorregular su aprendizaje, planificándolo,diseñándolo, evaluándolo y adecuándolo a sus especiales condiciones e intereses; desarrollo de procesos de modelamiento de sistemas aplicado a fenómenos naturales; explicaciones basadas en lógica matemática y algorítmica; predecir, realizar hipótesis y desarrollar corroboraciones experimentales; Un proceso integral, formativo y permanente; construir espacios de crecimiento humano y social; desarrollo de los contenidos y valores del conocimiento; la evaluación de los aprendizajes, lo cual permite valorar el desarrollo de competencias, actitudes, aptitudes, conocimientos, habilidades y destrezas del estudiante; saber: química, biología y física; La dinámica evaluativa es procesual

Articulación	Identificación de Categorías a priori	Frecuencia
el estudio de los sistemas complejos caracterizados por su comportamiento fluctuante; permita comprender y abordar problemas complejos de la naturaleza y sus relaciones; análisis amplio de su comportamiento, sus fenómenos emergentesy colectivos; herramientas conceptuales para su comprensión y modelización desde diversos ámbitos; entender e interpretar la naturaleza de ciertos procesos no-lineales;	Aprendizaje	5
visión amplia e integral del mundo, la viday lo vivo; gran cantidad de elementos relativamente idénticos en su interacción y la dificultad de predecir su evolución; la dinámica de la naturaleza; construye conocimiento acerca de la naturaleza y el ambiente desde un enfoque de la complejidad; se propone la apertura de espacios de diálogo alrededor se situaciones problemáticas; desarrollo de procesos de modelamiento de sistemas aplicado a fenómenos naturales; los aspectos teóricos, su análisis y la apertura de espacios de discusión alrededor de diferentes temas y situaciones problema en el ámbito científico, ambiental y social; cambio representacional; gran diversidad y abundancia	Ambiente	9
reflexionen y dialoguen sobre la búsqueda de nuevos esquemas interpretativosen la ciencia; modalidad organizativa de los procesos de enseñanza y aprendizaje; explicaciones basadas en lógica matemática y algorítmica; formación científica del futuro licenciado	Enseñanza	4
estudio de los sistemas físicos, químicos y biológicos; identificar conductas dinámicas generales, no importa su naturaleza (física, química, biológica o social; una mirada integral, inter y transdisciplinaria; la física, química, biología, ciencias sociales, medicina, economía, astronomía, entre otras; Modelización de sistemas biológicos, químicos y físicos mediante redes complejas; Complejidad y sistemas complejos, un acercamiento multidimensional; construir espacios de crecimiento humano y social;	Interdisciplinar	6

Articulación	Identificación de Categorías Emergentes	Frecuencia
visión compleja, sistémica y caótica; la introducción de las nociones de complejidad; teoría de los sistemas complejos y la modelización; visión sistémica y caótica; las principales características de los sistemas complejos; comportamiento colectivo de los sistemas descentralizados, autoorganizados, naturales o artificiales, inspirados por la naturaleza; modelación de los sistemas complejos desde diferentes niveles y disciplinas; sistema complejopor excelencia;	Complejidad	8
interpretaciones y una construcción de modelos de manera dinámica y diversa; los fenómenos que se observan a diario; Promover la transformación de un pensamiento lineal y fragmentado hacia un pensamiento articulador, creativo, constructivo; la complejidad de los fenómenos naturales y sociales; Fenómenos o comportamiento emergente; desarrollo de las habilidades conceptuales, actitudinales y procedimentales; determinados conocimientos y procedimientos; predecir, realizar hipótesis y desarrollar corroboraciones experimentales; desarrollo de los contenidos y valores del conocimiento; lo cual permite valorar el desarrollo de competencias, actitudes, aptitudes, conocimientos, habilidades y destrezas del estudiante; argumentar susposturas a partir de la aplicación de los conocimientos adquiridos	Conocimiento	11
Presentaciones teóricas expositivas de los conceptos propios de los ejes temáticos, haciendo uso de metodología expositiva con lecciones magistrales participativas y medios audiovisuales; forma individual se profundiza en aspectos y temáticas concretas del curso; la capacidad para autorregular su aprendizaje, planificándolo, diseñándolo, evaluándolo y adecuándolo a sus especiales condiciones e intereses	Metodología	3
los procesos colectivos emergentes; mirada crítica y propositiva; la evaluación y retroalimentación de los tópicos abordados; la reflexión,facilitándole el descubrimiento de las relaciones entre diversos conceptos y formando una mentalidad crítica; sujeto crítico y propositivo; Trabajo colaborativo; se proponencasos y situaciones de análisis para el diálogo grupal; actividades basadas en la indagación; la evaluación de los aprendizajes; La dinámica evaluativa es procesual; Un proceso integral, formativo y permanente	Evaluación	9

Anexo 14. Formato Consentimiento Informado

CONSENTIMIENTO DE LA ENTREVISTA SEMIESTRUCTURADA[1]

Se le invita a leer detenidamente los datos del proyecto de investigación, datos del investigador, y el consentimiento informado realizado para la presente entrevista, y si está de acuerdo con su contenido exprese su aprobación firmando el documento.

Sección 1. Datos del proyecto de investigación

Título del proyecto	Enseñanza de la ecotoxicología a partir del enfoque interdisciplinar y el CDC entre química y educación ambiental
Resumen de la investigación	El trabajo de investigación tiene como objetivo el diseño de una secuencia didáctica para la enseñanza de la ecotoxicología. La investigación comienza con un análisis documental sobre las indagaciones relacionadas a las temáticas de ecotoxicología, educación ambiental, enseñanza de la ecotoxicología, y sus implicaciones en los factores medio ambientales. Por otro lado, se expone la triangulación existente entre las características y afines de la ecotoxicología con mirada interdisciplinar, el cambio químico como concepto estructurante de la química, y la contaminación atmosférica sujeta desde la educación ambiental. Así mismo, se presentan los nodos cognitivos interdisciplinares existentes entre la licenciatura en química y la licenciatura en ciencias naturales y educación ambiental, a partir del Análisis Textual del Discurso ATD de los syllabus académicos de las asignaturas Educación Ambiental, Teorías Química III, estructura y transformaciones de la materia II, y Sistemas Complejos. Para la articulación audaz del análisis, se tiene previsto la realización de una entrevista semiestructurada hacia los docentes a cargo de los espacios académicos de la LCNEA, con el fin de identificar, argumentar y determinar el CDC en el diseño curricular de estrategias didácticas desde la interdisciplinariedad. Finalmente, se evidencia un análisis cualitativo de los datos obtenidos, es así como, se presenta la secuencia didáctica diseñada, la cual suscita las categorías del CDC (conocimientos disciplinares, históricos y epistemológicos, psicopedagógicos, y contextuales), la ecotoxicología (científico, tecnológico y práctico), y la educación ambiental

[1] Tomado y adaptado del documento oficial de consentimiento informado de la Universidad Pedagógica Nacional del comité de Ética en la Investigación. El código del documento es FOR026INV

	(el ser, el otro y la comunidad). Se plantea una matriz de validación de la estrategia, que será diligenciada por tres pares académicos con experiencia y conocimiento sobre las temáticas del trabajo.
Descriptores claves del proyecto	Ecotoxicología, Conocimiento Didáctico del Contenido, Interdisciplinariedad, Estrategia Didáctica
Descripción de los posibles beneficios de participar en el estudio	La participación a la presente investigación permite el análisis y comprensión sobre su conocimiento didáctico del contenido en su área de enseñanza, así mismo, destacar los procesos interdisciplinares que lleva a cabo en su labor como docente. Por otro lado, su participación es beneficiosa para la sociedad investigativa interesada en los temas interdisciplinares entre química y educación ambiental.
Forma de socialización de los resultados de investigación	Los resultados del trabajo de investigación serán socializados de forma sistémica y estructurada en el documento final, que podrá ser descargado en el repositorio de trabajos de grado de la Universidad Pedagógica Nacional.
Explicite la forma en que mantendrá la reserva de la información	Es de señalar que los datos serán usados con fines meramente investigativos dentro del marco de la asignatura de trabajo de grado, de la licenciatura en química. Por otra parte, la divulgación de los datos obtenidos será en anonimato con relación a los nombres y apellidos expuestos en la presente entrevista semiestructurada.

Sección 2. Datos generales del investigador principal

Nombre(s) y Apellido(s)	
Número de identificación	
Celular	
Correo electrónico	
Dirección	

Sección 3. Consentimiento informado

Yo, _____, identificado con cédula de ciudadanía número _____, en representación como docente _____ de la Universidad Pedagógica Nacional

Declaro que:

1. He sido invitado a participar en la investigación y de manera voluntaria he decidido hacer parte de este estudio.

2. He sido informado sobre los temas en que se desarrollará el estudio, han sido resueltas todas mis inquietudes y entiendo que puedo dejar de participar en cualquier momento si así lo deseo.

3. Sobre esta investigación me asisten los derechos de acceso, rectificación y oposición que podré ejercer mediante solicitud ante el investigador responsable, en la dirección de contacto que figura en este documento.

4. Conozco el mecanismo mediante el cual los investigadores garantizan la custodia y confidencialidad de mis datos.

5. La información obtenida de mi participación será parte del estudio y mi anonimato se garantizará. Sin embargo, si así lo deseo, autorizaré de manera escrita que la información personal o institucional se mencione en el estudio.

6. Autorizo a los investigadores para que divulguen la información y las grabaciones de audio, video o imágenes que se generen en el marco del proyecto y que no comprometan lo enunciado en el punto 4D.

En constancia, manifiesto que he leído y entendido el presente documento.

Firma del participante

Nombre:
Identificación:
Fecha:
Con dominio en la ciudad de:
Correo electrónico:

Nota: El formato de consentimiento informado se instaura teniendo en cuenta el marco de la Constitución Política Nacional de Colombia, la Ley Estatutaria 1581 de 2012 "Por la cual se dictan disposiciones generales para la protección de datos personales" y la Resolución 1642 del 18 de diciembre de 2018 "Por la cual se derogan las Resoluciones Nº0546 de 2015 y N.º 1804 de 2016, y se reglamenta el Comité de Ética en Investigación de la Universidad Pedagógica Nacional y demás normatividad aplicable vigente.

Anexo 15. Formato De Entrevista Semiestructurada

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL **FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA** **DEPARTAMENTO DE QUÍMICA** **LICENCIATURA EN QUÍMICA**	
TRABAJO DE GRADO: Enseñanza de la ecotoxicología a partir del enfoque interdisciplinar y el CDC entre química y educación ambiental	
TIPO DE ENTREVISTA	Entrevista Semiestructurada
LUGAR	Microsoft Teams
FECHA	Por definir
TIEMPO ESTIMADO	60 minutos
OBJETIVO	
La presente entrevista semiestructurada tiene como objetivo identificar el conocimiento didáctico del contenido (CDC) sobre la temática ecotoxicología y su relación interdisciplinar con la química y la educación ambiental, siendo participes de la entrevista los docentes a cargo de los espacios *Estructura y Transformaciones de la materia II*, y *Sistemas complejos*, de la licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental, de la Universidad Pedagógica Nacional. Por otra parte, la entrevista semiestructurada hace parte de la fase 3 de Identificación, y se implementa como técnica de obtención de información para la investigación cualitativa con enfoque hermenéutico, fenomenológico e interpretativo, en el trabajo de grado titulado *"Enseñanza de la ecotoxicología a partir del enfoque interdisciplinar y el CDC entre química y educación ambiental".* Finalmente, la entrevista resalta los componentes del CDC, los cuales son: conocimientos disciplinares, históricos y epistemológicos, psicopedagógicos, y contextuales. Así mismo, se proponen dos contenidos de análisis, el primero situado en la química, y la segundo desde la educación ambiental, con el fin de resaltar la relación interdisciplinar con la ecotoxicología.	

FICHA DEL ENTREVISTADOR	
Nombre y Apellido	Julián Felipe Lozada
Cargo	Estudiante
Grupo de Investigación	Alternaciencias

FICHA DEL ENTREVISTADO	
Nombre y Apellido	
Ocupación	
Formación académica	
Temáticas de interés relacionadas con su experiencia	

PREGUNTAS DE LA ENTREVISTA SEMIESTRUCTURADA			
Contenido	**Componente[2]**	**Pregunta**	**Pregunta de la entrevista**
Química	CDC	P1	¿Cuáles son los contenidos conceptuales sobre el concepto estructurante cambio químico que se pueden abordar desde la ecotoxicología?
	CHE	P2	El siguiente párrafo fue obtenido del escrito “Silent Spring” de Rachel Carson en 1962: **Párrafo:** “El DDT (abreviatura de dicloro-difenil-tricloro-etano) fue sintetizado por primera vez por un químico alemán en 1874, pero sus propiedades como insecticida no se descubrieron hasta 1939. Casi de inmediato, el DDT fue aclamado como un medio para acabar con las enfermedades transmitidas por insectos y ganar la guerra de los agricultores contra los destructores de cultivos de la noche a la mañana. El descubridor, Paul Müller de Suiza, ganó el Premio Nobel. El DDT se usa ahora de manera tan universal que, en la mayoría de las mentes, el producto adquiere el aspecto inofensivo de lo familiar. Quizás, el mito de la inocuidad

[2] Componentes: CDC (Conocimiento Disciplinar del Contenido); CHE (Conocimiento Histórico-Epistemológico); CPP (Conocimiento Psicopedagógico); CCE (Conocimiento del Contexto Escolar)

			del DDT se basa en el hecho de que uno de sus primeros usos fue el desempolvado durante la guerra de muchos miles de soldados, refugiados y prisioneros, para combatir los piojos.” Según el párrafo anteriormente leído ¿Por qué el escrito “Silent Spring” de Rachel Carson potenciaría el análisis histórico-epistemológico en la enseñanza de la química y la ecotoxicología?
	CPP	P3	¿Cómo docente, que le interesaría que sus estudiantes aprendan sobre el concepto cambio químico relacionado con la ecotoxicología?
	CCE	P4	¿Cómo debemos fomentar lo interdisciplinar en el saber químico desde la formación de licenciados en química, y licenciados en ciencias naturales y educación ambiental en la UPN?
Educación Ambiental	CDC	P5	¿Cuál es la relación interdisciplinar entre la educación ambiental con el tema de contaminación atmosférica?
	CHE	P6	¿Qué evento histórico podría proporcionar una explicación de la relación del enfoque interdisciplinar en la educación ambiental?
	CPP	P7	¿Cuáles son las estrategias didácticas que se usan comúnmente para la enseñanza de la educación ambiental?

	CCE	P8	¿Cuáles criterios sociales y educativos se deben tener en cuenta para seleccionar los contenidos de enseñanza de la ecotoxicología?

Estructura de la entrevista semiestructurada

1. Saludo en voz alta.
2. Solicitud de inicio de la grabación de la entrevista en la plataforma.
3. Lectura en voz alta del consentimiento informado y solicitud de diligenciamiento de este.
4. Lectura del objetivo de la entrevista.
5. Solicitud y diligenciamiento de la información de la ficha del entrevistado.
6. Inicio de las preguntas de la entrevista semiestructurada.
7. Despedida hacia el entrevistado y finalización de la grabación.

Realizado por: Julián Felipe Lozada Rincón

Estudiante Licenciatura en Química – UPN

Fecha de elaboración: 27/08/2021

Anexo 16. Formato De Validación de la Entrevista

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

DEPARTAMENTO DE QUÍMICA

LICENCIATURA EN QUÍMICA

VALIDACIÓN DE LA ENTREVISTA SEMIESTRUCTURADA

Respetado profesor(a), me permito comunicarme con usted para expresar un agradable saludo, y así mismo, hacer de su conocimiento que siendo estudiante de décimo semestre del Programa de Licenciatura en Química de la Facultad de Ciencia y Tecnología, de la Universidad Pedagógica Nacional (UPN), le he seleccionado para evaluar el instrumento ***"Formato de Entrevista Semiestructurada"*** que hace parte del trabajo de grado titulado: ***Enseñanza de la ecotoxicología a partir del enfoque interdisciplinar y el CDC entre química y educación ambiental.*** Es de suma importancia la validación y aprobación por docentes especializados en el área del conocimiento y experticia investigativa en el tema, con el fin de la aplicación directa del instrumento mencionado. Agradezco su valiosa colaboración.

A continuación, podrá diligenciar su información básica, recuerde que los datos suministrados serán usados con fines investigativos.

INFORMACIÓN DEL EVALUADOR	
NOMBRES Y APELLIDOS	
FORMACIÓN ACADÉMICA	
ÁREAS DE CONOCIMIENTO	
FECHA DE LA EVALUACIÓN	

De acuerdo con los siguientes indicadores evalúe cada uno de criterios según corresponda. Por otro lado, podrá suministrar observaciones referentes a la evaluación de los criterios. Finalmente, seleccione la aprobación de validez que usted indicará para la entrevista semiestructurada.

CRITERIOS	INDICADOR	MARQUE CON UNA (X)	OBSERVACIONES
SUFICIENCIA	**No cumple con el criterio:** La entrevista no es suficiente para medir el objetivo de la investigación		
	Bajo Nivel: La entrevista mide algún aspecto del objetivo, pero no corresponde el objetivo en su totalidad		
	Moderado Nivel: Se deben incrementar algunos aspectos de la entrevista para poder evaluar el objetivo completamente		
	Alto Nivel: La entrevista es suficiente para cumplir el objetivo planteado		
CLARIDAD	**No cumple con el criterio:** La entrevista no es clara		
	Bajo Nivel: La entrevista requiere bastantes modificaciones o una modificación muy grande en el uso de las palabras de acuerdo con su significado, o por la organización del instrumento		
	Moderado Nivel: Se requiere una modificación muy específica de algunos términos o partes de la entrevista.		
	Alto Nivel: La entrevista es clara, tiene semántica y sintaxis adecuada a la investigación		
COHERENCIA	**No cumple con el criterio:** La entrevista no tiene relación lógica con el objetivo		
	Bajo Nivel: La entrevista tiene una relación tangencial con el objetivo		
	Moderado Nivel: La entrevista tiene una relación moderada con el objetivo que se está midiendo		
	Alto Nivel: La entrevista se encuentra completamente relacionada con el objetivo que se está midiendo		
RELEVANCIA	**No cumple con el criterio:** La entrevista puede ser eliminada sin que se vea afectado el objetivo de la investigación		
	Bajo Nivel: La entrevista tiene alguna relevancia, pero otro instrumento podría incluir lo que mediría esta		
	Moderado Nivel: La entrevista es relativamente importante		
	Alto Nivel: La entrevista es muy relevante y debe ser incluida		

VALIDEZ DE LA ENTREVISTA SEMIESTRUCTURADA	Aplicable		Aplicable atendiendo a las observaciones		No Aplicable	

Adaptado de Escobar y Cuervo (2008, p. 37)

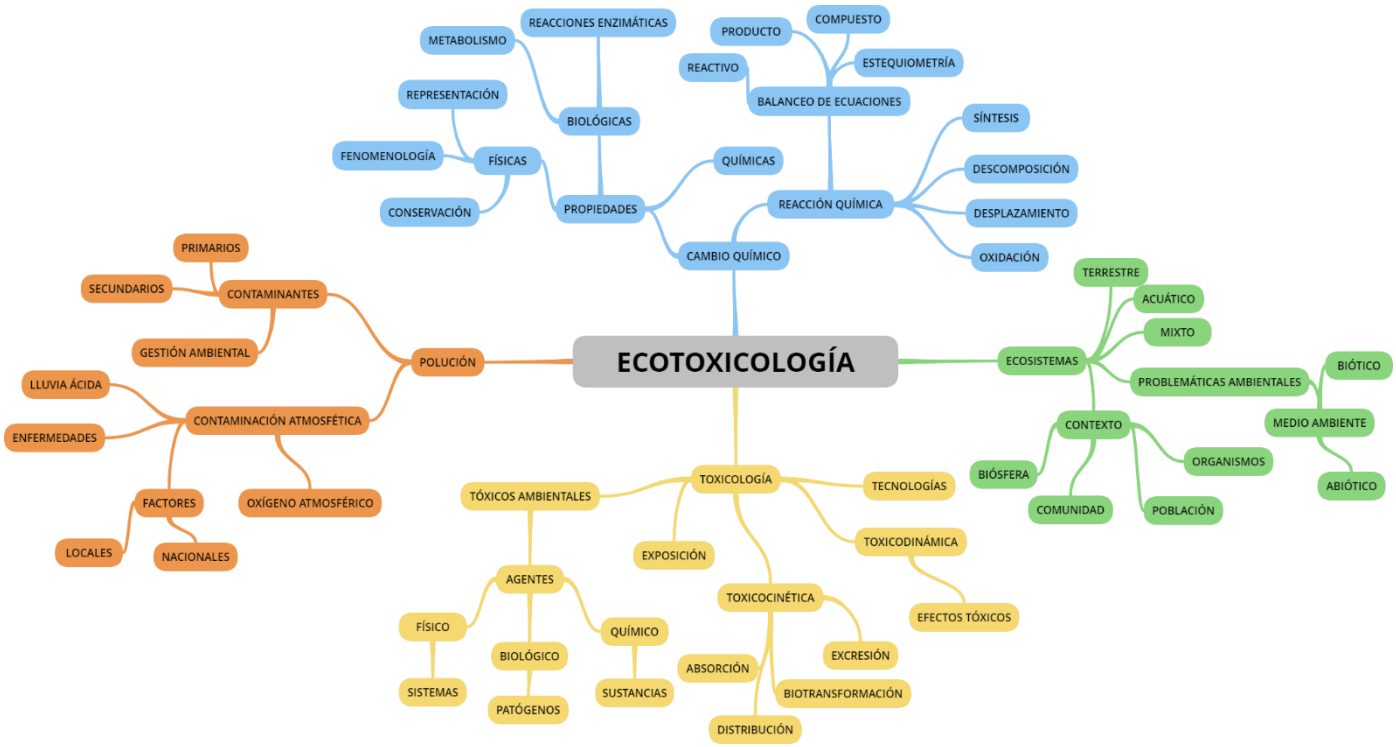
Anexo 17. Secuencia Didáctica para la Enseñanza de la Ecotoxicología

SECUENCIA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DE LA ECOTOXICOLOGÍA	
NIVEL DE IMPLEMENTACIÓN	Pregrado (PLQ y LCNEA)
ESPACIO ACADÉMICO	Teorías Químicas III, Educación Ambiental, Estructura y Transformaciones de la materia II, y Sistemas Complejos

PREGUNTA ORIENTADORA: ¿cómo la enseñanza de la ecotoxicología desde sus componentes científico, tecnológico, y práctico fomenta el aprendizaje interdisciplinar de la química y la educación ambiental mediante la integración de los contenidos de cambio químico y contaminación atmosférica?

COMPONENTE TEÓRICO-PRÁCTICO

Figura 1. Contenidos conceptuales y prácticos pertinentes de la Secuencia Didáctica



Fuente: elaboración propia.

COMPONENTE ACTITUDINAL

Figura 2. Contenidos actitudinales pertinentes en la Secuencia Didáctica

Fuente: elaboración propia.

ASPECTOS TEÓRICOS

La presente secuencia didáctica parte del modelo socio-constructivista, según Coll, Martín, Mauri, Miras, Onrubia, Solé y Zabala (2000), y Posner, Strike, Hewson, y Gertzog (1982); argumentado en las ideas de Ausubel, Novak y Hanesian (1989) acerca del aprendizaje significativo, reflexivo y duradero, al ser este integrador en el razonamiento de los estudiantes, sin descartar el uso de la memoria, si no, como redacta Sarmiento (2013) el uso de la memoria como habilidad cognoscitiva, y dejando a un lado la memoria sin sentido alguno. Esta perspectiva es útil para la estructuración de una secuencia didáctica con enfoque interdisciplinar en este siglo XIX, puesto que la sociedad presenta un déficit para adquirir conocimientos de conceptos científicos, tecnológicos y prácticos sobre el tema ecotoxicología. Finalmente, según Vygotsky, para quien el aprendizaje es un proceso de realización social y colectivo, el trabajo colaborativo estará presente en la respectiva secuencia.

Con respecto al proceso de evaluación, y de acuerdo con la metodología a seguir, es importante el seguimiento tanto de la evolución de las ideas de los estudiantes, comprobando un cambio conceptual, como la idoneidad de las actividades para que se consigan cumplir todos los productos relativos a la enseñanza de la ecotoxicología, con relación interdisciplinar en la química (cambio químico) y la educación ambiental (contaminación atmosférica). Por otro lado, según Fernández (2010) las estrategias didácticas mejoran la motivación de los estudiantes por la ciencia y los problemas medioambientales, aumentando la sensibilización, reflexión y la participación activa de los estos antes la solución audaz de las respectivas actividades estructuradas en las intervenciones.

RUTA POR SEGUIR

Figura 3. Ruta por seguir de la Secuencia didáctica

Fuente: elaboración propia.

ASPECTOS METODOLÓGICOS

El rol activo que ejercen los estudiantes cobra un papel protagonista con respecto a la aplicación de la metodología de intervención didáctica que será de carácter constructivista, según Driver (1994), en donde el docente aplique la posibilidad de planificar y diseñar una secuencia didáctica para la elaboración de modelos explicativos con respecto a la temática ecotoxicología, cambio químico y contaminación atmosférica, la implementación de actividades investigativas para la comprensión de la temática planteada será un ámbito fundamental, la cual se basa en una estructuración de las ideas y los modelos preconcebidos por los estudiantes, dando paso a una enseñanza basada en sus propias ideas, opiniones, reflexiones y criterios.

Las concepciones que poseen y fomentarán los estudiantes sobre las temáticas de la secuencia didáctica se valoran por medio de una evaluación inicial, dos evaluaciones aplicativas, y una evaluación final. Las preguntas de las actividades tienen un acercamiento al enfoque interdisciplinar de cómo y por qué ocurren una serie de cambios y experiencias químicas, por lo que las actividades planteadas poseen tener una amplia participación de los estudiantes, para un desarrollo integral (de carácter individual y grupal), para la formación de destrezas científicas, aplicativas y

prácticas propias de la ecotoxicología. A su vez, se tiene previsto la implementación los proceso integradores de la autoevaluación y coevaluación.
Por último, las actividades planteadas se pueden implementar de manera individual o grupal, y el docente cumplirá el papel de moderador de las explicaciones entorno a la temática, y como solucionador de inquietudes con respecto a problemáticas a la ejecución de las actividades. También, debe integrar los contenidos teóricos y dar un sentido a las ideas de los estudiantes hacia estos contenidos interdisciplinares.

MOMENTOS DE IMPLEMENTACIÓN	ACTIVIDADES			OBJETIVO	TIEMPO
	INICIO Estado de iniciación/exploración de la Secuencia Didáctica **Tema particular:** La Ecotoxicología **Contenidos** Cambio físico, químico y biológico Ecosistemas; Toxicología; Ecología; Toxicodinámica; Toxicocinética Reacciones Químicas; Formulas Química; Estequiometría	**Intervención 1**	• Implementación de la evaluación inicial mediante la plataforma Google Forms. (Se encuentra al final de la actividad 1)	Comprender la aportación científica de la ecotoxicología a partir de los elementos teóricos sobre el concepto cambio químico, físico y biológico, resaltando la participación del estudiante en las afectaciones del entorno.	20 minutos
			• Se da inicio por parte del docente, la explicación sobre el concepto ecotoxicología y sobre cambio químico, físico y biológico, y su relación con el estudio de los ecosistemas. Se puede apoyar con el siguiente vídeo: https://www.youtube.com/watch?v=yUNl64QGzII		15 minutos
			• Explicación de los tipos de ecosistemas (terrestre, acuático, y mixtos) para situar el estudio de la ecotoxicología desde un nivel microscópico a uno macroscópico, y viceversa.		15 minutos
			• Explicación sobre los tipos de reacciones químicas, y la ejemplificación por algunos fenómenos del medio ambiente. Se puede apoyar con el siguiente vídeo: https://www.youtube.com/watch?v=JoT_lEAddTw		30 minutos
			• Estrategia Didáctica 1. Elementos conceptuales sobre ecotoxicología.		1 hora y 30 minutos
			• Retroalimentación de la Actividad 1, resaltando elementos conceptuales sobre la ecotoxicología en el entorno de los estudiantes.		10 minutos
	DESARROLLO Estado de desarrollo/indagación de la Secuencia Didáctica **Tema particular:** Ecotoxicología y Tóxicos Atmosféricos **Contenidos** Cambio físico y químico; Reactivos y Productos; Fórmulas Químicas; Elementos, compuestos y Mezclas; Reacciones Enzimáticas Educación Ambiental; Toxicología Ambiental; Ecotoxicología	**Intervención 2**	• Explicación hacia los estudiantes sobre la diferencia entre Toxicología ambiental y Ecotoxicología.	Identificar las concepciones históricas y contextuales de los estudiantes mediante la exposición de ejemplos situados en los conceptos de ecotoxicología, cambio químico, y contaminación atmosférica.	30 minutos
			• Estrategia Didáctica 2. La ecotoxicología una ciencia contemporánea		1 hora y 50 minutos
			• Invitar a los estudiantes a pensar sobre un evento histórico donde se pueda hablar de ecotoxicología.		10 minutos
			• Implementación de la evaluación aplicativa 1 de la actividad 2.		30 minutos
		Intervención 3	• Introducción por parte del docente hacia los tipos de sustancias o agentes tóxicos presentes en el ambiente, ya sean físicas, biológicas, o químicas. Puede guiarse de la siguiente información: https://www.abc.com.py/edicion-impresa/suplementos/escolar/sustancias-y-agentes-toxicos-1420917.html		20 minutos
			• Se realiza la explicación sobre las reacciones químicas a nivel enzimático. Se argumenta sobre los sustratos, enzimas, sitio activo, reacción e inhibición.		20 minutos
			• Estrategia Didáctica 3. Identificación del cambio químico en mi entorno		1 hora y 50 minutos

	Revolución Industrial		• Implementación de la evaluación aplicativa 2 de la actividad 3.		20 minutos
			• Señalarle a los estudiantes que se debe realizar con antelación para el desarrollo de la actividad 4.		10 minutos
	CIERRE Estado de cierre/conclusión de la Secuencia Didáctica **Tema particular:** Oxidación y la atmósfera **Contenidos** Oxidación; El hierro; Reacciones químicas; Contaminación Atmosférica	**Intervención 4**	• Explicación del docente sobre la educación ambiental y su relación con las ciencias naturales (química, física y biología). Se puede abordar la explicación desde el contexto social, cultural, económico, político o educativo.	Fomentar el aprendizaje cooperativo en los estudiantes mediante la integración de una práctica de laboratorio relacionada con el cambio químico, el oxígeno atmosférico y la ecotoxicología.	30 minutos
			• Introducción a la reacción por oxidación resaltando aspecto claves en el impacto ambiental y atmosférico. Mostrar la siguiente práctica casera: https://www.youtube.com/watch?v=cPhqxTnT2PU		40 minutos
			• Estrategia Didáctica 4. Práctica de laboratorio: el hierro y el oxígeno atmosférico. (Práctica grupal)		1 hora y 20 minutos
			• Implementación de la evaluación final. (Se encuentra al final de la actividad 4)		20 minutos
			• Retroalimentación de los elementos científicos, tecnológicos, y prácticos de la ecotoxicología.		10 minutos

EVALUACIÓN

La evaluación es un proceso de enseñanza-aprendizaje que ayuda a formación del estudiante en el aula, esta evaluación debe ser de carácter formativa ya que este no evalúa el resultado sino el proceso que se siguió para llegar a la meta establecida. Con la evaluación, según Lucas (2010) se contrasta la validez de los componentes en el proceso de aprendizaje y enseñanza de la temática central de la secuencia.

Para que la evaluación inicial, aplicativa y final sean eficaces es necesario que mantenga un carácter integral, es decir que abarque todos los ámbitos de la actuación educativa; debe ser estructurante y esto ha permitido ir ajustando las actuaciones del proceso para el desarrollo del estudiante y también debe ser una evaluación progresiva donde se tiene en cuenta el crecimiento del estudiante en todo el proceso buscando nuevas maneras de toma de decisiones para el fortalecimiento de su aprendizaje.

Algunos de los efectos que tiene esta evaluación nombrados por Gagné (1977) son:

- Incentiva las estrategias de aprendizaje y enseñanza.
- Ofrece oportunidades de practicar habilidades de los estudiantes.
- Ayuda a los estudiantes a controlar su progreso y desarrolla capacidades de autoevaluación.
- Da a conocer los resultados y el respectivo correctivo.
- Ayuda en la toma de decisiones, entre otras.

En lo que globaliza la secuencia didáctica, la secuenciación de intervenciones y la estructuración de actividades, en la Tabla 1, se muestran los aspectos evaluables y su ponderación.

Tabla 1. Aspectos evaluables

ASPECTO EVALUABLE	PORCENTAJE DE CALIFICACIÓN
Desarrollo de las Actividades	30%
Evaluación Inicial	10%
Promedio Actividades Aplicativas 1 y 2	30%
Evaluación Final	20%
Coevaluación	5%
Autoevaluación	5%

Nota. Para la evaluación aplicativa 1 y 2, y la final tener en cuenta los criterios de evaluación asignados. Fuente: elaboración propia.

Según Pastor et al. (2005) la coevaluación suele desarrollarse entre pares iguales, es decir entre estudiantes. Esta es una evaluación que denota el desarrollo de las actividades grupales con el fin de hacer una reflexión en torno a si se alcanzan los objetivos y de qué manera se llegan a estos.

Por esto se lleva a cabo en la intervención 4 este tipo evaluación entre estudiante-estudiantes, integrantes del mismo grupo de laboratorio. Para la asignación cuantitativa, se deben tener en cuenta las siguientes pautas que se estipularan por el docente: Respeta el resto de las opiniones, Tiene responsabilidad, Trabaja en equipo, Participa en la discusión de las conclusiones, Expone con claridad, Toma decisiones, y Maneja los instrumentos de laboratorio.

Así mismo, la autoevaluación según Pastor et al. (2005) se debe fomentar tanto en el docente como los estudiantes respecto al proceso que se desarrollan y construyen en la secuencia didáctica, cada uno debe ser responsable de definir si ha cumplido con los objetivos del proceso de enseñanza y aprendizaje, ser crítico y hacer una reflexión de sí mismo, para así mejorarla. Esta se retoma por medio de un formato de autoevaluación, realizado específicamente en la intervención 4.

Finalmente, según Casanova (1998) "la evaluación aplicada en la enseñanza y el aprendizaje consiste en un proceso sistemático de obtención de datos, incorporado al proceso educativo desde su comienzo, de manera que sea posible disponer de información continua y significativa para conocer la situación, y formar juicios de valor con respecto."

ANEXOS

Enlaces de videos: https://www.youtube.com/watch?v=yUNl64QGzII; https://www.youtube.com/watch?v=JoT_lEAddTw; https://www.abc.com.py/edicion-impresa/suplementos/escolar/sustancias-y-agentes-toxicos-1420917.html; https://www.youtube.com/watch?v=cPhqxTnT2PU

Estrategias Didácticas y respectivas evaluaciones

Formato de Autoevaluación (Dispuesto en la Evaluación Final)

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acuña, M. (2019). El vídeo educativo como recurso dinamizador del aprendizaje. *EvirtualPlus*. https://www.evirtualplus.com/video-educativo-como-recurso-aprendizaje/

Ausubel, D. P., Novak, J. D., y Hanesian, H. (1989). *Psicología Educativa.* Un punto de vista cognoscitivo. México, D.F.: Trillas.

Casanova, M. (1998). *La evaluación educativa.* Escuela Básica. México: SEP Biblioteca Normalista

Coll, C., Martín, E., Mauri, T., Miras, M., Onrubia, J., Solé, I., y Zabala, A. (2000). *El constructivismo en el aula.* Barcelona: Graó.

Driver, R. (1994). Constructing scientific knowledge in the classroom. *Educational Researcher*, 23, 5-12.

Gagne, R.M. (1977). *The Conditions of Learning.* Nueva York: Holt, Rinehart and

Gutiérrez, A. (2015). La muerte dulce o silenciosa. *Acércate a Gaia.* https://acercateagaia.com/2015/01/10/la-muerte-dulce-y-silenciosa/

Leyva, C. A. (2018). Evaluación de un artículo de blog mediante rúbrica. *Cuaderno 2.0.* https://cuaderno20.wixsite.com/aleyda-leyva/single-post/2018/01/03/evaluaci%C3%B3n-de-un-art%C3%ADculo-de-blog-mediante-r%C3%BAbrica

Lucas, C. G. (2010). *La evaluación, un proceso de cambio para el aprendizaje*. In Evaluación de los aprendizajes en el Espacio Europeo de Educación Superior. Marfil; Alicante: Universidad de Alicante Alcoy.

Negrón, H. O. (2015). Conceptos generales toxicología. [Diapositiva de PowerPoint]. Ministerio de Salud de Chile. http://biblioteca.esucomex.cl/RCA/Conceptos%20generales%20toxicolog%C3%ADa.pdf

Newman, M. (2015). *Fundamentals of Ecotoxicology: The Science of Pollution.* (Fourth Edition). Editorial CRC Press.

Pastor, V. M., Pascual, M. G., y Martín, J. J. (2005). La participación del alumnado en la evaluación: la autoevaluación, la coevaluación y la evaluación compartida. *Rev. Tándem Didáctica Educ. Fís,* 17, 21-37.

Pérez, L. F. (2017). *Fisiología vegetal. Parte II: Enzimas y Coenzimas, mecanismo de regulación y metabolismo.* Universidad Nacional de Ucayali. https://docplayer.es/80869696-Fisiologia-vegetal-parte-ii-enzimas-y-coenzimas-mecanismos-de-regulacion-metabolismo.html

Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W., y Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception: toward a theory of conceptual change. *Science Education, 66*(2), 211-227.

Sarmiento Díaz, M. I. (2013). *Cómo aprender a enseñar y cómo enseñar a aprender.* Bogotá D. C: Universidad Santo Tomás.

Traverso, S. J. (2017). *Mejora de diseño de una unidad didáctica sobre el estudio de las reacciones químicas.* [Trabajo de maestría]. Universidad de Cádiz.

ESTRATEGIA DIDÁCTICA 1	
ELEMENTOS CONCEPTUALES SOBRE ECOTOXICOLOGÍA	
Momento de Intervención	Iniciación/Exploración
Componente del CDC	Conocimiento Disciplinar del Contenido
Componente de la Ecotoxicología	Científico
Componente Químico	Cambio Químico
Componente de Educación Ambiental	Contaminación Atmosférica El ser

PREGUNTA ORIENTADORA

¿Cómo pueden los elementos científicos y teóricos de la ecotoxicología ayudarme a comprender las concepciones de los cambios químico que suceden a mi alrededor?

INTEGRACIÓN DE LOS COMPONENTES DE LA ACTIVIDAD

Figura 1. Componentes de la estrategia didáctica 1

Fuente: elaboración propia.

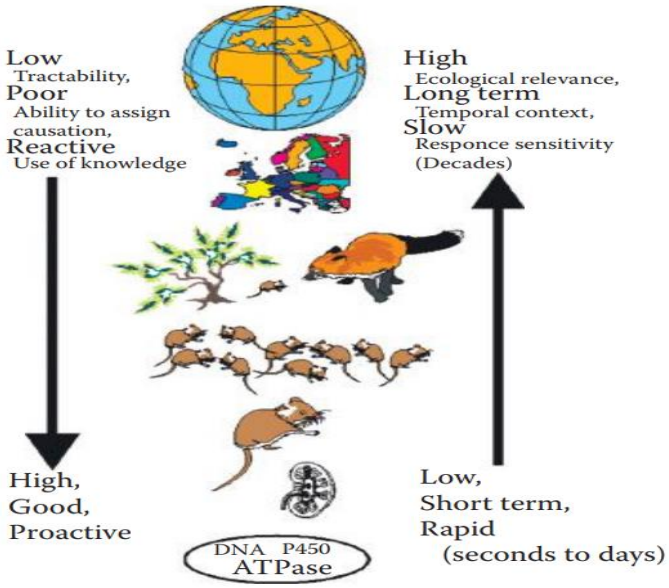
ACTIVIDAD

PARTE 1 Introducción a la Ecotoxicología (30 minutos)

Responder las siguientes preguntas en tu cuaderno:

1. ¿Qué es la toxicología?
2. ¿Qué es la ecología?
3. ¿Cuál sería una posible relación entre los tóxicos y la ecología?
4. ¿Por qué afectan los tóxicos al medio ambiente?
5. Algunos contaminantes primarios como los compuestos de azufre, y secundarios como el ozono afectan directamente la atmosfera ¿Con qué fenómenos físicos, químicos o biológicos puedes evidenciar estos contaminantes en tu cotidianidad?
6. Nombre 5 contaminantes primarios y 5 contaminantes secundarios. Escoja uno de los contaminantes y explique mediante un gráfico de líneas como llega afectar el ambiente.
7. A partir de la Figura 2, ¿Qué elementos ambientales puedes resaltar y cuál sería una posible relación de estos?

Figura 2. Organización de la Biósfera



Fuente: Tomado y adaptado de *Fundamentals of Ecotoxicology The Science of Pollution* (p. 25), por Newman, 2015, CRC Press.

Con la ayuda de fichas de colores, representar las fórmulas químicas de las siguientes sustancias:

- Peróxido de hidrógeno (H_2O_2)
- Agua (H_2O)
- Dióxido de Carbono (CO_2)
- Metano (CH_4)
- Dihidrógeno (H_2)
- Oxígeno (O_2)

Una vez representadas, responder ¿En qué momento de mi vida he estado en contacto con estas sustancias y en qué me ha afectado? ¿Está afectación es positiva o negativa?

PARTE 2 Los cambios, reacciones químicas y el ambiente (40 minutos)

Analiza la Figura 3 relacionada con la formación de la lluvia ácida en la atmósfera:

Figura 3. Pasos genéricos en la formación de la lluvia ácida

Nota. Adaptación propia del proceso de formación. Fuente: Imagen principal tomada de Ecología en tu vida (2016)

Responde críticamente: ¿Se comprende el proceso de formación de la lluvia ácida en la atmósfera? ¿Cómo la lluvia ácida te afecta a ti y al ambiente?
Por otro lado, realiza una herramienta metacognitiva (mapa mental) resaltando los elementos físicos, químicos, y biológicos presentes en la formación de la lluvia ácida. Ten en cuenta, los fenómenos a nivel microscópico y macroscópico.

Vamos a repasar algo sobre balanceo de ecuaciones y estequiometría: balancea las siguientes ecuaciones químicas, indicando el paso a paso, al igual que lo explicado por el docente:

- $CH_4 + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$
- $Al + O_2 \rightarrow Al_2O_3$
- $CO_2 + H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6 + O_2$
- $NO_2 + H_2O \rightarrow NO + HNO_3$
- $C_6H_{12}O_6 + O_2 \rightarrow H_2O + CO_2 + ATP$

Antes de continuar responde: ¿Cuáles de estas reacciones químicas están presentes en tu entorno y en qué forma?

Por último, la lluvia ácida se origina cuando los gases procedentes de emisiones de óxidos de nitrógeno (NO_X) y óxidos de azufre (SO_2), reaccionan con el vapor de agua atmosférico, formando ácidos corrosivos que afectan al ambiente que nos rodea. Dato curioso: Dichos gases emitidos proveniente de contaminantes como industrias, carros y erupciones volcánicas, por eso, debemos usar tapabocas en lugares muy contaminados, en jornadas de la mañana o pico y placa, cuando la congestión de carros es bastante, y cuando pasemos por un túnel.
La reacción química que se produce queda representada así:

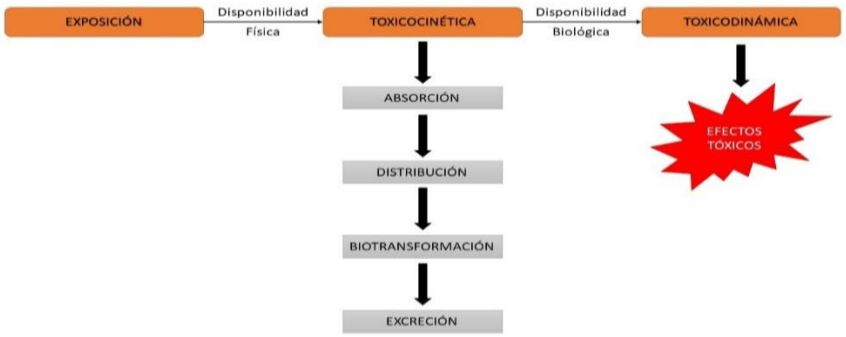
$$NO_{2(g)} + H_2O_{(l)} \rightarrow HNO_{3(aq)} + NO_{(g)}$$

a. Balancear la ecuación química, e indicar los reactivos y productos.
b. Teniendo en cuenta que a partir de 138 g de dióxido de nitrógeno (NO_2) y 18 g de agua (H_2O). se formarían 30 g de óxido de nitrógeno (NO), ¿Qué cantidad de ácido nítrico (HNO_3) se obtendría?

PARTE 3 Toxicodinámica y Toxicocinética (20 minutos)

Analiza e infiere sobre los conceptos presentados en la Figura 4:

Figura 4. Proceso de formación de un efecto tóxico

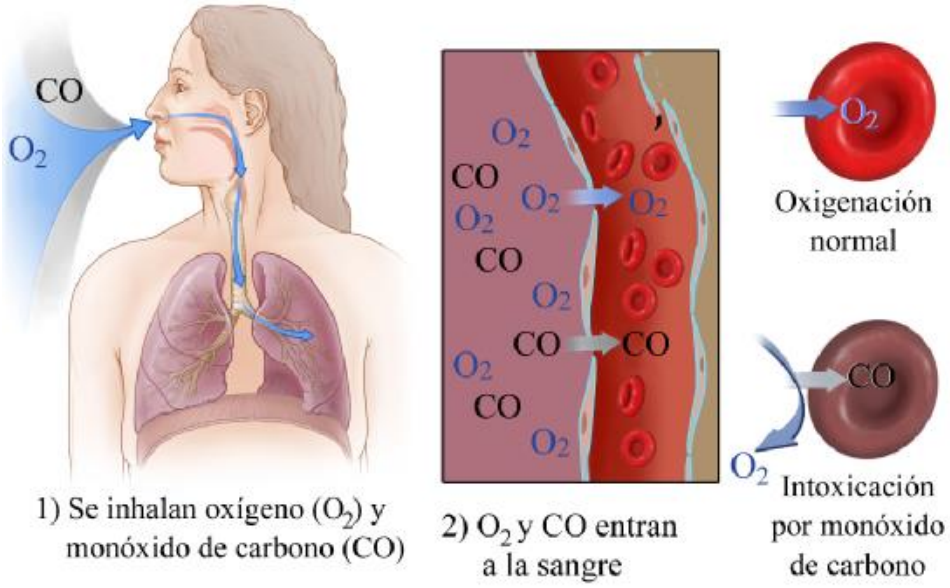


Fuente: Tomado y Adaptado de Negrón (2015)

Lee el siguiente texto:

Imagina que tuviste un día muy agotador, y de camino a casa en tu auto, te detienes para tomar un breve descanso, y decides dormir dentro de tu carro, el cual dejaste prendido. Luego de unos minutos, comienzas a presentar algunos síntomas como dolor de cabeza, náuseas, vómitos, alteraciones visuales, y desmayos, pero en medio del pánico decides bajarte de tu carro y solicitar ayuda. Después de unos minutos en medio de un desmayo profundo, te das cuenta de que estas consciente y te encuentras en urgencias. La enfermera de turno te dice que te has salvado de presenciar una muerte dulce a causa de una intoxicación por monóxido de carbono, y para explicarte te muestra la Figura 5:

Figura 5. Proceso de intoxicación por la inhalación de CO



Fuente: Tomado de Gutiérrez (2015)

Te indica que al dejar el carro prendido este ha emitido algunos gases, entre estos el monóxido de carbono, el cual entra a tu cuerpo por tu sistema respiratorio, y se disfraza de "oxígeno", para auto sustituirse en la estructura química de la hemoglobina de tus glóbulos rojos, haciendo que estas se intoxiquen y disminuyan el nivel oxígeno en tu cuerpo, especialmente, el que llega a tu cerebro.

Ahora responde:

1. Justifica ¿Es el sistema respiratorio la forma de exposición ante el monóxido de carbono (CO)? Recuerda que la exposición, es la forma en que los organismos se ponen en contacto con los tóxicos.
2. ¿Qué partes de tu cuerpo absorbe los altos niveles de intoxicación por CO? Recuerda que la absorción, es el paso del tóxico por las membranas biológicas, hasta llegar a una distribución general.
3. ¿Por qué las células rojas (Glóbulos rojos) se encargan de la distribución del tóxico?
4. ¿Es la sudoración excesiva un mecanismo físico de defensa ante esta intoxicación?
5. Se relaciona la toxicodinámica con los síntomas presenciados en este evento. Si o no ¿Por qué?
6. ¿Cómo una intoxicación masiva por monóxido de carbono afectaría una población, comunidad, o un ecosistema (ya sea terrestre, acuático o mixto)?

TIEMPO

La estrategia tendrá un tiempo de 1 Hora y 30 Minutos, distribuido de la siguiente manera: Parte 1 (30 minutos); Parte 2 (40 minutos); Parte 3 (20 minutos)

RECURSOS

Ficha de colores para representar fórmulas químicas
Computador o celular
Google Forms

EVALUACIÓN INICIAL

Realizar la evaluación inicial cargada en la plataforma Google Forms:

https://forms.gle/KescCxNRHZcV6uhX8

Se presentan en la Tabla 1, los criterios de evaluación cuantitativos de la evaluación inicial de la intervención 1.

Tabla 1. Criterios de evaluación cuantitativos de la Evaluación Inicial

Pregunta	Criterio	Valoración
1	Preguntas de selección múltiple con única respuesta	7 puntos
2		7 puntos
3		7 puntos
4		8 puntos
5		7 puntos
6		7 puntos
7		7 puntos
Total		50 puntos

Fuente: elaboración propia.

Sugerencias para el docente: Estar pendiente del desarrollo de las actividades y solucionar las dudas al respecto. Recuerda que la evaluación inicial se implementa antes de iniciar con las explicaciones y la actividad 1.

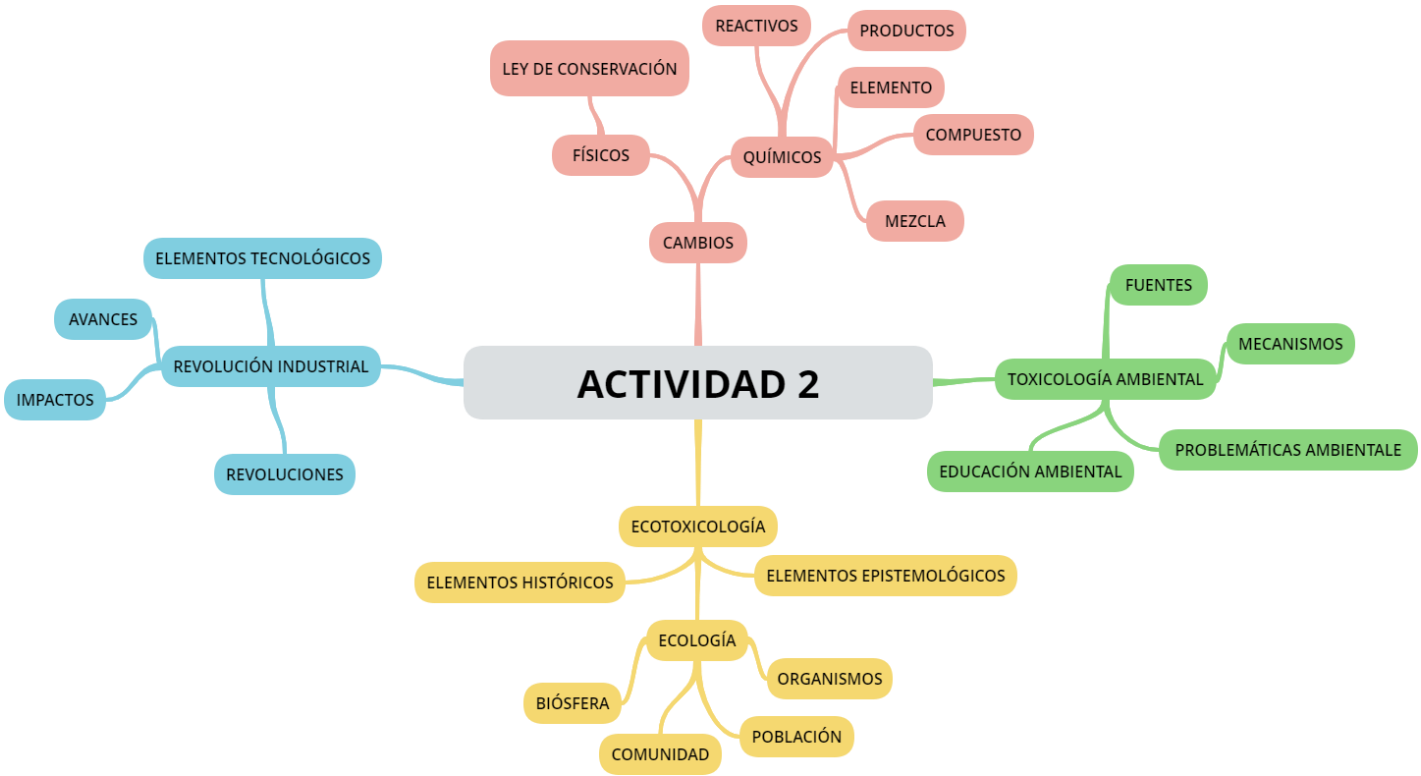
ESTRATEGIA DIDÁCTICA 2	
LA ECOTOXICOLOGÍA UNA CIENCIA CONTEMPÓRANEA	
Momento de Intervención	Desarrollo/Indagación
Componente del CDC	Conocimiento Histórico-Epistemológico
Componente de la Ecotoxicología	Tecnológico
Componente Químico	Cambio Químico
Componente de Educación Ambiental	Contaminación Atmosférica El otro

PREGUNTA ORIENTADORA

¿Cómo los eventos interdisciplinares sobre química y educación ambiental proporcionan una explicación del componente tecnológico de la ecotoxicología y así comprender algunos cambios físicos y químicos?

INTEGRACIÓN DE LOS COMPONENTES DE LA ACTIVIDAD

Figura 1. Componentes de la estrategia didáctica 2

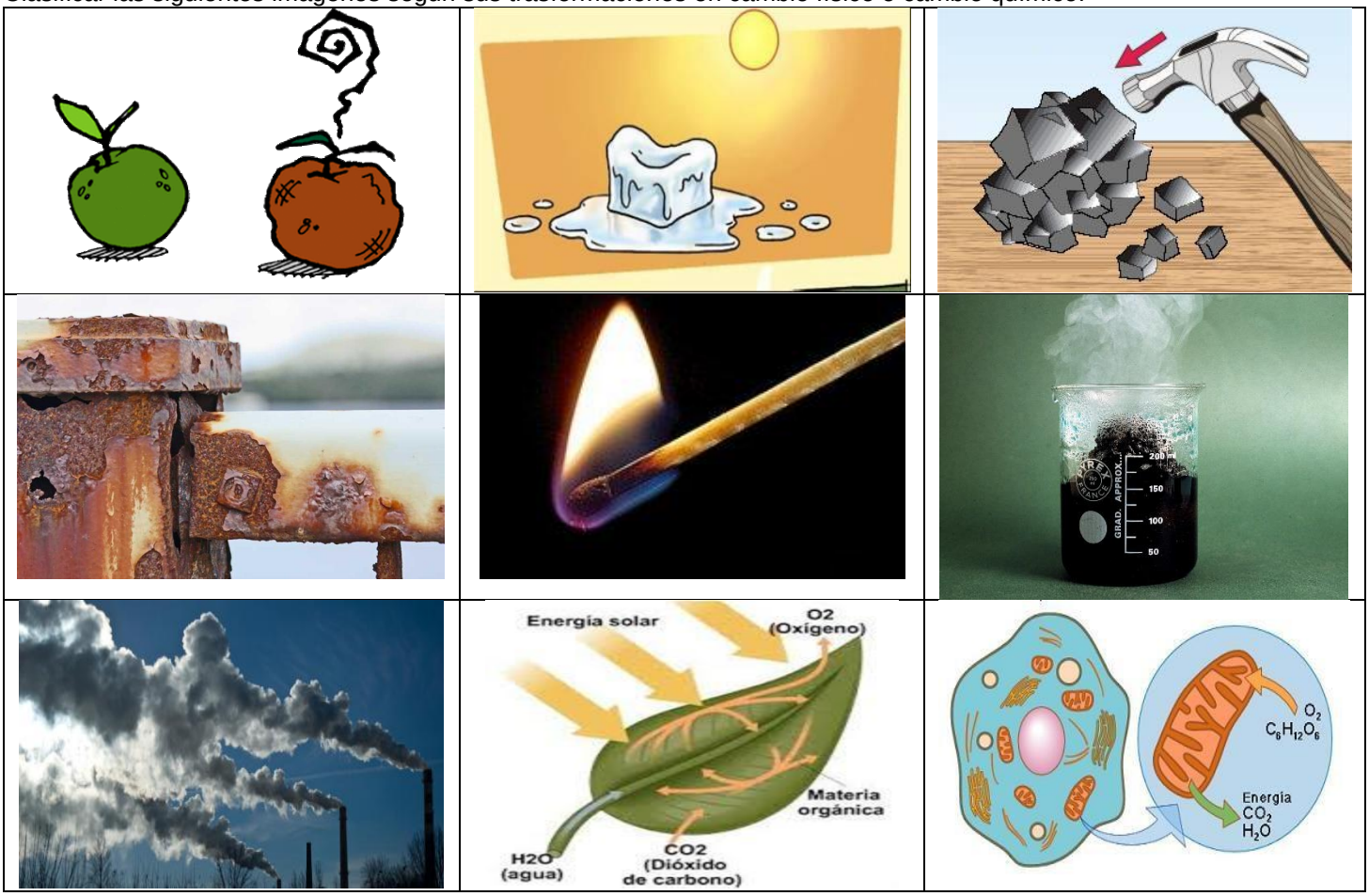


Fuente: elaboración propia.

ACTIVIDAD

PARTE 1 Cambio físico y químico (30 minutos)

Clasificar las siguientes imágenes según sus trasformaciones en cambio físico o cambio químico.



¿Por qué en una reacción química deben existir el mismo número de átomos en los reactivos y los productos? Justificar la respuesta representando las fórmulas químicas de las siguientes sustancias, mediante dibujos.

- Hidruro de potasio.
- Ácido clorhídrico.
- Ácido sulfúrico.
- Amoníaco.
- Hidróxido de sodio.
- Cloruro de sodio.

Vamos a recordar, debes asociar cada uno de los sistemas materiales con su clasificación adecuada, según lo explicado y argumentado por el docente en clase:

El Mercurio	Es una mezcla heterogénea de diferentes metales.
Una moneda	Es una disolución (o mezcla homogénea) de varios metales.
El gas natural	Es una mezcla heterogénea líquida.
Agua azucarada	Es una mezcla homogénea (disolución) de diferentes gases.
La sangre	Es un elemento (o sustancia elemental).
El bronce	Es una disolución (o mezcla homogénea) de solido en líquido.

Clasificar los siguientes sistemas materiales en elementos, compuestos o mezclas:

- Agua pura.
- El cobre.
- El vino.
- El amoníaco.

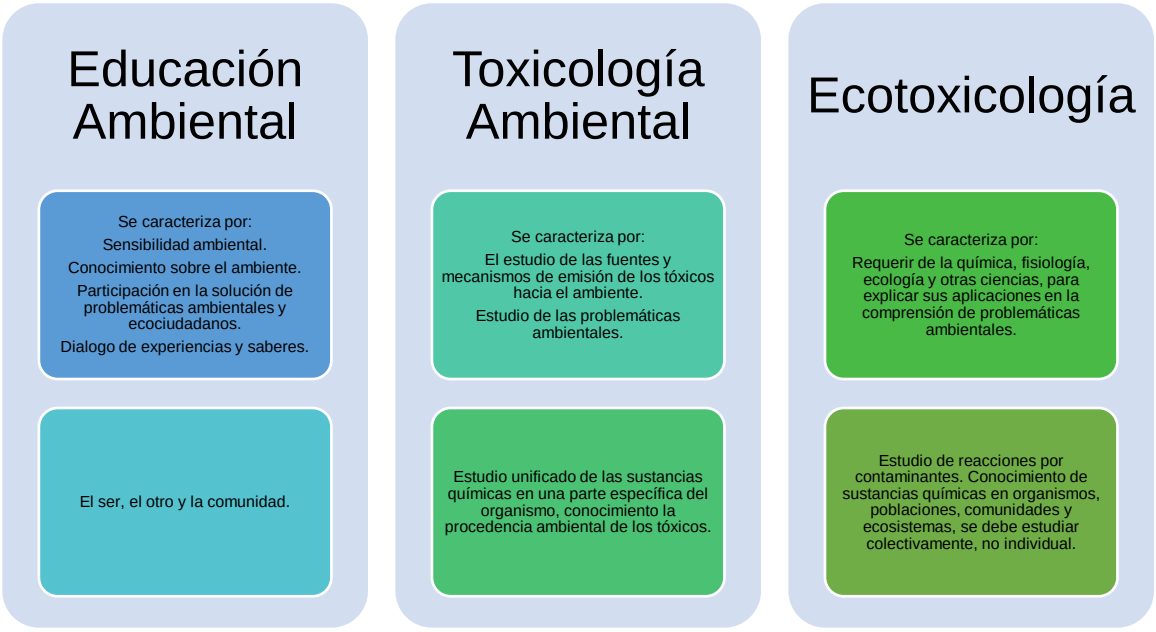
- El dióxido de azufre.
- El sodio.
- El café diluido en agua.
- El hidruro de potasio.

Escoge dos sistemas materiales de la lista anterior, y responde mediante un párrafo ¿Cuál fue su contexto histórico o qué sabes sobre este?

PARTE 2 Toxicología Ambiental y Ecotoxicología (50 minutos)

Teniendo en cuenta la explicación proporcionada por el docente en cuanto a la diferencia entre toxicología ambiental y ecotoxicología, realice una herramienta metacognitiva (mapa conceptual) que permita integrar estos dos conceptos y sus elementos de estudio desde la Educación Ambiental. Puedes integrar la información de la Figura 2:

Figura 2. Característica sobre Educación Ambiental, Toxicología Ambiental y Ecotoxicología.



Fuente: elaboración propia.

A partir de los siguientes conceptos sobre ecotoxicología, responder ¿Cuáles de los conceptos aborda las concepciones químicas y ecológicas de la ecotoxicología? ¿Con cuál concepto te quedarías y por qué?

Tabla 1. Definiciones sobre ecotoxicología

Definición	Referencia
La rama de la toxicología que se ocupa del estudio de los efectos tóxicos, causada por contaminantes naturales y sintéticos, a los constituyentes de ecosistemas, animales (incluidos los humanos), vegetales y microbianos, en un contexto integrado.	Truhaut (1977)
La ciencia que busca predecir los impactos de los químicos sobre ecosistemas.	Levin et al. (1989)
El estudio del destino y el efecto de los agentes tóxicos en los ecosistemas.	Cairns y Mount (1990)
El estudio de los efectos tóxicos sobre organismos, poblaciones y comunidades.	Surte (1993)
El campo de estudio, que integra los aspectos ecológico y toxicológico, efectos de los contaminantes químicos en las poblaciones, comunidades y ecosistemas con el destino	Forbes y Forbes (1994)

(transporte, transformación y descomposición) de tales contaminantes en el medio ambiente.	
El estudio de los efectos nocivos de los productos químicos en los ecosistemas; los efectos nocivos de los productos químicos (toxicología) en el contexto de ecología.	Walker et al. (2001)
El estudio de los efectos nocivos de los productos químicos en los ecosistemas e incluye los efectos sobre los individuos y los efectos consiguientes en los niveles de población y más.	Walker et al. (2012)
La ecotoxicología es la ciencia de los contaminantes en la biosfera y sus efectos sobre los componentes de la biosfera, incluidos los seres humanos.	Newman (2015)

Nota. Adaptación propia al español. Fuente: Fuente: Tomado y adaptado de *Fundamentals of Ecotoxicology The Science of Pollution* (p. 23), por Newman, 2015, CRC Press.

PARTE 3 La revolución industrial y la ecotoxicología (30 minutos)

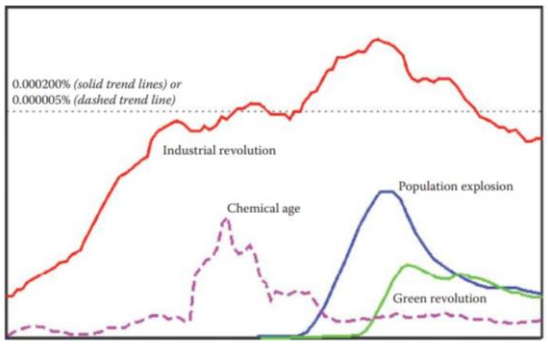
Lee el siguiente párrafo y analiza las preguntas:

Una de las transformaciones sociales, económicas, ambientales y tecnológicas para hablar sobre la ecotoxicología, fue la revolución industrial entre los años 1760 y 1840. El pensamiento para fomentar las técnicas del trabajo en masa permitió el desarrollo de múltiples tecnologías que restablecieron la estructura física de la sociedad, e incrementaron la productividad. Así mismo, generó una comercialización excesiva de productos tóxicos para los suelos y la atmosfera, en primer lugar la masificación de productos fertilizantes que ha suscitado una revolución agrícola, aun en la actualidad; en segundo lugar, la emisión de gases que alteran las propiedades fisicoquímicas de la atmósfera. Por último, es tanto el impacto ambiental generado por la revolución industrial que permitió el avance de tecnologías desde la ecotoxicología, por ejemplo, el estudio de algunos animales o plantas como bioindicadores de los contaminantes, la revolución científica generada por la implementación de equipos de espectrofotometría infrarroja y de uv-visible que permite cuantificar los niveles contaminantes y diferenciarlos entre inorgánicos y orgánicos.

Preguntas:

1. ¿En qué se beneficia los estudios sobre contaminantes atmosféricos con la integración de equipos de espectrofotometría?
2. ¿Qué evento, suceso, o acontecimiento podría complementar la información del párrafo anterior?
3. Uno de los inventos más relevantes en la revolución industrial fue la maquina a vapor. Actualmente, el uso de la maquina a vapor afecta el equilibrio del medio ambiente. Si o no, ¿Por qué?
4. ¿Cuáles son las propiedades físicas y química presentes en la atmósfera?
5. Observa la Figura 3, y responde ¿Por qué la revolución verde (Green revolution) tiene una menor proporción en comparación a la revolución industrial?

Figura 3. Eventos de gran importancia para la Ecotoxicología



Fuente: Tomado de *Fundamentals of Ecotoxicology The Science of Pollution* (p. 9), por Newman, 2015, CRC Press.

TIEMPO
La estrategia tendrá un tiempo de 1 Hora y 50 Minutos, distribuido de la siguiente manera: Parte 1 (30 minutos); Parte 2 (50 minutos); Parte 3 (30 minutos)

RECURSOS
Computador o celular
Herramienta Digital para el diseño de Infografías
Google Forms

EVALUACIÓN APLICATIVA 1

Realizar la evaluación aplicativa 1 cargada en la plataforma Google Forms:

https://forms.gle/sZfXg3pSWtooHnW19

Tener en cuenta la tabla 2 de criterios de evaluación para asignar la respectiva conversión de la valoración cualitativa a la cuantitativa del estudiante con respecto al desarrollo de la evaluación aplicativa 1.

Tabla 2. Criterios para evaluar una infografía

Criterios de Evaluación	Excelente (10 puntos)	Bien (8 puntos)	Regular (6 puntos)	Malo (4 puntos)	Valoración
Estructura (Partes de la Infografía)	Incluyó todas las partes indicadas de una infografía	Incluyó solamente 4 de las partes de una infografía	Incluyó solamente 1 parte de la infografía	No se integra nada en la infografía	
Contenido (Coherencia y pertinencia)	La infografía contiende la información clave del tema y existe coherencia con los gráficos	La infografía contiene la información clave pero no hay coherencia	La infografía no contiene la información del tema y no hay una articulación coherente	No se integra el contenido a la infografía, por tanto no hay coherencia.	
Elementos Multimedia	Los elementos multimedia de la infografía son insertados correctamente y ayudan a la comprensión del tema	Existen dos elementos multimedia insertados en la infografía, pero no contribuyen a la comprensión del tema	La infografía posee un elemento de multimedia	La infografía carece de elementos de multimedia	
Formato escrito	La infografía tiene jerarquización de los textos y en las ilustraciones que son precisas para entender el tema. La gramática y ortografía son correctas	La infografía tiene jerarquización de los textos, pero las imágenes no son precisas. Existen varios errores gramaticales y ortográficos.	La infografía no tiene jerarquización en sus textos e imágenes dispuestas para entender el tema. Tiene bastantes errores gramaticales y ortográficos	La infografía no posee texto alguno relacionado con el tema. No hay correlación con el uso de la ortografía y gramática	
Creatividad	Los gráficos usados en la infografía reflejan la creatividad del estudiante	Solamente uno o dos gráficos usados en la infografía reflejan la creatividad del estudiante	Los gráficos están basados en ideas de otras personas.	No existen gráficos presentes en la infografía	
Total	50	40	30	20	

Fuente: Tomado y adaptado de Leyva (2018)

Sugerencias para el docente: Estar pendiente de las inquietudes de los estudiantes con respecto a la estrategia 2, destinar el tiempo para el desarrollo de la Evaluación Aplicativa 1, en caso de no tener herramientas tecnológicas para su desarrollo se opta dejarlo como asignación.

ESTRATEGIA DIDÁCTICA 3	
IDENTIFICACIÓN DEL CAMBIO QUÍMICO EN MI ENTORNO	
Momento de Intervención	Desarrollo/Indagación
Componente del CDC	Conocimiento del Contexto Escolar
Componente de la Ecotoxicología	Tecnológico
Componente Químico	Cambio Químico
Componente de Educación Ambiental	Contaminación Atmosférica El otro

PREGUNTA ORIENTADORA
¿Cómo se pueden orientar las situaciones del entorno social, ambiental e individual para la comprensión de los elementos conceptuales sobre la ecotoxicología y el cambio químico?

INTEGRACIÓN DE LOS COMPONENTES DE LA ACTIVIDAD

Figura 1. Componentes de la estrategia didáctica 3

Fuente: elaboración propia.

ACTIVIDAD

PARTE 1 Tóxicos Atmosféricos (40 minutos)

En la Tabla 1 deberás describir como sería el efecto tóxico en la atmósfera del material o elemento de estudio, y cuál es su tipo de origen toxicológico.

Tabla 1. Descripción de los tóxicos atmosféricos.

Material o Elemento de estudio	Efecto Tóxico en la Atmósfera	Origen Toxicológico (Físico, Químico o Biológico)
Alcohol Desinfectante		
Desodorantes en Aerosol		
Bacterias Nitrificantes		
Campos Electromagnético		
Rayos Solares		

Fuente: elaboración propia.

Ahora puedes responder:

1. ¿Qué tipos de reacciones químicas pueden interferir para que este material o elemento de estudio haga su efecto en la atmósfera? Recuerda el conocimiento sobre reacciones como síntesis, descomposición, desplazamiento, y demás señaladas por el docente en la Actividad 1.
2. Escoge un elemento de estudio y grafica el posible proceso que conlleva para afectar directamente la atmósfera.

Ahora pongámonos en contexto, el problema de salubridad causado por el COVID-19 generó cambios a nivel social, cultural, económico, político, convivencial, educativo y sobre todo ambiental. Por ejemplo, la disminución del tráfico vehicular en las ciudades incidió en las alteraciones atmosféricas, hay quienes señala que la disminución de Monóxido de carbono, dióxido de carbono, y demás gases favorecieron los niveles tóxicos presentes en la atmósfera, pero otros señalan que cuando se retome la normalidad, esta disminución de gases tóxicos que dejó la pandemia será en vano. Ahora una gran pregunta sería ¿Cómo saben los científicos sobre la presencia de tóxicos en la atmósfera y que inciden en una alteración? Gracias a la ecotoxicología, se han implementado tecnologías de HPLC para la identificación, cuantificación y análisis de carbonilos, compuestos azufrados y nitrogenados, y especialmente ozono que están

reaccionando en todo momento. Por último, debemos reconocer que directa o indirectamente estamos siendo participes de estos cambios fisicoquímicos de nuestra biósfera.

Responde a partir del texto anterior:

1. ¿Qué otros tóxicos están presentes en la atmósfera?
2. ¿Por qué la técnica del HPLC ayuda a la identificación de tóxicos atmosféricos?
3. ¿Por qué somos participes de las alteraciones atmosféricas?

PARTE 2 Reacciones Químicas Cotidianas (30 minutos)

La química en la vida cotidiana y su aplicación ha mejorado nuestra calidad de vida gracias a su combinación con la tecnología y la industria, pero ha generado alteraciones medio ambientales que despierta el interés de las personas por estudiar posibles soluciones desde el entorno sociocultural y científico.

- Proporcione 5 ejemplos en donde se puedan presenciar reacciones químicas en el entorno del otro (a nivel tecnológico, industrial, cotidiano, científico), y describa como podría afectar el medio ambiente.

- A partir de las siguientes tres situaciones ecotoxicológicas cotidianas, señale que cambios químicos o físicos se pueden evidenciar, y escriba 2 compuestos químicos que puedan intervenir en ese cambio.

Situación 1: en el agua potable se incluyen diversas sustancias químicas como sales minerales. Pero, si no existe un control de estas sustancias químicas se podría ver afectada toda una comunidad por algún tipo de intoxicación.

Situación 2: La fotosíntesis es el proceso químico por el cual las plantas sintetizan (producen) los sacáridos. Este proceso se afecta cuando se utilizan fertilizantes artificiales.

Situación 3: Los alimentos también resaltan o cambian su sabor a través de compuestos químicos denominados saborizantes. Los saborizantes pueden imitar el sabor de un producto natural o bien desarrollar un sabor desconocido.

PARTE 3 Cambio químico a nivel enzimático (40 minutos)

Lee la siguiente información y responde las preguntas:

Figura 2. Reacción enzimática.

Fuente: Tomado de Pérez (2017)

La famosa y reconocida empresa Nestlé, lanzó al mercado nacional e internacional un nuevo producto biotecnológico, dirigido a una edad de 0 a 8 años. El producto consistía en unas deliciosas galletas sin gluten fáciles de para la digestión de tu niño o niña, ya que la principal alternativa era una dieta libre de gluten. Lo que no se detallaron los fabricantes de este producto alimenticio fue en la afectación enzimática y digestiva que estaban presenciando los infantes ante el consumo cotidiano del insumo, puesto que, se estaba viendo afectada la producción de la enzima Dipeptidil Peptidasa-4 en el sistema digestivo, este tipo de enzima llegaba a no desarrollarse, y a futuro los niños y niñas estaban reaccionando alérgica e intolerantemente al consumo proximal del gluten. Debemos recordar que, el gluten es una proteína presente

en muchos cereales (trigo, cebada, centeno), que puede ingresar a nuestro organismo, y mediante un tipo de reacción denominada hidrolisis enzimática permite su descomposición en prolina y glutamina, ambos dos tipos de aminoácidos.

1. ¿Cómo afecta la intolerancia al gluten a una comunidad?
2. Si no hemos generado suficiente enzima (Dipeptidil Peptidasa-4) para la descomposición del gluten en nuestro organismo, nos podríamos ver intoxicados. Si o no, ¿Por qué?
3. ¿Cómo define la hidrolisis enzimática?
4. Representa la reacción química del proceso de desintegración de la proteína (Gluten) en sus respectivos aminoácidos (Prolina y Glutamina).
5. ¿Cómo podría haber afectado el medio atmosférico la producción a gran escala del producto “Galletas sin gluten”?

TIEMPO

La estrategia tendrá un tiempo de 1 Hora y 50 Minutos, distribuido de la siguiente manera: Parte 1 (40 minutos); Parte 2 (30 minutos); Parte 3 (40 minutos)

RECURSOS

Computador o celular
Google Forms
Plataforma Padlet

EVALUACIÓN APLICATIVA 2

Realizar la evaluación aplicativa 2 cargada en la plataforma Google Forms:

https://forms.gle/SxB8vJqrEW6Nf9QP6

Tener en cuenta la tabla 2 de criterios de evaluación para asignar la respectiva conversión de la valoración cualitativa a la cuantitativa del estudiante con respecto al desarrollo de la evaluación aplicativa 2.

Tabla 2. Criterios para evaluar en un Padlet

Criterios de Evaluación	Excelente (10 puntos)	Bien (8 puntos)	Regular (6 puntos)	Malo (4 puntos)	Valoración
Pertinencia de las Respuestas	Se responde con más de tres argumentos e interpretaciones propias con el encabezado de la columna del Padlet	Se responde con uno o dos argumentos propios con el encabezado de la columna del Padlet	Se responde parcialmente a lo solicitado en los encabezados de las columnas del Padlet	No se responde con ningún argumento válido para lo solicitado por los encabezados	
Integración de aportes teóricos	Recupera en el Padlet información relacionada con el tema y que relaciona con lo especificado en el encabezado de la columna	Recupera parcialmente información sobre el tema tratado e intenta relacionarlo con lo especificado en el encabezado de la columna	Recupera solamente una que otra información, pero no la relaciona con el encabezado de la columna	No recupera información sobre el tema y tampoco la relaciona con lo estipulado en el encabezado de la columna del Padlet	
Trabajo cooperativo	Participa mediante la complementación de la información, comentarios y reacciones a la respuesta de sus compañeros	Participa solamente con un comentario y reacción en la respuesta proporcionada por un compañero	Participa solamente con una reacción a la respuesta proporcionada por un compañero	No participa en las respuestas proporcionadas por sus compañeros	
Coherencia del trabajo	Se responde con coherencia atendiendo a un nivel acorde al universitario de la información	Se responde con una respuesta coherente pero que posee información acorde al nivel universitario	Se responde sin coherencia, y el discurso carece de un nivel acorde al universitario	No se responde con coherencia a lo solicitado, y la información es nula a su nivel universitario	
Responsabilidad con trabajo	Presenta la respuesta en el Padlet siguiendo las instrucciones, integrando ideas y presenta buena gramática y ortografía	Presenta la respuesta en el Padlet siguiendo las instrucciones, integra ideas, pero con algún error gramático y ortográfico	Presenta la respuesta en el Padlet parcialmente a las instrucciones, las ideas no se integran, y hay bastantes errores gramáticos y ortográficos	No se presenta respuesta alguna en el Padlet.	
Total	50	40	30	20	

Fuente: elaboración propia.

Sugerencias para el docente: Estar pendiente de las dudas o inquietudes y destinar el tiempo para el desarrollo de la Evaluación Aplicativa 1, en caso de no tener herramientas tecnológicas para su desarrollo se opta dejarlo como asignación.

ESTRATEGIA DIDÁCTICA 4	
PRÁCTICA DE LABORATORIO: EL HIERRO Y EL OXÍGENO ATMOSFÉRICO	
Momento de Intervención	Cierre/Conclusión
Componente del CDC	Conocimiento Psicopedagógico
Componente de la Ecotoxicología	Práctico
Componente Químico	Cambio Químico
Componente de Educación Ambiental	Contaminación Atmosférica La comunidad

PREGUNTA ORIENTADORA

¿Cómo los diversos cambios físicos y químicos demostrados en la experimentación incrementan de manera representacional lo que sucede en una reacción? ¿Qué diferencias posee un material con otro y qué características del ambiente influyen en un cambio que se pueda dar en cada material?

INTEGRACIÓN DE LOS COMPONENTES DE LA ACTIVIDAD

Figura 1. Componentes de la estrategia didáctica 4

Fuente: elaboración propia.

ACTIVIDAD (Laboratorio adaptado de Traverso (2017))

PARTE 1 (Una semana antes, o resaltar en la intervención 3)

MATERIALES

Trozo de lana de hierro
Trozo de estropajo
2 tubos de ensayo
Marcador permanente
Pinzas y soporte universal
Agua

PROCEDIMIENTO

- Pesar la lana de hierro en la balanza analítica.
- Se introduce el trozo de lana de hierro, anteriormente humedecidas con gotas de agua, al fondo de un tubo de ensayo.
- Se llena el recipiente de vidrio con agua, hasta la mitad, y se toma el tubo de ensayo con las pinzas en el soporte universal, y se sitúa bocabajo, se introduce en el agua, se debe percatar que la lana de hierro quede en el parte superior.

- Se marca el nivel alcanzado del agua dentro del tubo de ensayo.
- Repetir los procedimientos con el trozo de estropajo.
- Finalmente, se dejan los montajes por una semana para seguir con el experimento.

PREGUNTAS

1. ¿Qué sustancias intervendrán en la oxidación del trozo de lana de hierro?
2. ¿Qué cambios pueden llegar a tener los trozos después de una semana?
3. Si el estropajo no está constituido por hierro ¿pasará algo con este? Justificar la respuesta.
4. ¿Cómo se confirma si ocurrirá una oxidación en el interior del tubo y no toro fenómeno? ¿Cuál será la función del oxígeno?

EJERCICIOS

Realice un dibujo donde represente el montaje, y anote como queda inicialmente cada uno de los trozos y el nivel del agua.

PARTE 2 (Una semana después) (1 hora)

MATERIALES

Pizas
Vidrio de reloj
Marcador

PROCEDIMIENTO

- Marcar el nivel del agua de cada uno de los tubos de ensayo, y dibujar el resultado final de este.
- Retirar el montaje, y sacar los trozos con unas pinzas, y ponerlos en un vidrio de reloj.

PREGUNTAS

1. ¿Qué cambios se pueden observar entre el tubo con la lana de hierro y el tubo con el estropajo?
2. ¿Qué justificación le pueden dar a la disminución del aire y el proceso de oxidación?
3. Mediante unas fichas de colores rojo, azul, verde y amarillo, se pretende representar mediante un diagrama de partículas, la interacción de los elementos en la formación del óxido de hierro, cuya formula es Fe_2O_3. A su vez, se responden las siguientes preguntas:
    a. ¿Cómo se ha formado el óxido de hierro?
    b. Escribir algunas diferencias entre el hierro y el óxido de hierro.
    c. ¿Qué les ha ocurrido a las moléculas de oxígeno, O_2?
    d. Escribir la ecuación química que pueda representar el proceso de oxidación del hierro.
    e. ¿Cómo se relaciona el volumen de oxígeno consumido en el tubo de ensayo con el de la atmosfera terrestre que es un 20% de O_2?
4. Retomamos ahora el valor de la lana de hierro pesado en la primera parte del experimento. Se debe pesar la lana nuevamente en una balanza analítica.
    a. Según el siguiente enunciado, “La masa no se crea ni se destruye, solo se transforma”, ¿Qué relación hay con el proceso de oxidación del hierro?
5. ¿Cómo influye el oxígeno atmosférico en la oxidación de elementos de hierro en tu entorno?
6. ¿Existe una relación entre la contaminación atmosférica y los procesos de oxidación?

PARTE 3 Manos a obra (20 minutos)

Realizar una herramienta metacognitiva que resuma el proceso de experimentación, las preguntas y los contenidos teóricos retomados en la clase, se deberá socializar con la clase, con fin de solucionar preguntas e integrar ideas.
Dicha herramienta metacognitiva, (podrá ser una cartelera, un diagrama, un mapa conceptual, un friso o un mapa mental), se debe justificar porque se seleccionó dicho material.

TIEMPO

La estrategia tendrá un tiempo de 1 hora.

RECURSOS

Materiales del laboratorio resaltados en la Parte 1 y 2
Computador o celular
Google Forms
Fichas de Colores

EVALUACIÓN FINAL

Realizar la evaluación final cargada en la plataforma Google Forms:

https://forms.gle/cRCG4c39VEYHAijh7

Tener en cuenta la tabla 1 de criterios de evaluación para asignar la respectiva conversión de la valoración cualitativa a la cuantitativa del estudiante con respecto al desarrollo de la evaluación aplicativa 1.

Tabla 1. Criterios para evaluar una vídeo educativo

CRITERIOS EDUCATIVOS	Muy bajo (1.0)	Bajo (2.0)	Regular (3.0)	Bueno (4.0)	Aceptable (5.0)
Cumple con los objetivos de la Evaluación Final					
Despierta el interés de la comunidad					
Presenta una densidad conceptual					
Posee claridad y rigor					
Contiene elementos interdisciplinarios					
CRITERIOS POTENCIALES EXPRESIVOS					
Es ordenado y con lógica interna					
Es compresible					
Es estético					
Se complementa con texto o imagen					
Transmite emociones e invita a verlo					
PROMEDIO TOTAL					

Nota. Se debe marca con una (X) en la casilla que corresponda al criterio, por otro lado, al final se realiza el promedio para la obtención de una nota cuantitativa. Fuente: Tomado y adaptado de Acuña (2019)

Se la hace entrega al estudiante del siguiente formato de Autoevaluación y Coevaluación, para situar la respectiva nota en los aspectos evaluables de la estrategia didáctica.

FORMATO DE AUTOEVALUACIÓN Y COEVALUACIÓN	
NOMBRE DEL ESTUDIANTE	
SEMESTRE	

EJERCICIO CONCEPTUAL Y PRÁCTICO	**VALORACIÓN (entre 0.0 y 5.0)**
Tuve una participación activa en el desarrollo de las clases del docente.	
Tuve una participación activa en el desarrollo y entrega de las actividades propuestas.	
Cumplí satisfactoriamente con las evaluaciones propuestas en las actividades.	
Propuse ejemplos desde mi entorno para explicar los argumentos teóricos y prácticos.	
Integre mis conocimientos para el desarrollo de la práctica de laboratorio.	
EJERCICIO SOCIOAMBIENTAL	**VALORACIÓN (entre 0.0 y 5.0)**
Realice mis actividades aportando amablemente con mis compañeros e identifique elementos de mi comunidad.	
Integré elementos conceptuales desde una perspectiva socioambiental.	
Reconozco las relaciones interdisciplinares entre la química y educación ambiental mediante las actividades realizadas desde la ecotoxicología.	
EJERCICIO PERSONAL	**VALORACIÓN (entre 0.0 y 5.0)**
Fui responsable con el cumplimiento de las actividades de la estrategia.	
Tuve buena disposición para el desarrollo de las clases.	
Reflexioné críticamente en cada una de las actividades propuestas.	

PROMEDIO TOTAL (Sumar las valoraciones y dividirlo en once, para obtener la definitiva)	

FORMATO DE COEVALUACIÓN	
Escoge un compañero de trabajo en el laboratorio y asígnale una nota apreciativa (valoración entre 0.0 y 5.0), ten en cuenta las siguientes pautas: Respeta el resto de las opiniones, Tiene responsabilidad, Trabaja en equipo, Participa en la discusión de las conclusiones, Expone con claridad, Toma decisiones, y Maneja los instrumentos de laboratorio.	
COMPAÑERO COEVALUADO	**VALORACIÓN**

Sugerencias para el docente: Estar pendiente de las inquietudes de los estudiantes con respecto a la Actividad 4, destinar el tiempo para el desarrollo de la Evaluación Final y el proceso de Autoevaluación, por otro lado, en caso de no tener herramientas tecnológicas para su desarrollo se opta dejarlo como asignación. Esta actividad 4 se realiza grupal (grupos de laboratorio).

Anexo 18. Formato de Validación de la Secuencia Didáctica

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

DEPARTAMENTO DE QUÍMICA

LICENCIATURA EN QUÍMICA

VALIDACIÓN DE LA SECUENCIA DIDÁCTICA

Respetado profesor(a), me permito comunicarme con usted para expresar un agradable saludo, y así mismo, hacer de su conocimiento que siendo estudiante de décimo semestre del Programa de Licenciatura en Química de la Facultad de Ciencia y Tecnología, de la Universidad Pedagógica Nacional (UPN), le he seleccionado para evaluar el documento de ***"Secuencia didáctica"*** que hace parte del trabajo de grado titulado: ***Enseñanza de la ecotoxicología a partir del enfoque interdisciplinar y el CDC entre química y educación ambiental.*** Es de suma importancia la validación y aprobación por docentes especializados en el área del conocimiento y experticia investigativa en el tema, con el fin de la aplicación directa del instrumento mencionado. Agradezco su valiosa colaboración.

A continuación, podrá diligenciar su información básica, recuerde que los datos suministrados serán usados con fines investigativos.

INFORMACIÓN DEL EVALUADOR	
NOMBRES Y APELLIDOS	
FORMACIÓN ACADÉMICA	
ÁREAS DE CONOCIMIENTO	
FECHA DE LA EVALUACIÓN	

De acuerdo con los siguientes indicadores evalúe cada uno de criterios según corresponda. Por otro lado, podrá suministrar observaciones referentes a la evaluación de los criterios. Finalmente, seleccione la aprobación de validez que usted indicará para la secuencia didáctica.

CRITERIOS	INDICADOR	MARQUE CON UNA (X)	OBSERVACIONES
CONTENIDO	**No cumple con el criterio:** La secuencia didáctica se desvincula del objetivo planteado en el trabajo de investigación, y carece de los contenidos de ecotoxicología, cambio químico y contaminación atmosférica		
	Bajo Nivel: La secuencia didáctica es básica para cumplir el objetivo planteado en el trabajo de investigación, e integra parcialmente los contenidos sobre ecotoxicología, cambio químico, y contaminación atmosférica.		
	Moderado Nivel: La secuencia didáctica es aceptable para cumplir el objetivo planteado en el trabajo de investigación, e integra moderadamente los contenidos sobre la ecotoxicología, cambio químico y contaminación atmosférica.		
	Alto Nivel: La secuencia didáctica es suficiente para cumplir el objetivo planteado en el trabajo de investigación, y se disponen varios contenidos sobre ecotoxicología, cambio químico y contaminación atmosférica.		
ESTRUCTURA	**No cumple con el criterio:** La secuencia didáctica no es clara, no tiene relación lógica con la enseñanza de la ecotoxicología, y no contiene una estructura.		
	Bajo Nivel: La secuencia didáctica requiere bastantes modificaciones o una modificación muy grande, tiene una relación tangencial con la enseñanza de la ecotoxicología, y contiene una estructura confusa.		
	Moderado Nivel: La secuencia didáctica requiere una modificación muy específica de algunos términos o partes de las actividades, tiene una relación moderada con la enseñanza de la ecotoxicología, y contiene una estructura proximal y ligera.		
	Alto Nivel: La secuencia didáctica es clara, tiene semántica y sintaxis adecuada, se encuentra completamente relacionada con la enseñanza de la ecotoxicología, y contiene una sólida estructura.		
ENFOQUE INTERDISCIPLINAR	**No cumple con el criterio:** La secuencia didáctica no tiene relación con el enfoque interdisciplinar entre química y educación ambiental.		
	Bajo Nivel: La secuencia didáctica tiene una relación tangencial con el enfoque interdisciplinar entre química y educación ambiental.		
	Moderado Nivel: La secuencia didáctica tiene una relación moderada con el enfoque interdisciplinar entre química y educación ambiental.		
	Alto Nivel: La secuencia didáctica se encuentra completamente relacionada con el enfoque interdisciplinar entre química y educación ambiental.		
ENFOQUE DEL CDC Componentes señalados por Mora y Parga (2008)	**No cumple con el criterio:** La secuencia didáctica no contiene componentes del CDC.		
	Bajo Nivel: La secuencia didáctica contiende uno de los componentes del CDC.		
	Moderado Nivel: La secuencia didáctica contiene dos o tres componentes del CDC.		
	Alto Nivel: La secuencia didáctica contiene los cuatro componentes del CDC.		

VALIDEZ DE LA SECUENCIA DIDÁCTICA	Aprobada		Aprobada atendiendo a las observaciones		No Aprobada	

Adaptado de Escobar y Cuervo (2008, p. 37)