

**CONDICIONES TÉCNICAS Y TEÓRICAS EN LA CONFIGURACIÓN DEL
CONCEPTO ECOSISTEMA**

EDGAR SEBASTIÁN PÉREZ MÉNDEZ

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
MAESTRÍA EN DOCENCIA DE LAS CIENCIAS NATURALES
BOGOTÁ, D.C.
2023**

**CONDICIONES TÉCNICAS Y TEÓRICAS EN LA CONFIGURACIÓN DEL
CONCEPTO ECOSISTEMA**

EDGAR SEBASTIÁN PÉREZ MÉNDEZ

**Trabajo de Grado como requisito para optar por el título como Magister en
Docencia de las Ciencias Naturales**

Asesorado por:
STEINER VALENCIA VARGAS
INGRID VERA OSPINA
ANDREA TOLEDO ARANDA

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
MAESTRÍA EN DOCENCIA DE LAS CIENCIAS NATURALES
BOGOTÁ, D.C.
2023**

NOTA DE ACEPTACIÓN

JURADO

BOGOTÁ, D.C, 2023

AGRADECIMIENTOS

Durante este proceso fue indispensable el apoyo de una gran cantidad de personas a las que quisiera agradecer, puesto que sin su colaboración tanto emocional como académica no hubiera sido posible la culminación de este trabajo, puesto que me dieron voces de aliento en más de una ocasión en las que el cansancio y la frustración se asomaban para dificultar el proceso, infinitas gracias a mi familia, a mi pareja, a mis compañeros que permitieron que este proceso se diera desde las infinitas posibilidades.

Un agradecimiento a mi querida Universidad Pedagógica Nacional, la educadora de educadores quien nuevamente me abrió sus puertas para formarme profesionalmente. Finalmente, con un especial agradecimiento a un grupo de docentes que me acompañaron en los espacios de la maestría, en especial a los profesores Steiner Valencia, Ingrid Vera y Andrea Toledo, quienes me orientaron en este proceso del trabajo de grado, aportando desde sus conocimientos

TABLA DE CONTENIDO

| | |
|---|-----------|
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| CONTEXTO PROBLEMÁTICO | 4 |
| CONTEXTO DE ORIGEN | 5 |
| El concepto ecosistema en la política pública educativa | 5 |
| La enseñanza de los ecosistemas en la práctica docente | 7 |
| Reflexiones que surgen de los espacios académicos de la Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales | 9 |
| DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA | 10 |
| OBJETIVOS | 12 |
| Objetivo general | 12 |
| Objetivos específicos | 12 |
| JUSTIFICACIÓN | 13 |
| PROCEDER METODOLÓGICO | 14 |
| LOS EJERCICIOS DE PROFUNDIZACIÓN TEÓRICA DISCIPLINAR Y PEDAGÓGICA | 14 |
| EL DISEÑO, IMPLEMENTACIÓN Y SISTEMATIZACIÓN DE LA PROPUESTA DE INTERVENCIÓN EN EL AULA | 15 |
| CONSTRUCCIÓN DE LA PRODUCCIÓN DISCURSIVA | 16 |
| PROFUNDIZACIÓN TEÓRICA | 17 |
| PROFUNDIZACIÓN TEÓRICA DISCIPLINAR: ASUNTOS RELACIONADOS CON LA CONSTRUCCIÓN DEL CONCEPTO ECOSISTEMA | 17 |
| Historia natural y organización de la naturaleza | 18 |
| Expediciones biológicas: Distribución de las plantas y animales | 22 |
| Biología de las relaciones | 29 |
| Interacciones y complejidad | 32 |
| Actualidad del concepto ecosistema..... | 41 |
| PROFUNDIZACIÓN TEÓRICA PEDAGÓGICA: ASUNTOS RELACIONADOS CON LA CONSTRUCCIÓN DEL CONCEPTO ECOSISTEMA COMO OBJETO DE ENSEÑANZA | 48 |
| La construcción del concepto ecosistema como objeto de enseñanza desde una ECOPERPECTIVA..... | 48 |

| | |
|---|------------|
| Los problemas de conocimiento y su aporte en la comprensión del concepto ecosistema con estudiantes de Básica y Media | 51 |
| <i>PROPUESTA DE INTERVENCIÓN EN EL AULA, EL TERRARIO: UNA ESTRATEGIA PARA LA COMPRENSIÓN DE LOS ECOSISTEMAS COLOMBIANOS.</i> | 58 |
| Referentes epistemológicos de los problemas de conocimiento y su aporte en el diseño de la intervención en el aula. | 58 |
| Referentes didácticos y criterios de actuación de los problemas de conocimiento en el diseño e implementación de la intervención en el aula. | 60 |
| CONTEXTO INSTITUCIONAL | 61 |
| DESCRIPCIÓN DE LA INTERVENCIÓN | 63 |
| FASE 1: El terrario una descripción de condiciones ecológicas | 65 |
| FASE 2: Ambientes Naturales y relaciones sistémicas | 71 |
| FASE 3: El Páramo como territorio de conflicto | 72 |
| <i>LA SISTEMATIZACIÓN COMO RECUPERACIÓN DE LA EXPERIENCIA.</i> | 74 |
| CONSTRUCCIÓN Y ANÁLISIS DE AGRUPACIONES. | 75 |
| El papel de la artificialización en la comprensión de las condiciones ecológicas | 78 |
| La complejización de las explicaciones en la comprensión de los ambientes naturales como ecosistemas. | 82 |
| La comprensión del páramo como ecosistema | 86 |
| REFLEXIONES GENERALES Y LIMITACIONES | 88 |
| <i>PRODUCCIÓN DISCURSIVA.</i> | 91 |
| LA PROFUNDIZACIÓN TEÓRICA Y SU APOORTE EN LA CONFIGURACIÓN DE OBJETOS DE ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS | 91 |
| EL ROL DEL DOCENTE DE CIENCIAS NATURALES | 98 |
| <i>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</i> | 100 |
| <i>BIBLIOGRAFÍA</i> | 102 |
| <i>ANEXOS</i> | 107 |
| ANEXO 1. CUADRO DE RASTREO DEL ESTUDIO DE LA REPRODUCCIÓN EN LOS DOCUMENTOS DEL MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL . | 107 |
| ANEXO 2. GUIA ACTIVIDADES EXPERIMENTALES DESARROLLADAS CON LOS ESTUDIANTES. | 111 |

ÍNDICE DE IMÁGENES

| | | |
|------------|--|----|
| Imagen 1 | Flujograma desarrollado para estructurar el proceder metodológico del trabajo de grado 16 | |
| Imagen 2. | Mapa conceptual sobre los referentes epistemológicos de los problemas de conocimiento. | 55 |
| Imagen 3. | Mapa conceptual sobre los referentes epistemológicos de los problemas de conocimiento. | 56 |
| Imagen 4. | Mapa conceptual sobre los referentes pedagógicos de los problemas de conocimiento | 57 |
| Imagen 5. | Página web desarrollada para la intervención en el aula. https://sites.google.com/view/biologiadecimo/sesi%C3%B3n-1-introducci%C3%B3n | 64 |
| Imagen 6. | Página web desarrollada para la intervención en el aula, sesión 1 introducción, que son los terrarios y cómo funcionan. https://sites.google.com/view/biologiadecimo/sesi%C3%B3n-1-introducci%C3%B3n | 66 |
| Imagen 7. | Página web desarrollada para la intervención en el aula, sesión 1 introducción, caso el jardín en miniatura de Latimer. https://sites.google.com/view/biologiadecimo/sesi%C3%B3n-1-introducci%C3%B3n | 67 |
| Imagen 8. | Infografía realizada como la guía de la construcción del terrario de los estudiantes | 68 |
| Imagen 9. | Padlet realizado como actividad asincrónica en donde los estudiantes comentan sus observaciones días después de la construcción del terrario. | 68 |
| Imagen 10. | Captura de pantallas del contenido de la imagen interactiva realizada sobre la descripción y caracterización de las dinámicas y los seres vivos, a través de la plataforma Genially. https://view.genial.ly/609a18d290af180d5ee734f4/interactive-image-condi | 69 |
| Imagen 11. | Página web desarrollada para la intervención en el aula, sesión 3 descripción y caracterización de las dinámicas en el terrario, actividades experimentales propuestas para los estudiantes complementando explicaciones. https://sites.google.com/view/bio | 70 |
| Imagen 12. | Captura de pantalla de la revista digital desarrollada sobre los ecosistemas representativos de Colombia para la documentación de los estudiantes. https://issuu.com/sebastianperez28/docs/revista_digital | 71 |
| Imagen 13. | Terrarios construidos por los estudiantes durante El terrario una descripción de condiciones ecológicas | 79 |
| Imagen 14. | Fotografía de los montajes experimentales realizados por los estudiantes durante El terrario una descripción de condiciones ecológicas. | 80 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Recopilación de las definiciones del concepto ecosistema en el siglo XX, desarrolladas por Donato, (2015) | 43 |
| Tabla 2. Principales ciclos biogeoquímicos presentes en la naturaleza (Baker y Allen, 1970). | 45 |
| Tabla 3. Ruta de la propuesta de intervención en el aula | 65 |
| Tabla 4. configuración de códigos de los testimonios en los registros | 76 |
| Tabla 5. Matriz de agrupaciones en el ejercicio de sistematización de los registros | 77 |

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de grado “*Condiciones técnicas y teóricas en la configuración del concepto ecosistema*” surge en el marco del programa curricular de la Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales de la Universidad Pedagógica Nacional, donde los diferentes espacios académicos brindaron elementos de orden epistemológico, disciplinares y pedagógicos que permitieron generar cuestionamientos sobre el conocimiento, la ciencia y la enseñanza de las ciencias naturales, posibilitando la reflexión por parte del maestro en su práctica pedagógica, estableciendo la necesidad de generar propuestas de aula significativas para la enseñanza de las ciencias naturales donde los estudiantes transformen sus representaciones sobre el mundo natural.

De esta manera, el presente trabajo propone el concepto ecosistema como objeto de estudio para realizar una profundización sobre las condiciones técnicas y teóricas que permitieron configurar y consolidarlo, dejando de lado la mirada reduccionista con la que se enfoca su enseñanza en el currículo académico de la educación básica y media, además de la sinonimia que se establece entre este y los ambientes naturales.

En este sentido se plantea como objetivo general documentar disciplinar y pedagógicamente los aspectos que favorecen la constitución del concepto ecosistema como un objeto de estudio para las ciencias naturales y su enseñanza, caracterizando los elementos de orden histórico, epistemológico y disciplinar que permiten comprender este concepto y su enseñanza desde la perspectiva de problemas de conocimiento, por lo que se diseñó, implementó y sistematizó una propuesta de intervención en el aula que aportara a la comprensión de este concepto con estudiantes de educación media.

Para desarrollar este propósito del trabajo de grado en el capítulo de profundización teórica se establecen aspectos históricos y epistemológicos que permitieron reconocer las condiciones técnicas y teóricas que configuraron el concepto ecosistema a partir de diferentes momentos que aportaron a la constitución de este concepto, los cuales fueron: historia y organización de la naturaleza, expediciones biológicas: distribución de las plantas y animales, biología de las relaciones, interacciones y complejidad, y por último, la actualidad del concepto ecosistema.

De igual forma, se planteó una profundización pedagógica en la cual se estableció la construcción del concepto ecosistema como objeto de enseñanza desde una ecoperspectiva, además de tomar como principal referente los problemas de conocimiento que brindan elementos de discusión acerca de la enseñanza de las ciencias naturales en la educación básica y media permitiendo constituirse como elementos orientadores para el diseño, implementación y sistematización de una intervención en el aula.

Posteriormente en el capítulo propuesta de intervención en el aula se muestra el diseño de la propuesta de intervención en el aula “*El terrario: Una estrategia para la comprensión de los ecosistemas colombianos*” que tuvo como propósito comprender los ambientes naturales como ecosistemas a partir del estudio teórico-práctico de las condiciones ecológicas, que se desarrolló en tres fases: el terrario una descripción de condiciones ecológicas, ambientes naturales y relaciones sistémicas; y el páramo como territorio de conflicto donde cada una de estas tuvo unas acciones particulares que permitían cumplir con los propósitos establecidos.

Es así como, el desarrollo de la propuesta de intervención en el aula se diseñó un sitio web que permitió contar con un espacio virtual en el que los estudiantes tuvieran la posibilidad de interactuar y acceder a la documentación suministrada, por lo que para la consolidación de esta se hizo uso de las TIC’s que ofrecieron nuevas oportunidades de enseñanza y aprendizaje respondiendo a las dinámicas de educación virtual generadas por la contingencia del COVID-19.

En el siguiente capítulo denominado la sistematización como recuperación de la experiencia, se desarrolla el proceso de sistematización el cual se comprende como la recuperación de la experiencia de la propuesta de intervención en el aula que se establece a partir de las representaciones de los estudiantes sobre el concepto ecosistema en los diferentes momentos de la ruta, donde se realiza una lectura y análisis de los registros tomados, se agrupan estableciendo tres etiquetas: *el papel de la artificialización en la comprensión de las condiciones ecológicas, la complejización de las explicaciones en la comprensión de los ambientes naturales como ecosistemas* y por último, *la comprensión del páramo como ecosistema*.

Posteriormente, en el capítulo de la producción discursiva a partir de la recuperación de la experiencia se recogen elementos centrales que permiten reflexionar sobre la profundización teórica y su aporte en la configuración de objetos de enseñanza de las ciencias naturales, además del rol del docente de ciencias naturales y su configuración como un intelectual comprometido ética y políticamente, reconociendo las implicaciones del trabajo con el concepto ecosistema en la educación básica y media.

Finalmente, en el último capítulo de trabajo de grado se resaltan las principales conclusiones estableciendo unas recomendaciones a tener en cuenta, invitando a los maestros a generar propuestas en las que se use las herramientas tecnológicas puesto que permiten fortalecer el proceso de aprendizaje de los estudiantes y se establecen como una forma atractiva en la enseñanza de las ciencias naturales en la educación básica y media.

CONTEXTO PROBLEMÁTICO

El concepto ecosistema surgió como un argumento teórico que permitió romper con debates existentes entre paradigmas de la ecología del principio del siglo XX, estableciéndose como un concepto clave para la comprensión de las dinámicas de la naturaleza, empleándose con frecuencia en la enseñanza de temas biológicos, es por esto que en este capítulo se pretende recoger elementos relacionados con la enseñanza de los ecosistemas en la educación básica y media en Colombia para configurar un contexto problemático del presente trabajo de grado.

De esta manera, se realiza un análisis de los documentos de la política pública para la educación básica y media en Colombia propuestos por el Ministerio de Educación Nacional (MEN), los cuales están conformados por los Lineamientos Curriculares, los Estándares Básicos de Competencias y los Derechos Básicos de Aprendizaje, dicho análisis se lleva a cabo con el fin de rastrear de qué forma se comprende los ecosistemas para su enseñanza y la manera en que se propone abordarlo en los diferentes niveles escolares.

En segundo lugar, se indaga en la enseñanza de los ecosistemas en la práctica docente haciendo referencias a experiencias propias como licenciado en biología e investigaciones realizadas por otros docentes, permitiendo dar cuenta de la forma en la que se puede abordar el concepto ecosistema en contextos de instituciones educativas de Colombia.

Por último, se recogen cuestionamientos y reflexiones que surgieron en los diferentes seminarios en el interior del programa curricular de la Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales de la Universidad Pedagógica Nacional que permiten generar y comprender otras visiones de la enseñanza del concepto ecosistema en la educación básica y media.

CONTEXTO DE ORIGEN

El concepto ecosistema en la política pública educativa

El Ministerio de Educación Nacional de Colombia para el desarrollo de las orientaciones conceptuales, pedagógicas y didácticas en el currículo del área de ciencias naturales y educación ambiental tiene sus fundamentos legales y normativos a partir de lo estipulado en la Constitución política de Colombia de 1991 y la ley general de educación 115 de 1994, planteando así tres documentos que sustentan el sistema educativo en Colombia: los Lineamientos Curriculares (MEN, 1998), los Estándares Básicos de Competencias (MEN, 2004) y los Derechos Básicos de Aprendizaje (MEN, 2016).

Teniendo en cuenta que estos documentos establecen los criterios para los desarrollos conceptuales y ejemplifican la aplicación de los lineamientos en el diseño de propuestas de contenidos curriculares para el sistema educativo, constituyendo los diferentes temas abordados para cada uno de los grados escolares en el área de ciencias naturales y educación ambiental, se hace un rastreo en estos sobre el concepto ecosistema como objeto de estudio y su enseñanza.

De esta manera, se evidencia que este objeto de estudio es abordado desde los primeros años escolares a partir de la comprensión de los seres vivos y el entorno en el que se relacionan “identifico y describo la flora, la fauna, el agua y el suelo de mi entorno” (MEN, 2006), planteando la enseñanza del concepto ecosistema reducida a la relación de los seres vivos con el agua y el suelo, además se puede establecer como punto de partida para la comprensión de los ecosistemas desde la caracterización de los componentes que lo conforman “comprende la relación entre las características físicas de plantas y animales con los ambientes en donde viven” (MEN, 2016), teniendo en cuenta esta primera aproximación se puede establecer que la enseñanza de los ecosistemas se está abordando desde una visión reducida a los elementos que los conforman dejando de lado las múltiples relaciones que tienen lugar en los ecosistemas.

Posteriormente al avanzar los grados escolares se emplea el concepto ecosistema para los contenidos curriculares por lo que se infiere que los estudiantes en este punto comprenden el significado de ecosistema “analizo el ecosistema que me rodea y lo comparo con otros,

explico la dinámica de un ecosistema, teniendo en cuenta las necesidades de energía y nutrientes de los seres vivos (cadena alimentaria)” (MEN, 2006), adicionalmente se establece que los estudiantes deben representar las dinámicas que se dan en el interior de un ecosistema a partir de cadenas alimenticias y redes tróficas, teniendo en cuenta las relaciones de los flujos de energía que se dan en los ecosistemas desde el proceso de nutrición, dejando de lado otros procesos y relaciones que tienen lugar en el interior de un ecosistema.

De igual forma, se evidencia que la enseñanza del concepto ecosistema para grados inferiores a octavo se realiza de una manera descontextualizada puesto que no se tiene en cuenta ambientes naturales importantes para nuestro país como por ejemplo los manglares, la selva amazónica, los bosques de niebla o los páramos entre otros, por lo que es frecuente que se ejemplifique desde otros ambientes naturales como la sabana o los desiertos africanos los cuales cuentan con condiciones totalmente diferentes.

Por último, se encontró que se promueve una visión fragmentada del concepto ecosistema en las ciencias naturales, debido a que para finalizar el proceso escolar es decir en los últimos grados se genera una separación de sus procesos para que sean objeto de estudio en las diferentes disciplinas (física, química y biología), y no se promueve una mirada articulada a pesar de que el concepto ecosistema por definición supone una interdisciplinariedad, puesto que agrupa los factores abióticos y bióticos del ambiente en donde ocurre una serie de procesos biológicos, físicos y químicos que se relacionan.

Esta fragmentación del concepto ecosistema en la política pública se evidencia en las diferentes características que presenta la organización de los contenidos para el área de ciencias naturales, como lo plantea Fumagalli (2000) esto ocurre por una escasa articulación interna de los contenidos de la enseñanza en términos de relaciones conceptuales, es decir una falta notoria de relaciones entre los conceptos y conocimientos respectivos a física, química y biología.

De esta manera, se reduce los ecosistemas a sus componentes donde en la asignatura de física sólo tendrá lugar los componentes físicos del ambiente y en química los procesos químicos, estableciendo una concepción de los ecosistemas como una agrupación de elementos físicos,

químicos y biológicos, obviando o dejando de lado una serie de relaciones que ocurren en los ecosistemas que son importantes para comprender las dinámicas que se dan en estos.

La enseñanza de los ecosistemas en la práctica docente

Para comprender las prácticas comunes en la enseñanza del concepto ecosistema en la educación básica y media se resaltan diferentes estudios realizados por docentes en su quehacer, estableciendo aportes significativos de la enseñanza del concepto ecosistema en la práctica docente, teniendo en cuenta dos grupos de antecedentes el primero hace referencia a estudios que permiten identificar las nociones que tienen los estudiantes sobre el concepto ecosistema; y el segundo grupo hace referencia a propuestas de actividades que realizan los docentes en el aula de clases para abordar este concepto.

Dentro del primer grupo, se resalta el aporte que realiza el trabajo de Ortegón y Castiblanco (2019) en una institución educativa pública de la ciudad de Bogotá donde se establece concepciones alternativas que poseen los estudiantes sobre el concepto ecosistema, teniendo en cuenta las representaciones que poseen una estructura coherente desde sus experiencias de vida, de esta forma organizan estas nociones en diferentes niveles, estableciendo que la mayoría de los estudiantes se quedan en un nivel descriptivo donde se caracterizan por reconocer aspectos más evidentes de los ecosistemas como los animales, el agua, las rocas y el clima sin profundizar en sus relaciones.

De igual manera, el trabajo de Núñez (2020) *“Narrativas sobre la caracterización de los modelos explicativos asociados al concepto ecosistema en estudiantes del grado noveno Institución Educativa San José de Uré”* en donde caracterizó los diferentes modelos explicativos que tienen los estudiantes sobre el concepto ecosistema, permitiendo comprender que los estudiantes se encuentran en el Modelo 1: Concepción Aditiva del Ecosistema, puesto que no reconocen en su totalidad los elementos constitutivos de un ecosistema ni las relaciones que se dan en este, lo cual se plantea como obstáculo que no permite la comprensión del concepto ecosistema.

También se destaca los aportes del trabajo de Rincón (2011) en el cual realiza una revisión documental sobre las concepciones de los estudiantes de educación básica sobre el concepto

ecosistema, resaltando que en muchas ocasiones los estudiantes se centran en lo evidente y lo más próximo a sus experiencias donde se le atribuye más importancia a los animales, permitiendo comprensiones únicamente desde el reino animal obviando otros organismos como las plantas las cuales solamente las involucran en la idea de la elaboración de alimento en beneficio de los animales, en cuanto a las relaciones se hace énfasis en relaciones del tipo alimenticio por lo que se menciona con frecuencia la depredación representándola a través de secuencias lineales siguiendo un patrón de causalidad desde una relación de causa-efecto unidireccional y directa, se establece entonces que los estudiantes tienen mayor dificultad para razonar el ecosistema desde un pensamiento sistémico.

Por otro lado, en el segundo grupo de hallazgos se resaltan aportes sobre algunas propuestas de actividades para abordar la enseñanza de los ecosistemas desde contextos cercanos a los estudiantes, como es el caso del trabajo de Palacio (2013) donde se plantea una estrategia para la enseñanza del ecosistema bosque tropical desde una secuencia de actividades estructuradas permitiendo que los estudiantes desde la experiencia del contacto directo con el ecosistema generen otras apropiaciones del concepto.

Así mismo, se resalta el trabajo investigativo de Barrera y otros (2017) donde plantea una estrategia didáctica para la enseñanza de los ecosistemas con un enfoque bioético mediado por el uso de las TIC en una institución educativa de la ciudad de Bogotá, permitiendo establecer ambientes virtuales de aprendizaje donde los estudiantes adquieran la apropiación de un pensamiento crítico mediado por principios bioéticos buscando la comprensión del concepto ecosistema, además de la interpretación y toma de postura frente a diferentes problemáticas que acogen los ecosistemas buscando la conservación y la preservación de estos.

De igual manera, se resalta los aportes del trabajo de grado de Ojeda (2018) donde se plantea una estrategia interdisciplinar de enseñanza-aprendizaje para la conservación del páramo Chingaza a través de la comprensión de la estructura, la función y los servicios ecosistémicos del páramo, en la cual se resalta la importancia de la interdisciplinariedad del trabajo en campo y el reconocimiento experiencial de los ecosistemas en pro de su conservación.

Ahora bien, teniendo en cuenta los aportes de los trabajos investigativos mencionados anteriormente en los dos grupos de hallazgos se puede comprender en una primera medida que las nociones que tienen los estudiantes sobre el concepto ecosistema en la clase de ciencias naturales se establecen desde la descripción de sus partes haciendo énfasis en las partes más evidentes en particular el reino animal y desde los cuales se constituyen relaciones de alimentación, estas nociones se pueden establecer a partir de las aproximaciones vivenciales que poseen los estudiantes es decir desde sus experiencias de vida con los ecosistemas, permitiendo afirmar que este concepto se comprende desde una visión fragmentada.

Reflexiones que surgen de los espacios académicos de la Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales

A partir de la formación en la Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales de la Universidad Pedagógica Nacional y sus diferentes seminarios, se han generado una serie de preguntas relacionadas a la práctica docente y la enseñanza de las ciencias naturales, que a lo largo de la profesión docente o incluso en la misma formación como licenciado en biología no se cuestionaron, por lo que surgen diferentes reflexiones que se consideran para la realización de este trabajo de grado e incluso en la práctica pedagógica.

Al establecer el estudio del concepto ecosistema se busca construir explicaciones y cuestionamientos que surgen a partir de la experiencia sensorial, por lo que se pretende ver la ciencia no como juicios históricamente definidos que le dan validez a las estructuras de pensamiento, sino como una actividad cultural que posibilita construir explicaciones a partir de la suma de ideas sobre el mundo, permitiendo dar cuenta de una realidad, así examinar críticamente los fundamentos, concepciones y formas de abordar el mundo.

De esta manera, surge el interrogante por la posibilidad de abordar el estudio de los ecosistemas desde la perspectiva de los problemas de conocimiento, ya que estos permiten la construcción de explicaciones complejas a partir de experiencias que den paso a constantes cuestionamientos, como lo plantean Valencia y otros (2003) “Pensar las ciencias y su enseñanza, en términos de actividad cultural, en donde lo que prima no es la reconstrucción

de los corpus teórico-experimentales disciplinares, sino la generación de condiciones comunicativas y experienciales para la construcción de explicaciones del mundo físico”.

Desde este punto de vista, se establece un espacio de reflexión en la práctica docente que permite llevar a la enseñanza de las ciencias naturales como un conjunto de relaciones que posibilita la construcción de representaciones, entendidas éstas como “construcciones discursivas con carácter ideológico, que afectan las relaciones saber-poder que se dan en los contextos culturales donde circulan y que determinan los procesos y los sentidos de su devenir histórico” (Valencia et al, 2003), de esta manera pensar en prácticas alternativas constituidas por experiencias que desencadenan la organización, reajuste y resignificación de explicaciones de problemas del entorno natural por parte de los estudiantes.

Es así como pensar la modelización y artificialización en la enseñanza de las ciencias naturales cobra un papel importante, puesto que permiten que los estudiantes pasen de una experiencia básica al interés de artificializar el mundo natural, teniendo en cuenta diferentes cuestionamientos sobre aquello que están observando generando que se armen de elementos para la construcción de objetos de conocimiento, definiendo estrategias a partir de variables y relaciones en su tránsito hacia la comprensión de los fenómenos desde una visión sistémica. (Valencia, et al, 2006).

DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

A partir del análisis realizado con los documentos de la política pública de Colombia que estipula el Ministerio de Educación Nacional para la educación básica y media en el área de ciencias naturales, se evidencia que el concepto ecosistema se aborda desde los diferentes niveles escolares de una manera desarticulada, por lo que se plantea que los conceptos y temas relacionados con las propiedades físicas, químicas y biológicas de los ecosistemas se profundicen en las respectivas asignaturas.

De esta manera, la enseñanza del concepto ecosistema y las dinámicas que se dan entre sus diferentes componentes según lo estipulado por las políticas públicas no permite generar relaciones entre sí, por lo que se crea en los estudiantes una visión fragmentada sobre los ecosistemas y concepciones de estos como un conjunto de elementos químicos, físicos y

biológicos reduciendo su estudio a sus componentes, dejando de lado las diferentes relaciones que ocurren en el interior de los ecosistemas.

También se visualizó a partir de los antecedentes que dan cuenta de las prácticas comunes en la enseñanza del concepto ecosistema, el uso de elementos descontextualizados puesto que se hace énfasis en otros ambientes naturales lejanos al contexto de los estudiantes, teniendo en cuenta que en Colombia existen diferentes ambientes que cuentan con condiciones particulares con los que los estudiantes han tenido diferentes acercamientos a través de experiencias de vida posibilitando otras nociones sobre los ecosistemas.

Adicionalmente se evidencia que no se hace uso de un componente histórico para la comprensión de la enseñanza de los ecosistemas, teniendo en cuenta que el concepto ecosistema se configuró y se consolidó como un objeto disciplinar de la ciencias, en este caso de la ecología desde un contexto teórico y técnico a partir de los avances en el estudio de la naturaleza a lo largo de la historia, es por esto que para el presente trabajo surge la siguiente hipótesis:

El estudio de las condiciones técnicas y teóricas relacionadas con la comprensión del concepto ecosistema, aportan en su configuración como objeto disciplinar y de enseñanza de las ciencias naturales en la Educación Media.

OBJETIVOS

Objetivo general

Documentar disciplinar y pedagógicamente los aspectos que favorecen la constitución del concepto ecosistema como un objeto de estudio para las ciencias naturales y su enseñanza.

Objetivos específicos

- Caracterizar los elementos de orden histórico, epistemológico y disciplinar que permiten comprender el concepto ecosistema y su enseñanza desde la perspectiva de problemas de conocimiento.
- Diseñar, implementar y sistematizar una intervención en el aula que aporte en la comprensión del concepto ecosistema con estudiantes de Educación Media.

JUSTIFICACIÓN

Durante la configuración del contexto problemático se evidencia la poca contextualización de la enseñanza del concepto ecosistema a partir de lo estipulado en la política pública para los diferentes niveles escolares, es por esto que se hace necesario elaborar estrategias pedagógicas que permitan acercar a los estudiantes a la noción del concepto ecosistema desde sus propias experiencias de vida y acercamientos que han tenido con diferentes ecosistemas colombianos.

De esta manera, se plantea en el presente trabajo de grado una profundización teórica en aspectos disciplinares y pedagógicos que favorecen la constitución del concepto ecosistema como un objeto de estudio para la biología y su enseñanza, permitiendo recuperar aspectos de orden histórico, epistemológico y disciplinar, estableciendo una alternativa para abordar su enseñanza en la educación básica y media.

Además la construcción de una serie de intervenciones en el aula de clases que permitan generar en los estudiantes una comprensión del concepto ecosistema a partir del estudio teórico práctico de las condiciones ecológicas, lo cual se orienta a partir de uno de los propósitos del programa curricular de la Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales de la Universidad Pedagógica Nacional “construir un espacio de formación para que el maestro asigne un carácter investigativo a sus prácticas de enseñanza a través del desarrollo de alternativas educativas significativas para sus estudiantes.

Por otro lado, al recuperar componentes históricos y epistemológicos que configuraron el concepto ecosistema a partir del estudio de las condiciones teóricas y técnicas permite cumplir otro de los propósitos del programa curricular de la Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales el cual establece “*Formar maestros que, fortalecidos con la historia y la epistemología de su disciplina, puedan desarrollar su trabajo docente y dispongan de elementos indispensables para abordar una perspectiva interdisciplinaria que responda a las exigencias planteadas por la educación básica y los programas de investigación educativa*” puesto que permite fortalecer desde una perspectiva histórica la enseñanza de los ecosistemas en la educación básica y media.

PROCEDER METODOLÓGICO

El presente trabajo de grado “*Condiciones técnicas y teóricas en la configuración del concepto ecosistema*” surge en el marco del programa de Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales de la Universidad Pedagógica Nacional, donde los diferentes espacios académicos brindaron elementos de orden epistemológico, disciplinares y pedagógicos que permitieron generar cuestionamientos sobre el conocimiento, la ciencia y la enseñanza de las ciencias naturales, posibilitando la reflexión por parte del maestro en su práctica pedagógica, estableciendo la necesidad de generar propuestas de aula significativas para la enseñanza de las ciencias naturales donde los estudiantes transformen sus representaciones sobre el mundo natural.

En ese sentido, el objetivo general del trabajo de grado consiste en documentar disciplinar y pedagógicamente los aspectos que favorecen la constitución del concepto ecosistema como un objeto de estudio para las ciencias naturales y su enseñanza, haciendo necesario caracterizar los elementos de orden histórico, epistemológicos y disciplinares que permiten comprender este concepto y su enseñanza desde la perspectiva de problemas de conocimiento, por lo que se diseñó, implementó y sistematizó una propuesta de intervención en el aula que aportara a la comprensión de este concepto con estudiantes de educación media.

De esta manera, se establecen unas formas particulares de proceder que permiten constituir el trabajo de grado y alcanzar el propósito establecido, las cuales fueron: primero los ejercicios de profundización teórica disciplinar y pedagógica, segundo, diseño, implementación y sistematización de la intervención en el aula, y tercero, la construcción de producción discursiva (Imagen 1).

LOS EJERCICIOS DE PROFUNDIZACIÓN TEÓRICA DISCIPLINAR Y PEDAGÓGICA.

Con el fin de caracterizar los elementos de orden histórico, epistemológico y disciplinares que permitieron configurar el concepto ecosistema se realiza un ejercicio de profundización teórico desde una perspectiva histórica que permitió comprender las condiciones técnicas y

teóricas que estuvieron a la base de la constitución del concepto ecosistema empleando como principales referentes a los siguientes autores: Linneo, Buffon, Humboldt, Darwin, Lavoisier, Clements, Morin, Tansley, Lindeman, Odum, Guattari entre otros, que desde sus estudios permitieron generar aportes a la constitución del concepto ecosistema.

De igual forma, se planteó una profundización pedagógica en la cual se estableció como principal referente los Problemas de conocimiento los cuales brindan elementos de discusión acerca de la enseñanza de las ciencias naturales en la educación básica y media permitiendo constituirse como elementos orientadores para el diseño, implementación y sistematización de la intervención en el aula.

EL DISEÑO, IMPLEMENTACIÓN Y SISTEMATIZACIÓN DE LA PROPUESTA DE INTERVENCIÓN EN EL AULA.

Generar una propuesta de intervención en el aula desde la perspectiva de los problemas de conocimiento posibilita una oportunidad para analizar, reflexionar y construir explicaciones con relación al concepto ecosistema como un objeto de estudio en ciencias naturales, permitiendo pensar la ciencia y su enseñanza como una actividad cultural.

De esta manera, se diseña una intervención en el aula teniendo en cuenta los referentes epistemológicos y didácticos de los problemas de conocimientos los cuales permiten establecerse como los sentidos orientadores de la propuesta, puesto que configuran unos referentes prácticos con unas formas de actuar particulares, donde las actividades aportan en la construcción de representaciones en torno al concepto ecosistema.

Adicionalmente, la sistematización como recuperación de experiencias en la enseñanza de las ciencias naturales permite que el docente a partir del reconocimiento de las diferentes representaciones que tienen los estudiantes sobre el mundo natural, reconfigure y reflexione estrategias que posibiliten la problematización de los fenómenos naturales llevando a que los estudiantes complejicen sus explicaciones.

CONSTRUCCIÓN DE LA PRODUCCIÓN DISCURSIVA

En el trabajo de grado se establece el interés por el concepto ecosistema teniendo en cuenta que desde los contenidos curriculares se plantea como un objeto central en la enseñanza de las ciencias naturales, por lo que surge la necesidad de proponer estrategias orientadas a la problematización de las representaciones sobre los ecosistemas que tienen los estudiantes posibilitando su cuestionamiento y transformación.

De esta manera, se plantea la propuesta de intervención en el aula “el terrario: una estrategia para la comprensión de los ecosistemas colombianos” en donde durante el ejercicio de recuperación de la experiencia se recoge los elementos centrales que permiten reflexionar sobre la profundización teórica y su aporte en la configuración de objetos de enseñanza de las ciencias naturales, además del rol del docente de ciencias naturales y su configuración como un intelectual comprometido ética y políticamente, reconociendo las implicaciones del trabajo con el concepto ecosistema en la educación básica y media.

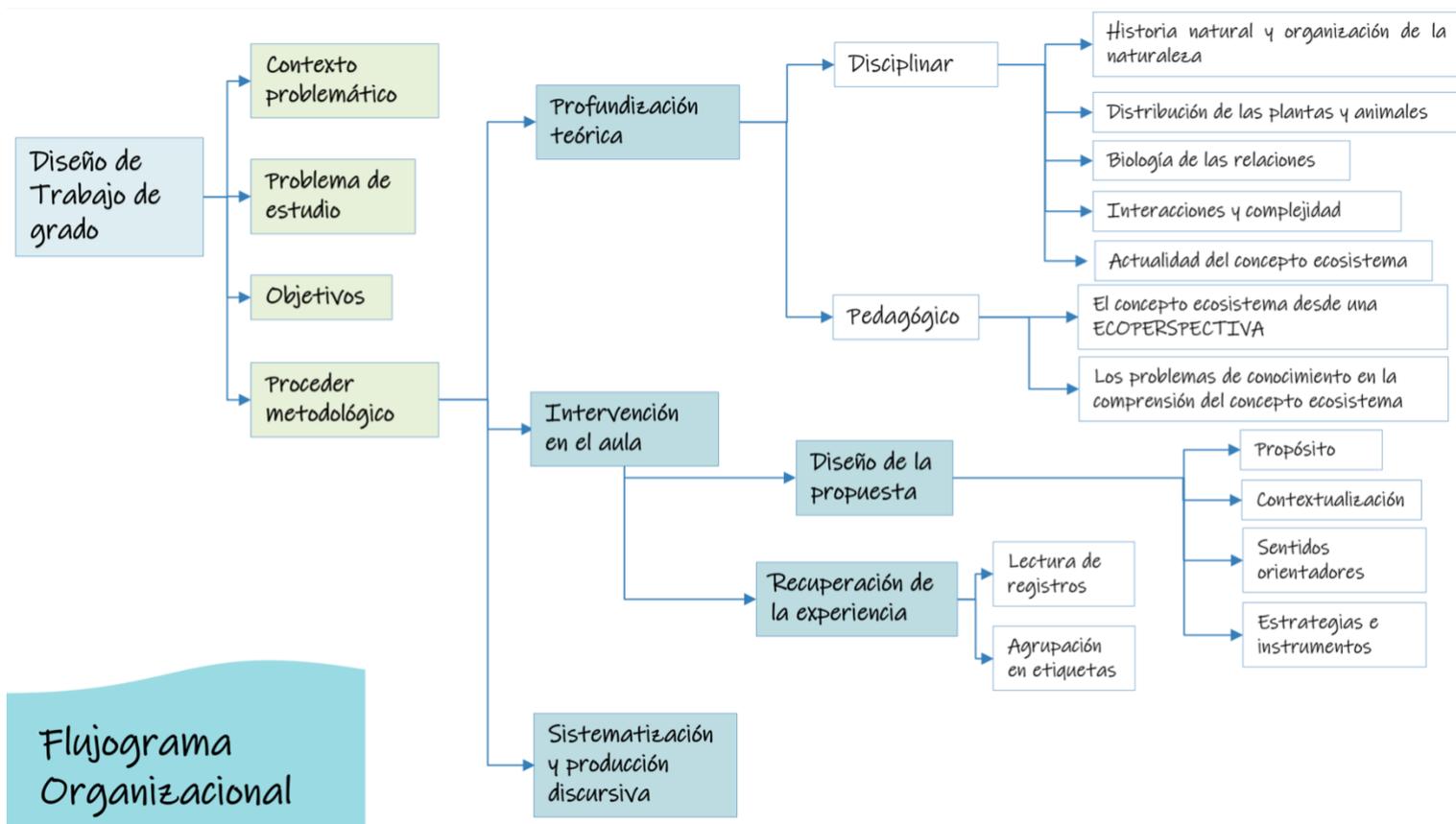


Imagen 1 Flujograma desarrollado para estructurar el proceder metodológico del trabajo de grado

PROFUNDIZACIÓN TEÓRICA

Este trabajo de grado se construye en el marco del programa curricular de la Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales de la Universidad Pedagógica Nacional donde se establece como objetivo construir un espacio de formación para que el maestro asigne un carácter investigativo a sus prácticas de enseñanza a través del desarrollo de alternativas educativas significativas para sus estudiantes y así formar maestros que fortalecidos con la historia y la epistemología de su disciplina puedan desarrollar su práctica docente disponiendo de elementos para abordar una perspectiva interdisciplinar respondiendo a las exigencias de la educación básica y media.

En este sentido, se establece el presente trabajo de grado como la posibilidad de realizar una profundización teórica que permite recuperar elementos de orden teórico para la construcción de una propuesta de intervención en el aula tomando como objeto de estudio los ecosistemas, estableciendo entonces en una primera instancia una profundización teórica disciplinar que recoge asuntos históricos y epistemológicos relacionados a la configuración del concepto ecosistema, y en una segunda instancia una profundización pedagógica en la cual se establece como objeto de enseñanza los ecosistemas desde una ecoperspectiva estableciendo como referente principal los problemas de conocimiento que brindan elementos de discusión acerca de la enseñanza de la ciencia naturales en la educación básica.

PROFUNDIZACIÓN TEÓRICA DISCIPLINAR: ASUNTOS RELACIONADOS CON LA CONSTRUCCIÓN DEL CONCEPTO ECOSISTEMA

En la profundización teórica se establecen asuntos relacionados con la construcción del concepto ecosistema, en donde se recogen una serie de aspectos históricos y epistemológicos que permitieron reconocer las condiciones técnicas y teóricas que configuraron el concepto ecosistema, estableciendo diferentes momentos que aportaron a la constitución de este concepto, los cuales fueron: historia y organización de la naturaleza, expediciones biológicas: distribución de las plantas y animales, biología de las relaciones, interacciones y complejidad, y por último, la actualidad del concepto ecosistema.

Historia natural y organización de la naturaleza

Durante los siglos XVI y XVII los naturalistas a partir de la observación y la descripción respondían a la preocupación por comprender la forma en la que estaba organizada la naturaleza, es por esto que los diferentes avances científicos giraban alrededor de esa idea de organizar la naturaleza comprendiéndola como algo que aparentemente estaba desorganizado, donde se desarrollaba una disputa constantemente entre los seres vivos, es decir una guerra de todos contra todos que mantiene una armonía entre las diferentes especies desde la creación del mundo (Giordan A, et al, 1988).

Desde este punto de vista se comprendía la naturaleza a partir de una filosofía providencialista la cual ve a la naturaleza como las huellas de la creación de un supremo hacedor, por lo que conocer su organización permitía entender la disposición de los seres naturales que responden a los planes de un ser supremo como creador de todo lo que nos rodea, el cual definía una serie de reglas que permitían un orden perfecto en la naturaleza.

Es por esto que en la naturaleza se dividía el trabajo entre cada una de las especies que hacían parte de ella, donde cada organismo cumplía una función determinada por el creador, por ejemplo los animales favorecían la generación de las plantas transportando las semillas, permitiendo que germinen en lugares más lejanos, de igual manera su excremento contribuían al mantenimiento de las plantas ya que devuelven gran parte de la hierba devorada, así cada organismo cumplía un papel importante estipulado previamente por el creador permitiendo la organización de la naturaleza donde cada función se establecida desde el trabajo y el beneficio.

Según las reglas de la naturaleza, sabemos además que las funciones deben estar distribuidas de manera que uno no tenga que realizar un gran número de ellas, sino que a cada cual le sean confiadas las que le sean propias. Por esta razón vemos, en las obras humanas, que quienes cultivan un único arte, pero lo realizan a la perfección, suelen vivir más satisfechos que aquellos que se dedican a varios. (Giordan et al., 1988)

A partir de estas posturas y conocimientos que permitían configurar un contexto teórico se constituye un estudio de la naturaleza donde se elaboraban una serie de criterios a partir de su observación que permitían asignar a una descripción un nombre y a un nombre una descripción, buscando establecer herramientas que posibiliten dar cuenta de esa armonía en

la naturaleza desarrollando diferentes técnicas que permitían la recolecta (museos y colecciones) y la clasificación de los organismos (catálogos, tablas y claves taxonómicas).

Durante esta época muchos naturalistas consideraban que las descripciones breves sobre la naturaleza eran suficientes para explicarla, debido a que están basadas en la observación de especímenes preservados en un museo o en un gabinete de un coleccionista privado, donde al requerir más detalles sobre un organismo en particular se podía recurrir a ver un ejemplar en dichas colecciones (Conniff, 2016); en estas prácticas existía dos limitantes el primero era en cuanto a las técnicas de conservación que para ese momento eran deficientes puesto que los organismos no duraban mucho tiempo, el segundo consistía en la localización de dichas colecciones, puesto que en muchos casos no eran cercanas al lugar en donde los naturalistas estaban desarrollando sus estudios; es por esto que los diferentes avances sobre el estudio de la naturaleza se basaban en referencias encontradas en libros de viajes realizados por otros autores.

Una de las herramientas generadas en esta época y que aún se hace uso para realizar inventarios botánicos y faunísticos es la creada por el naturalista Carl von Linné quien en 1735 publica *Systema naturae* donde establece los principios de la economía de la naturaleza entendida como “la inteligente disposición de los seres naturales instaurada por el Soberano creador, según el cual éstos tienden a fines comunes y tienen funciones recíprocas” (Deléage, 1993), Linné planteaba cuatro principios que van a regir el orden natural los cuales son: la propagación de la especie, la distribución geográfica, la destrucción y conservación inscritas en la estructura de cada individuo.

En el Sistema Natural se distribuyen las plantas con flor en 23 clases teniendo en cuenta la cantidad de estambres u órganos sexuales masculinos que tenía la flor, los cuales se dividían en ordenes según la presencia de estilos el órgano femenino, mientras que las que no poseen flor se distribuyeron en 24 clases, de esta manera para situar una planta en su clase y orden sólo era preciso contar la cantidad de estambres y pistilos que poseía (Pedro, 1999).

De la misma forma, Linné abarcó el reino animal encontrando mayor dificultad ya que no logró establecer un carácter universal para agrupar los géneros comparado con el reino de las plantas, por lo que opta por privilegiar órganos como el corazón, la sangre y a veces el sistema

respiratorio o el reproductivo, estipulando cuatro grupos de sangre roja (mamíferos, aves, anfibios y peces) y dos de sangre blanca (insectos y moluscos) (Pedro, 1999).

Linneo estableció un sistema de clasificación metódica introduciendo la nomenclatura binaria que consistía en designar cada especie por un nombre doble, el primero correspondiendo al género y el segundo a la especie, por lo que agrupaba los seres vivos según sus afinidades y otorgando un término común a todos lo que contaban con estas similitudes, generando una idea de parentesco entre los organismos (Rostand, 1994).

El sistema de clasificación de los seres vivos que planteó Linneo permitía atribuirle un orden a la naturaleza desde un pensamiento creacionista, estableciendo que todos los organismos son creados por las manos de Dios y se han extendido por todo el planeta, los cuales no van a cambiar por lo que llegarán hasta el final de los tiempos (Liñan , 2010), así mismo plantea que todos los individuos han surgido de una misma pareja creada por Dios al principio, por lo que se han conservado contando con características similares a la de sus progenitores negando la posibilidad de que aparezcan nuevas especies diferentes a las creadas (Rostand , 1994).

Es por esto, que la necesidad de diferenciar lo general de lo particular que tenía Linneo al plantear su sistema de clasificación permitió que el estudio de la naturaleza se constituyera a partir de un método y un lenguaje propio, posibilitando generar avances en el diseño científico donde las figuras encuadradas en un marco de metáfora intemporalidad que reflejaban una réplica de unas condiciones como olor, el sabor, el tacto y otras que permitían entender las formas naturales, trascendiera a su comprensión a partir de estructuras, como por ejemplo las partes que conforman el cuerpo de las plantas en cuanto a su composición y disposición (Pedro, 1999).

No obstante, este sistema de clasificación propuesto por Linneo fue ampliamente criticado por otros naturalistas en especial aquellos que se enfocaban en el estudio de los animales teniendo en cuenta las diferentes falencias que presentaba la clasificación para el reino animal, considerando que esta propuesta había dejado de lado otras investigaciones en zoología que se habían desarrollado en este momento al agrupar organismos como por ejemplo los crustáceos en los insectos o el caballo junto con el elefante (Pedro, 1999).

El naturalista Georges Leclerc, Conde de Buffon en 1749 fue uno de los naturalistas que más refutaron los aportes de Linneo, puesto que planteaba que la historia natural de Linneo era arbitraria y que sus bases no eran adecuadas, puesto que la comprendía como un ataque a las tradiciones de la historia natural donde el labor del naturalista estaba ligado a la filosofía mas no a generar artificiosas nomenclaturas planteando “el fin de la historia natural es la contemplación de la riqueza de la naturaleza, no el surgimiento de una árida y abstrusa nomenclatura que aleja al gran público” (Buffon, 1749, citado en Pedro, 1999).

Buffon planteaba que el método de clasificación para la naturaleza más adecuado debía basarse en las relaciones que tienen los organismos con los seres humanos debido a que establecía al hombre como dueño de la naturaleza, situándolo en el centro de una naturaleza diversa y abundante que alcanza el equilibrio por medio de la destrucción y la reproducción (Deléage, 1993).

La naturaleza de Buffon era comprendida como una naturaleza trabajada y cultivada por el ser humano, dejando de lado esa idea de una naturaleza virgen, horrible y hostil donde la historia natural iba a estar determinada por el conocimiento que tenía el humano sobre esta

“¡Qué hermosa es esta naturaleza cultivada! ¡Cuántos tesoros ignorados, cuantas riquezas nuevas! En los valles, praderas risueñas, en las llanuras, abundantes pastos o cosechas aún más abundantes; las colinas cargadas de viñas y frutos, sus cimas coronadas por árboles útiles y bosques jóvenes” (Comte de Buffon, 1802)

De esta manera, Buffon establece una idea de naturaleza civilizada teniendo en cuenta la intervención que tiene el ser humano en la naturaleza quien podía cambiarla a su conveniencia, ya que tenía la característica de ser una especie civilizada que durante este proceso realizaba diferentes prácticas que con ayuda del dominio de los animales y de someterlos en su beneficio lograba transformar la naturaleza un ejemplo de ello era la preparación que se realizaba al suelo para los cultivos.

Las condiciones teóricas de este momento histórico se enfatizaban en comprender la historia natural a partir de identificar, nombrar y describir la naturaleza planteándose diferentes modelos de clasificación a partir de técnicas como los catálogos, tablas y claves, partiendo de la idea de Linneo sobre la organización de la naturaleza y el equilibrio que estaba estipulado por un Dios, en este caso el del antiguo testamento que estaba dispuesto a castigar

severamente toda falta que vaya en contra del equilibrio de la naturaleza (Deléage, 1993) mientras que contraposición Buffon cuestionaba la idea de la creación y proporcionando pruebas científicas de que la biblia estaba equivocada en cuanto a la idea de la edad de la Tierra, (Conniff, 2016).

Tanto Linneo como Buffon se lanzaron a entender la vida en la tierra con toda su diversidad desde sus propias creencias, donde el primero se concentró en nombrar a las especies y organizarlas en grupos lógicos, mientras que el segundo en las relaciones y el comportamiento de las especies estableciendo al ser humano como pilar para el desarrollo de las dinámicas que se daban en la naturaleza, de esta forma ambos permitieron establecer bases tanto teóricas como técnicas para la comprensión de la naturaleza, posibilitando avances para la construcción de otros conceptos importantes que permitirían entender las dinámicas y las relaciones que se daban en la naturaleza.

Expediciones biológicas: Distribución de las plantas y animales

A partir de los cuestionamientos sobre la historia natural que se desarrollaron durante el siglo XVII se establecieron los principios de clasificación desde la observación y descripción de la naturaleza determinando así criterios teóricos para su organización, posteriormente durante el siglo XIX surgen otras preocupaciones a resolver en la historia natural, puesto que los intereses científicos se veían influenciados por las políticas coloniales de los Estados Europeos, dando lugar a la aceleración del control del espacio por parte de Europa permitiendo que las grandes expediciones tengan un papel fundamental (Deléage, 1993).

En un principio los grandes viajes tenían otros intereses más allá de la simple fauna y flora por lo que no se enfocaban solo en esto, se realizaba una descripción sobre los aspectos geográficos, políticos y religiosos de los países visitados atendiendo a la necesidad que se vivía en esa época respecto a la expansión territorial, es por esto que no todos los viajeros eran naturalistas ni todos los naturalistas eran viajeros, existía entonces aquellos naturalistas de salón o de escritorio que realizaron aportes a la historia natural a partir de sus estudios en donde describían la naturaleza viajando con el pensamiento, desarrollando investigaciones a partir de relatos de esos pocos naturalistas que contaban con la posibilidad de realizar sus viajes.

Los grandes viajes de los naturalistas iniciaron en el siglo XVII pero su momento fue a finales del siglo XVIII y principios del XIX, para los primeros viajes se establecía como objetivo reconocer mejor los recursos naturales de otras partes del planeta por lo que en su mayoría eran patrocinados por empresas privadas y por el gobierno, permitiendo que se generaran grandes expediciones mejor organizadas y con medios cada vez más importantes hasta mediados del siglo (Drouin, 1998), donde las experiencias y las anécdotas vividas durante estos viajes se plasmaron en una serie de escritos y relatos en los cuales se describen paisajes, pueblos lejanos y especímenes encontrados, creando así una serie de elementos narrativos a la literatura de la época.

Así mismo, los viajeros no regresaban únicamente con relatos, sino que también traían consigo una serie de especies desconocidas provenientes de otros lugares, pieles de animales exóticos, herbarios acompañados incluso de semillas y a veces plantas sembradas en tiestos (Drouin, 1998), permitiendo que la dimensión del mundo viviente se ampliará trayendo consigo preguntas como: ¿por qué los organismos son tan diversos? ¿por qué hay tanta variedad de organismos?, un nuevo cuestionamiento que permitió configurar nuevas formas de comprender la historia natural a partir de la idea de distribución y diversidad.

Durante los viajes se evidenciaba la gran dificultad que presentaba el estudio de los especímenes puesto que contaban con un carácter frágil que no permitía su preservación, las plantas prensadas, los animales disecados y los insectos secos solían descomponerse o deshacerse, cuando no se los comían los insectos o lo invadía el moho (Drouin, 1998), surgiendo así técnicas para mitigar la dificultad presentada por los naturalistas a la hora de preservar los especímenes, estableciendo recetas que seguían al pie de la letra para la preparación y la preservación de los especímenes hasta su destino en los museos o colecciones privadas

René Lesson (1794-1849), naturalista francés y farmacéutico de marina, que participó en el viaje de la Coquille (1822-1825) encabezado por Louis-Isidore Duperrey, es el autor del artículo «Taxidermie» del Dictionnaire des sciences naturelles (Levrault, 1828). Inicia el artículo con esta extensiva definición: «La taxidermia es el arte de preparar y conservar, a

efectos de colección, objetos de historia natural» y concluye con una lista de los «Objetos necesarios para la conservación de las colecciones de historia natural en los viajes de descubrimiento»:

«[...] antes de embarcar en una campaña de descubrimientos, de una duración prevista no inferior a tres años, es menester procurarse todos los objetos indispensables para garantizar el éxito de la empresa:

«Espíritu de vino incoloro, trescientos litros [...];

«Bocales de vidrio fuerte y blanco, trescientos [...];

(los bocales y el alcohol permiten transportar animales de pequeñas dimensiones.)

«Masilla [...], veinticinco kilogramos [...]

«Sublimado corrosivo, contenido en un recipiente de vidrio con tapón esmerilado y afianzado en el interior de una caja de medicamentos, quinientos gramos.

(El «sublimado corrosivo», al igual que el «jabón de arsénico», servía para tratar las pieles y evitar la putrefacción.). (Levrault, 1829 citado en Drouin, 1998)

Sin embargo, los principios de taxidermia resultaron insuficientes para superar las dificultades encontradas en el estudio de los especímenes, ya que estos métodos no lograban capturar las características que les atribuían vida a esos seres, como resultado de eso se desarrollaba un estudio de la historia natural basado en especímenes secos y sin vida, que no mostraban los detalles observados por los naturalistas durante sus viajes ni las descripciones que plasmaban en sus relatos, para abordar estas dificultades se estableció el uso de las imágenes en las expediciones las cuales desempeñaron un papel fundamental, puesto que permitían llevar versiones en papel de los especímenes a lugares distantes, actuando como representaciones estabilizadas que llevaban especímenes a los herbarios. (Bleichmar, 2016).

De igual manera, las imágenes trascendían de las cuestiones prácticas del transporte ya que lograban dar la idea de vida en los especímenes que eran pensados como muertos por conservar los colores y frescuras, condensar el tiempo y combinar los caracteres accidentales de múltiples especímenes en un tipo idealizado perfecto (Bleichmar, 2016), complementando así sus relatos con imágenes que daban cuenta de esas descripciones realizadas y así, plasmarlas en libros que los naturalistas utilizarían en sus viajes al contar con pruebas válidas, medios claros y convincentes de comunicación, contribuyendo a la relación recíproca entre espécimen, ilustración y descripción textual de la historia natural.

La ilustración en las expediciones se estableció como una técnica vital por medio de la cual los naturalistas investigaban, explicaban e intentaban apropiarse de la naturaleza, las imágenes permitían condensar la información y encarnar visualmente las observaciones, posibilitando mitigar las dificultades espaciales y geográficas de las investigaciones

Las imágenes salvaban la brecha entre el viaje y la inmovilidad, el terreno y el gabinete, al proporcionar una naturaleza domesticada y de papel continua y perfectamente accesible a la exploración virtual. Las ilustraciones de la historia natural ofrecían flores siempre en plena floración, frutos constantemente maduros, animales sorprendidos en la claridad y la permanencia (Bleichmar, 2016).

Durante la conformación de los equipos de trabajo de las expediciones era fundamental contar con un artista e ilustrador puesto que iba a encargarse de plasmar en papel todo aquello que estaban observando en las nuevas tierras para que así se pudieran complementar las investigaciones y adquirir criterios que permitieran veracidad en los relatos de los naturalistas.

De esta manera, en los viajes se realizaba la descripción de los especímenes que serían complementadas por medio de la ilustración, la recolecta de plantas sembradas en materas y algunos ejemplares preparados bajo las técnicas de la taxidermia que posteriormente serían reunidos en recintos, museos, jardines, herbarios o gabinetes de historia natural permitiendo que otros naturalistas pudieran observarlos y compararlos, los viajes y las colecciones constituyeron los dos polos de la historia natural que a partir de la nomenclatura y la clasificación se relacionan y condicionan la adquisición del conocimiento sobre los seres vivos (Drouin, 1998).

No obstante, durante los viajes los naturalistas se dieron cuenta que no todas las especies se encuentran en todos los lugares, mientras que en los jardines botánicos se observaba una diversidad de plantas agrupadas en un lugar específico compartiendo las mismas condiciones estableciendo entonces una naturaleza ordenada y clasificada bajo los criterios establecidos a partir de un sistema de clasificación

El jardín botánico, aún más que el herbolario, es un lugar de engañosa simplicidad; un espacio que encierra el tranquilo zumbido de la vida y desprende un discreto encanto. Junto a cada planta, una etiqueta indica su nombre científico, asignándole así la tarea de representar a toda

la especie de ese nombre. A su alrededor, en el mismo arriate, se congregan plantas que suelen vivir en lugares completamente distintos, incluso en otros continentes (Drouin, 1998).

La clasificación de los seres vivos a partir de las técnicas desarrolladas durante los siglos XVII, XVIII y XIX permitió establecer un sistema lógico de agrupación limitándose a criterios morfológicos dejando de lado una cuestión pendiente: ¿dónde se pueden encontrar esas plantas en la naturaleza?, lo cual implicaba dos problemas distintos el primero sobre el medio en el que viven las plantas y el segundo en qué región del planeta está presente y en cual está ausente (Drouin, 1998).

Teniendo en cuenta estos cuestionamientos, adquiere gran relevancia la expedición botánica realizada por Alexander Humboldt en América en compañía del botánico Aimé Bonpland, en donde expresa: “Recogeré plantas y fósiles y me dedicare a hacer observaciones astronómicas. Me esforzare en descubrir la interacción de las fuerzas de la naturaleza y las influencias que ejerce el entorno geográfico en la vida vegetal y animal.” (Humboldt, 1799 citado en Deléage, 1993).

Humboldt muestra una preocupación por la distribución geográfica de los seres vivos, lo que lo lleva a plantear por primera vez la distinción entre las plantas sociales que viven en sociedad y las plantas que se encuentra aisladas, demostrando la utilidad de la geografía de las plantas en la reconstitución de la historia antigua de los continentes desarrollando discusiones sobre el origen y el desplazamiento de las plantas (Deléage, 1993).

Con su expedición botánica Humboldt establece los principios de la geografía botánica planteando un sistema explicativo global en el que resalta la importancia de los datos físicos como la temperatura, insolación, humedad entre otros, definidos por su situación espacial en cuanto a su altitud y latitud determinando a su vez los pisos de la vegetación que reproducen las zonas climáticas desde el ecuador hasta el polo (Giordan et al., 1988).

A partir de esto se establece lo que se podría considerarse como la primera unidad ecológica denominada comunidades vegetales, las cuales desempeñan un papel fundamental en la configuración del concepto ecosistema, ya que su estudio permite definir los límites espaciales y la vegetación que se encuentra en la red relaciones complejas con el suelo, el

clima y la población animal, ejerciendo una influencia bidireccional entre todos los componentes (Deléage, 1993).

Continuando con el cuestionamiento por la distribución geográfica de los seres vivos en la superficie del planeta tierra, Darwin reorganiza el contexto teórico sobre el conocimiento de la naturaleza, generando reflexiones sobre la herencia cuestionando la idea sobre la creación simultánea de la misma especie en varios puntos del planeta (Deléage, 1993), por lo que confirma que la explicación exclusivamente basada en factores físicos era insuficiente planteando que “la distribución de la Tierra en Antiguo y Nuevo Mundo constituye una de las divisiones más fundamentales de la distribución geográfica” (Drouin, 1998).

Darwin entonces plantea las bases para comprender mejor el papel que cumple las barreras, los pasos, las islas, los archipiélagos entre otros al comparar la tierra que separa dos faunas puesto que estudia las condiciones que favorecen el desplazamiento de los seres vivos, interpretando la distribución de la fauna y la flora “Estos hechos denotan la existencia de un vínculo orgánico íntimo y profundo que prevalece en el tiempo y en el espacio, en las mismas extensiones de tierra y de mar, independientemente de las condiciones físicas” (Drouin, 1998), estableciendo que la afinidad entre especies de una misma región se da por la existencia de una comunidad original y las diferencias aparecen como consecuencia de las variaciones del medio a lo que denomina como selección natural, argumentando que las especies que viven en extremos opuestos deben tener un mismo origen por lo que es necesario buscar antepasados comunes y rastrear sus migraciones.

De esta manera, Darwin con sus estudios establece la comprensión de la biogeografía como término de una historia y la clasificación como una genealogía por lo que al discutir los sistemas de clasificación escribe

Todas las reglas, todas las dificultades, todos los medios de clasificación citados se explican, a menos que me equivoque de forma extraña, si admitimos que el sistema natural se basa en la descendencia con modificaciones y que los caracteres que, según los naturalistas, indican las afinidades reales entre dos o más especies proceden, por vía hereditaria, de la existencia de un progenitor común. Una clasificación verdadera es por tanto genealógica; la descendencia común es el vínculo oculto que los naturalistas siempre han buscado inconscientemente, con el pretexto de descubrir un plan desconocido de la creación, de

enunciar propuestas generales o de reunir cosas semejantes y separar cosas diferentes (Darwin, 1876 citado en Drouin, 1998).

Finalmente, se evidencia que el contexto teórico de la historia natural en un principio se enfatiza en la preocupación por imponer una nomenclatura y un sistema de clasificación en el cual se pudiera nombrar los especímenes recolectados por los naturalistas, que junto con las técnicas de preparación y conservación desarrolladas a principios del siglo XIX y la introducción de la ilustración como parte fundamental de los viajes se consolidó la ciencia de la clasificación.

La contribución de las grandes expediciones fue la posibilidad de crear de un saber acumulativo sobre los seres vivos permitieron cambiar las preocupaciones presentadas en el estudio de la naturaleza, pasando a interrogantes sobre la distribución de las especies vegetales y animales por la superficie del planeta, donde los viajes y las migraciones que el hombre impone a las especies marcan los límites del determinismo geográfico, planteando así la geografía de los seres vivos como el término actual de una historia de los seres vivos, trazando las líneas de un gran árbol genealógico (Drouin, 1998).

De esta forma, se puede establecer que las grandes expediciones biológicas configuraron unas condiciones teóricas para la comprensión del concepto ecosistema, puesto que contribuyeron a comprender la naturaleza desde la relación entre espécimen, ilustración y la descripción textual permitiendo que los viajes complementarían las colecciones biológicas condicionando a la clasificación de los organismos en este periodo las adquisición del conocimiento de los seres vivos.

De igual manera, es importante resaltar los aportes de Darwin que configuran unas condiciones teóricas para la constitución del concepto ecosistema puesto que establece la comprensión de la biogeografía como término de una historia, puesto que permite dar cuenta los procesos de adaptación de los seres vivos a partir de una distribución de los organismo por el planeta, así mismo plantea la clasificación como una genealogía puesto que estos sistemas se basan en la descendencia con modificaciones por lo que los caracteres que indican las similitudes son las explicaciones de la existencia de progenitores en común.

Biología de las relaciones

Al indagar sobre las condiciones teóricas que permitieron configurar el concepto ecosistema se puede evidenciar que a partir de las diferentes técnicas desarrolladas desde los siglos XVIII hasta el siglo XIX, la tradición naturalista se reducía a comprender la naturaleza a través de un sistema de clasificación y posteriormente a la distribución geográfica de los seres vivos sobre el planeta ignorando la corriente científica que estudiaba la química de lo vivo (Deléage, 1993), a finales del siglo XVIII ya se estudiaba la composición de los diversos cuerpos orgánicos, surgiendo así cuestionamientos más allá de la variedad de los seres vivos enfatizando en la unidad del mundo vivo que representaría una infinidad de estructuras en la cual se encontraría gran diversidad de compuestos (Jacob, 1972).

De esta forma, se establece una corriente en la que se incluye la química para la comprensión de los seres vivos, estudiando las sustancias que componen y recorren los organismos, el flujo de materia, las transformaciones de las sustancias, la naturaleza de los elementos y la combinación de entrada y salida de estos, lo cual le atribuirá el carácter de vida “en los seres vivos existe, una fuerza particular capaz de determinar un cambio de forma y de movimiento en la materia, de alterar y destruir el estado de reposo química que mantiene combinados los elementos de las sustancias alimenticias destinadas al organismo: es la fuerza vital” (Jacob, 1972).

Es así como aparece la preocupación por las relaciones que hay entre las estructuras, las sustancias y los recorridos que permite que los seres vivos puedan sobrevivir a las condiciones particulares que tiene el ambiente en el que se encuentra, desarrollando una serie de procesos como la respiración, la nutrición, la excreción entre otros que permiten adquirir un carácter de vida manifestándose como un fenómeno, de esta manera se establece entonces unas interacciones entre los seres vivos con los elementos físicos y químicos presentes en los ambientes naturales que se expresan en procesos metabólicos, posibilitando otras comprensiones sobre los organismos desde las acciones que desarrollan para adaptarse a unas condiciones presentes.

En un principio Antoine Lavoisier recurrió a la química de los gases y las investigaciones sobre la función del oxígeno en la combustión planteando que los organismos descomponen

y reconstituyen el aire atmosférico precisamente de la misma manera que un cuerpo que se quema, relacionando así la respiración de los seres vivos con el proceso de combustión (Coleman, 2016), a partir de técnicas experimentales Lavoisier crea un instrumento denominado el calorímetro de hielo, el cual permitía estimar mediante la cantidad de hielo fundido la cantidad de calor emanado en un periodo dado por unidad de bióxido de carbono producido, probando su hipótesis que planteaba que la producción de calor, el fuego y la vida se comportaban de manera análoga y probablemente idéntica y la base de ambos era la liberación regular de calor en el proceso de combustión (oxidación) planteando la respiración como:

una combustión, muy lenta, es cierto, pero estrictamente comparable con la del carbón. Toma lugar dentro de los pulmones [...] [y] el calor producido por esa combustión es comunicado a la sangre que atraviesa los pulmones y de ahí es distribuida a través de todo el cuerpo. Por lo tanto, el aire que respiramos sirve a dos funciones igualmente necesarias para nuestra conservación: retira de la sangre la base del aire fijado [carbono], cuya superabundancia es muy nociva, y el calor que esta combinación [carbono más oxígeno] libera en los pulmones restaura el calor continuamente perdido [por el cuerpo]. (Lavoisier, 1780 citado en Coleman, 2016).

Medio siglo después de Lavoisier se realizaron avances significativos que permitían comprender los procesos que tenían los elementos de la naturaleza y su relación con los seres vivos, estudios sobre los ciclos de los elementos establecerán las bases de la química de los seres vivos, donde Jean-Baptiste y Boussingault en el *Ensayo de estática química de los seres organizados* plantean

Así pues, en el reino vegetal es donde reside el gran laboratorio de la vida orgánica; es ahí donde las materias animales y vegetales se forman, y lo hacen a expensas del aire; de los vegetales, estas materias pasan totalmente formadas a los animales herbívoros, que destruyen una parte de ellas y acumulan el resto en sus tejidos; de los animales herbívoros pasan totalmente formados a los animales carnívoros, que destruyen o conservan parte de ellas según sus necesidades; por último, durante la vida de estos animales o después de su muerte, estas materias orgánicas, a medida que se destruyen, vuelven a la atmósfera de donde proceden, así se cierra este círculo misterioso de la vida orgánica en la superficie del globo [...] (Dumas, 1844 citado en Deléage, 1993).

Por lo tanto, a partir del reconocimiento de los elementos que conforman la naturaleza con los que los seres vivos tienen relaciones se establece una caracterización fisicoquímica de la naturaleza, estableciendo que los ambientes cuentan con unas condiciones con las que los

seres vivos van a interactuar a partir de los diferentes procesos como por ejemplo la respiración y la fotosíntesis.

De esta manera, se evidencia entonces que la aparición del método experimental para la comprensión de la naturaleza adquiere un papel fundamental para la adquisición de métodos, técnicas y lenguajes propios de las diferentes disciplinas que se desarrollaron durante el siglo XVIII y principios de XIX, donde investigaciones como las de Lavoisier sobre la composición química de lo vivo propició un acercamiento de la química y la fisiología.

Los estudios sobre la naturaleza adquirirían entonces un alto grado de rigurosidad en las investigaciones ya que a partir del método experimental estaban entrando en los estrictos análisis experimentales, lo que significaba que se introduciría en métodos más refinados de medición y descripción, así mismo en un método mediante el cual se podía formular hipótesis generando predicciones que estarían expuestas y replicadas a través de la prueba experimental (Allen, 2017).

Como consecuencia la fisiología se volvió más intervencionista donde para el estudio de los procesos de los seres vivos se experimentaban con los órganos, se alteraban las condiciones de ensayo y se analizaban por separado las variables que intervienen en dichos procesos, “Los seres vivos ya no representaban estructuras globales, impenetrables; ahora se podían estudiar las funciones de las partes que se integraban en el organismo” (González Expósito, 2002).

Asimismo, era posible estudiar los organismos desde adentro intentando no alterar la función de las partes cuando se aislaban del todo teniendo en cuenta que la función de los órganos no es independiente, se hace indispensable el estudio de los órganos para pasar a los tejidos, a su vez a las células y posteriormente a las moléculas

así como la Física y la Química llegan, a través del análisis experimental, a encontrar los elementos minerales que entran a formar parte de los cuerpos químicos, cuando se quiere conocer los fenómenos de la vida en toda su complejidad, es necesario ir a lo más recóndito del organismo, analizar los órganos, los tejidos, llegar hasta los elementos orgánicos. (Bernard, 1865 citado en González 2002)

La fisiología se convirtió en el primer campo de estudio de la vida que adoptó un enfoque experimental durante el siglo XIX, puesto que en este periodo los órganos del cuerpo fueron aislados y sometidos a experimentos en los que hicieron pasar líquidos de composición conocida a través de las venas y las arterias, de igual forma también se estimularon músculos y nervios con corrientes eléctricas, donde se registró el paso de los impulsos por las vías nerviosas, además se midieron las propiedades ópticas de los lentes aislados de las retinas de los ojos de los invertebrados.

Estos estudios permitieron comprender a los seres vivos como máquinas complejas donde su funcionamiento solo podría ser entendido a partir de las herramientas que proporcionaba un enfoque fisicoquímico, en este sentido se adoptaron directamente los métodos de medición y análisis utilizado en los laboratorios de física y química (Allen, 2017).

De esta forma, es importante resaltar que la aparición del método experimental como condición técnica durante este periodo en la comprensión de la naturaleza adquiere un papel fundamental, puesto que permitió consolidar métodos, técnicas y lenguajes propios para el estudio de la naturaleza posibilitando la consolidación de bases conceptuales para la configuración del concepto ecosistema.

Además, el reconocimiento de los elementos que conforman la naturaleza y cómo los seres vivos se relacionan con estos a partir de unos procesos de adaptación hacia la presencia o ausencia de sustancias en la naturaleza expresados en procesos metabólicos, permite la comprensión de las condiciones particulares en los ambientes donde se establece la caracterización fisicoquímica de la naturaleza, posibilitando unas condiciones teóricas particulares que permiten otras comprensiones de la naturaleza consolidando bases para comprender la naturaleza como un ecosistema.

Interacciones y complejidad

En un principio el estudio de la naturaleza durante el siglo XVIII se enfocaba en desarrollar sistemas que permitieran clasificar la naturaleza, posteriormente con los viajes realizados por los naturalistas en el siglo XIX las preocupaciones se centraron en la distribución de los seres vivos sobre el planeta, finalmente la implementación de un enfoque experimental y la

aplicación de técnicas de otras disciplinas (química y física) a finales del siglo XIX permitieron comprender los seres vivos desde las relaciones que existe entre las estructuras, las sustancias y los recorridos que hacen posibles los diversos procesos metabólicos, como consecuencia de esto surge entonces un periodo de cambios filosóficos en la comprensión de los fenómenos naturales los cuales pasarían de una corriente idealista a una corriente materialista.

En la corriente idealista la mente, la idea y el concepto abstracto es lo primario mientras que la materia es lo secundario partiendo de la afirmación “no existe una realidad externa sólo existe el mundo de las ideas” (Allen, 2017) esta corriente filosófica estuvo presente en los estudios desarrollados por Linneo y Buffon, puesto que consideraban el orden de la naturaleza a partir de la creación de Dios y la interacción de los seres vivos con el ser humano, estableciendo así una concepción de los organismos como grupos abstractos, inmutables, formados por la mente del creador.

Por otro lado, el materialismo plantea que la materia existe con anterioridad e independiente de todas las concepciones sensibles o ideas acerca de su naturaleza y organización, por lo que el universo y sus fenómenos tienen una existencia independiente del hombre y sus percepciones, donde las teorías sobre el universo reflejan de diferentes maneras la realidad estableciendo que la naturaleza material viene primero, mientras que las ideas vienen después y se derivan de la realidad material previamente existente (Allen, 2017).

Bajo el marco de una perspectiva idealista se puede establecer el enfoque holístico en el cual se comprendía la naturaleza a partir de sus partes, planteando que los seres vivos no se pueden obtener como la suma de las propiedades fisicoquímicas de sus componentes, mostrando la totalidad orgánica que no se puede descomponer en sus partes por lo que deben ser aceptadas y comprendidas en su todo, desde este enfoque se desarrollan planteamientos científicos que hacen referencia explícita a la complejidad, así González (2018) plantea que los enfoques holísticos poseen las siguientes características:

- Conciben la realidad como totalidades o sistemas abiertos en evolución y con múltiples componentes en interacción.

- Entienden que las totalidades o sistemas complejos no son lineales y operan bajo condiciones de no equilibrio.

De esta manera, los estudios de la naturaleza durante principios del siglo XX se desarrollaron desde la corriente holística como por ejemplo el sistema global propuesto por Clements en 1916 en *Plant sucesión* en donde describía e interpretaba las formas vegetales planteando que una comunidad está formada por un conjunto de plantas que viven en una misma localidad manteniendo relaciones entre sí, considerándose como un organismo complejo (Giordan et al., 1988), por lo que se crea entonces la noción de superorganismo para plantear un nivel superior en la naturaleza.

Al igual que un organismo, una formación nace, crece, madura y muere... Además, todo clímax puede reproducirse, repitiendo con una fidelidad rigurosa las etapas de su desarrollo. La historia de la vida de una formación se desarrolla siguiendo un proceso complejo pero definido, comparable en sus grandes líneas a la historia de la vida de una planta aislada (Clements, 1916, citado en Deléage, 1993).

La asimilación de la comunidad vegetal como un organismo posibilita el análisis a partir de estructuras como por ejemplo los estratos verticales u horizontales, los cuales están determinados por las condiciones físicas del entorno y por diferentes procesos entre los cuales Clements destacaba la invasión y la reacción (Deléage, 1993), planteando que la invasión estará siempre controlada por las condiciones del medio, donde sus modificaciones darán como resultado un conjunto de invasiones “La causa inicial de la sucesión, (...) debe buscarse en una modificación física del hábitat; su continuación depende de la reacción que cada estadio de la vegetación ejerce sobre los factores físicos que constituyen el entorno” (Clements, 1905, citado en Deléage, 1993).

A partir de la teoría de sucesión se establece un contexto teórico pero al mismo tiempo unas condiciones técnicas para el estudio de las comunidades vegetales, puesto que plantea un método experimental donde sugiere la utilización de técnicas de observación y de medidas de los parámetros físicos a través de instrumentos como se hace en el laboratorio, utilizando el quadrat que consiste en una separación espacial en áreas (5 metros cuadrados) distinguiendo diferentes regiones donde se identifican, se hace un inventario y se señala en un mapa las plantas presentes en el área, posibilitando hacer comparaciones numéricas en el

espacio teniendo en cuenta las modificaciones sucesivas de la vegetación a través del tiempo (Deléage, 1993).

De igual manera, Clements permite aproximar las comunidades vegetales a la idea de sistema que estaba emergiendo en los estudios de diferentes disciplinas, como por ejemplo la termodinámica donde permitía distinguir lo cerrado de lo abierto, esta idea de sistema no se había desarrollado por completo pero se entendía como una interrelación de elementos que constituyen una entidad o unidad global, desde esta noción de sistema se destacan dos caracteres principales: la interrelación de los elementos y la unidad global constituida por estos elementos e interrelación (Morin, 2001).

En la idea de sistema se articula la de totalidad, la de interrelación y el concepto de organización “una totalidad organizada, hecha de elementos solidarios que no pueden ser definidos más que los unos con relación a los otros en función de su lugar en esta totalidad (Saussure, 1931 citado en Morin, 2001), desde el momento en que las interrelaciones entre los elementos tienen un carácter estable convirtiéndose en organizacionales permitiendo convertir esos elementos en los componentes de un todo, es decir la totalidad se puede unir a interrelación mediante la idea de organización la cual se puede definir como “la disposición de relaciones entre componentes o individuos que produce una unidad compleja o sistema, dotado de cualidades desconocidas en el nivel de los componentes o individuos” (Morin, El Método I La naturaleza de la Naturaleza, 2001).

Hay pues, una reciprocidad circular entre estos tres términos: interrelación, organización, sistema. Aunque inseparables, estos tres términos son relativamente distinguibles. La idea de interrelación remite a los tipos y formas de unión entre elementos o individuos, entre estos elementos/individuos y el Todo. La idea de sistema remite a la unidad compleja del todo interrelacionado, a sus caracteres y sus propiedades fenoménicas. La idea de organización remite a la disposición de las partes dentro, en y por un Todo. (Morin, El Método I La naturaleza de la Naturaleza, 2001)

Durante la primera mitad del siglo XX el concepto sistema permitía establecer otras comprensiones sobre los fenómenos encontrándose de manera explícita o implícita en las diversas explicaciones sobre la naturaleza, pero era un término que no había sido estudiado ni reflexionado debido a la existencia de la exclusiva atención a los elementos constitutivos de los objetos y a las leyes generales que los rigen impidiendo la emergencia y la

consolidación de la idea de sistema (Morin, 2001), estableciendo entonces este concepto como débil y carente de significado concreto para las explicaciones de los fenómenos naturales.

Es así como la corriente reduccionista que estaba tomando fuerza con la implementación de un método experimental de aislamiento de las partes de los sistemas que se desarrolló durante finales del siglo XIX en la fisiología y demás disciplinas que estudiaban los fenómenos vivos, entra en contraposición de la corriente holística, puesto que establece que todos los aspectos y propiedades de los seres vivos son exclusivamente el producto de la interacción de sus componentes funcionando de acuerdo con las leyes de la fisicoquímica (Diéguez, 2012).

De esta manera, Glaseon en 1926 cuestiona la noción y la asimilación de las comunidades como un superorganismo propuestas por Clements, puesto que concibe estas como la confluencia de individuos con unas mismas exigencias ambientales reunidas en un punto por cuestiones azarosas de dispersión, es decir esta comunidad sería el resultado de una partición artificial (Giordan et al., 1988), adicionalmente en 1935 Tansley publica su artículo “The Use and Abuse of Vegetational Concepts and Terms” como una crítica a la concepción de la teoría de sucesión, la noción de superorganismo y la idea de clímax como equilibrio de las comunidades.

En un principio Tansley siente la necesidad de aclarar los conceptos y la terminología de la ecología vegetal por lo que establece una unidad más amplia que la de comunidad vegetal proponiendo hablar de un sistema ecológico, el ecosistema que permite abarcar el suelo y el clima, tomando el concepto sistema en el sentido que se emplea en la física por lo que el ecosistema formará parte de una escala de sistemas que irían desde el átomo hasta el universo (Giordan et al., 1988).

La noción más fundamental es, según me parece, la totalidad del sistema (...), que incluye no sólo el complejo de los organismos, sino también todo el complejo de factores físicos que forman lo que denominamos el medio del bioma, los factores de hábitat en un sentido amplio (...). Los sistemas así formados son, desde el punto de vista de ecólogo, las unidades de base de la naturaleza en la superficie de la tierra (...). Estos ecosistemas, como podemos llamarles, ofrecen la mayor diversidad de tipo y de tamaño. (Tansley, 1935 citado en Deléage, 1993)

Tansley establece que los ecosistemas son el producto de una creación mental donde se aíslan imaginando una frontera entre ellos y el resto de universo, esta operación mental posibilita estudiar la dinámica de su progreso hacia una mayor integración y una mayor estabilidad, y también las interacciones, los solapamientos, las sinergias o los antagonismos con los demás ecosistemas (Deléage, 1993).

Así mismo, cuestionando la idea de clímax Tansley plantea que el acceso gradual de los ecosistemas a un equilibrio más estable es un caso del proceso universal de evolución de los sistemas en equilibrio dinámico, en los ecosistemas se deduce una historia de una complejidad infinita de la destrucción y de surgimiento de ecosistemas, bajo los procesos de orgánicos de la evolución, de los cambios radicales de la superficie y de los climas de la Tierra (Deléage, 1993).

Demuestra también la importancia de tener en cuenta los factores bióticos y las acciones del ser humano en las condiciones que presentan los ambientes, las actividades humanas constituyen un factor abiótico sumamente importante que deben ser objeto de estudio de la ecología, estableciendo la necesidad de disponer de un sistema de conceptos ecológicos que incluya el conjunto de procesos de intervención del ser humano en la naturaleza (Deléage, 1993).

no podemos limitarnos a las entidades pretendidamente «naturales» y dejar de lado los procesos y los fenómenos vegetales que las actividades humanas nos proporcionan actualmente con tanta abundancia. Científicamente, esta perspectiva no sería válida, puesto que el análisis científico debe ir más allá de las apariencias formales de las entidades «naturales», y prácticamente no sería útil puesto que la ecología debe adaptarse a las condiciones creadas por las actividades humanas. (Tansley, 1935 citado en Deléage, 1993).

De esta manera, el concepto ecosistema surge como la posibilidad de resolver la discusión entre el reduccionismo que afirmaba que se puede entender la naturaleza de un fenómeno al reducirlo a sus partes y el holismo que planteaba que el todo es algo más que la suma de sus partes, es decir el ecosistema se dio como un argumento teórico más no como el resultado de estudios sobre la naturaleza a partir de técnicas ni mucho menos de una síntesis de observaciones sobre los fenómenos naturales (Rincón, 2017), la asimilación de la naturaleza como un sistema a partir de la idea de unidad compleja constituida por partes diversas interrelacionadas permite generar un puente entre los dos puntos de vistas (holístico y

reduccionista) en un solo enfoque, puesto que no se puede reducir ni el todo a las partes ni las partes al todo, sino que es preciso concebirlas juntas de forma complementaria y antagónica. (Morin, 2001).

A partir de la implementación de una idea de complejidad se puede pasar de las discusiones entre los paradigmas holistas y reduccionistas, donde el primero reduce las propiedades de las partes a las propiedades del todo mientras que el segundo reduce la explicación del todo a las propiedades de las partes conocidas aisladamente, ambas buscaban simplificar el problema de una unidad compleja por lo que se plantea la búsqueda de comprender esa complejidad teniendo que ninguno de estos dos términos (partes y el todo) deben ser reducibles al otro.

apelando a un principio de inteligibilidad que integra la parte de verdad incluida en uno y otra: no debe haber aniquilación del otro por las partes, ni de las partes por el todo. Importa, pues, aclarar las relaciones entre partes y todo, donde cada término remite al otro: «Tengo por imposible conocer las partes sin conocer el todo, y también conocer el todo sin conocer cada una de las partes». (Morin, 2001)

Ahora bien, la emergencia de la noción de ecosistema permite que el biotopo pase de una unidad territorial a una unidad organizadora puesto que “las interacciones entre vivientes, al conjugarse con los constreñimientos y posibilidades que proporciona el biotopo físico (y al retroactuar sobre éste) organizan precisamente al entorno en sistema” (Morin, 2002), estableciendo entonces un pensamiento organizacionista que iría más allá de la organización estrictamente física esta sería entonces la eco-organización un tipo de organización que tiene origen en el carácter viviente.

Esta eco-organización no es frágil, inestable y desequilibrada más bien es una organización sólida, estable y regulada, es decir es llevada a la expresión de complejidad, ya que en ella “la unidad y la diversidad extrema, el orden y el desorden extremo, la solidaridad y el antagonismo extremo no coexisten, sino que están unidos por necesidad” (Morin, 2002), en esta eco-organización se construye y se mantiene por las asociaciones, cooperaciones, luchas, devoraciones y predaciones, adquiriendo un carácter constructor de gran complementariedad, sin dejar de ser destructoras (Morin, 2002).

Las diversas interacciones que ocurren en el interior del ecosistema son complementarios, concurrenciales y antagonistas, además son generadas y generadoras en los ciclos físicos, químicos, biológicos, los cuales se mezclan entre un enmarañado de bucles permitiendo configurar el Pluribluque que constituye la eco-organización (Morin, 2002), dándole una característica autónoma a partir de la emergencia de los ciclos catalíticos que posibilitan la configuración de estados de orden-desorden de complejidad creciente, estos son procesos cíclicos en donde los materiales y la energía pueden generarse continuamente y reutilizarse.

De esta manera, en condiciones favorables el flujo de energía que pasa a través de un ecosistema fuera del equilibrio organiza sus estructuras y componentes permitiéndoles acceder, utilizar y almacenar cantidades crecientes de energía libre (Laszlo, 1993), para que se dé el flujo de energía en los ecosistemas se debe contar con componentes simples (reactantes iniciales) que se pueden configurar como componentes complejos (productos finales), también con diversidad de componentes y estructuras complejas que permiten una estabilidad en un estado dinámico estable, por último, debe haber una retroalimentación y ciclos catalíticos entre los principales componentes del sistema (Laszlo, 1993).

Estos ciclos catalíticos tienden a desarrollarse bajo una diversidad de condiciones por lo que tienen gran estabilidad y producen un índice de reacción rápida, se puede establecer dos tipos de ciclos catalíticos: el primero es la autocatálisis que se da cuando un producto de reacción cataliza su propia síntesis, el segundo es la transcatálisis que se da cuando dos productos diferentes o grupos de productos catalizan la síntesis (Laszlo, 1993).

De esta forma, los componentes que integran los ecosistemas sufren constantemente transformaciones y generan flujos energéticos que permiten garantizar que el sistema viviente se mantenga en desequilibrio, a través de estos flujos de materia y energía que establece el sistema abierto con su entorno posibilita el aumento de sus niveles de complejidad, estos flujos configuran las dinámicas energéticas (transporte de componentes químicos, luz solar, alimento o calor) que permiten relacionar el sistema con su entorno estableciéndole un carácter de complejidad (Valencia et al., 2019).

Los estudios realizados por Lindeman (1942) establece la noción de ciclo trófico que vincula “los productores, los consumidores y los descomponedores mediante la alternancia de la vida

y la muerte, la circulación de la materia y la energía” (Giordan et al., 1988), esta propuesta implementó una cuantificación a partir de modelos físicos y químicos que permitieron dar cuenta de la productividad y rendimiento (equivalente energético) de la cantidad de materia producida en cada nivel de la estructura trófica (Giordan et al., 1988).

No obstante, las dinámicas del ecosistema están expuestas a las condiciones del entorno por lo que el todo se regula para garantizar el funcionamiento de las partes y estas a su vez se adecuan a la armonía del todo en una dinámica que involucra dichas condiciones del entorno, configurando entonces la organización del sistema, permitiendo que a partir de las dinámicas energéticas transite a un estado de desequilibrio que se explican desde los procesos de autorregulación (Valencia et al., 2019).

Estos procesos de autorregulación en los ecosistemas son conocidos con el concepto “autopoiesis” los cuales permiten caracterizar la organización de los sistemas vivos, es así como los sistemas vivos son sistemas autopoieticos que según Maturana y Varela (1995) tienen las siguientes características:

- Son autónomas por lo que subordinan todos sus cambios a la conservación de su propia organización independiente de las transformaciones que puedan sufrir en el proceso.
- Poseen individualidad por lo que al no variar su organización mantiene una identidad independiente de la interacción de un sistema externo.
- Son definidas como unidades por su organización autopoiesis, sus operaciones establecen sus propios límites en el proceso de autopoiesis.
- No tienen entradas ni salidas, por lo que al ser perturbadas por acciones externas experimentan compensaciones a partir de cambios internos que van a estar subordinados a la conservación de la organización.

Es así como una organización autopoietica constituye un dominio cerrado de relaciones especificadas solamente con respecto a la organización que ellas componen, estas relaciones de producción de los componentes que lo constituyen pueden ser relaciones constitutivas que determinan que los componentes constituyen la forma en que se da la autopoiesis, las relaciones de especificidad que determinan la participación de los componentes en la

autopoiesis, y por último las relaciones de orden que determinan que la unión de los componentes en sus relaciones sean especificadas por la autopoiesis (Maturana & Varela, 1995).

De esta manera, el estudio de la naturaleza a principios del siglo XX con los desarrollos de Clemens con su teoría de sucesión permitió establecer unas condiciones técnicas particulares para el estudio de las comunidades vegetales a partir de un método experimental aproximando las comunidades vegetales a una idea de sistema, teniendo en cuenta estos aportes surge entonces un periodo de cambios estar implicado en un debate entre los paradigmas el holismo y reduccionismo en el cual bajo este contexto teórico surge el concepto ecosistema planteado por Tansley, intentando generar un puente entre las ideas holísticas y reduccionistas.

A partir de emergencia del concepto ecosistema se establece una unidad organizacional estableciendo unos elementos de orden teóricos que permitieron entender esta noción desde la complejidad y desde la interacción donde se resaltan tres elementos: los ciclos catalíticos que permiten comprender la dinámica de renovación constante configurando estados de orden-desorden, la autorregulación la cual permiten que el ecosistema transite entre esos estados de desequilibrio, y por último las dinámicas energéticas que están configuradas por el transporte de componentes entre el ecosistema y su entorno permiten hablar de un sistema complejo.

Actualidad del concepto ecosistema

El estudio de la naturaleza desde los siglos XVIII hasta el siglo XX ha pasado por diferentes momentos que responden a condiciones teóricas y técnicas muy variadas, puesto que se evidencia que el estudio de la naturaleza inició con la necesidad de clasificarla para comprender el orden natural determinado por el creador, posteriormente con las grandes expediciones esa necesidad de clasificar quedó de lado centrándose entonces en la preocupación por la distribución geográfica de los seres vivos, así mismo con la implementación de los métodos experimentales adoptados de la física y la química se generó un cambio en las formas de comprender la naturaleza haciendo énfasis en las estructuras, las

sustancias y los recorridos que hacían posible los procesos metabólicos emergiendo así la vida como un fenómeno.

Con el desarrollo de la teoría de sucesión de Clements desde un paradigma holístico en el cual se hablaba de un superorganismo que pasaba por sucesiones para alcanzar el clímax, se aproximó las comunidades vegetales y animales a una idea de sistema que estaba tomando fuerza para dar explicación a diferentes fenómenos naturales, dando lugar al surgimiento del concepto ecosistema por parte de Tansley estableciendo este como la unidad compuesta de la biocenosis es decir todos los organismos vivos que comparten el biótomo (medio físico o hábitat) donde se relacionan.

A partir de todos estos estudios sobre la naturaleza se establecieron entonces unas bases teóricas y técnicas para configurar el concepto ecosistema, estableciendo que:

Los organismos vivos (bióticos) y su ambiente o entorno sin vida (abiótico) están interrelacionados de manera inseparable e interaccionan unos con otros. Cualquier unidad que incluya a todos los organismos (la comunidad biótica) de un área dada que interacciona con su ambiente físico de manera que un flujo de energía conduce a estructuras bióticas definidas con claridad y reciclados materiales entre componentes vivos y sin vida es un sistema ecológico o ecosistema (Odum y Warrett, 2006).

De esta forma, el concepto ecosistema se convirtió en la primera unidad de la jerarquía ecológica, al agrupar los componentes biológicos y físicos necesarios para la supervivencia, el ecosistema entonces se establece como una unidad fundamental tanto en la teoría como en la práctica de la ecología (Odum y Warrett, 2006), convirtiéndose también en la unidad funcional básica para la ecología al incluir las comunidades y el ambiente dentro de sus componentes en donde influyen sobre las propiedades de cada uno, siendo necesario las relaciones de estos para la conservación de la vida (Odum, 1971).

El concepto ecosistema durante el siglo XX ha tenido numerosas definiciones por lo que Donato (2015) hace una recopilación de las definiciones trabajadas por diferentes autores durante los últimos años (ver tabla 1).

| | |
|---------------------------|--|
| Lindeman (1942) | Conjunto formado por los procesos físicos, químicos y biológicos que se dan durante una unidad de tiempo de cualquier duración, o bien como la comunidad biótica más su medio abiótico |
| Patten (1985) | Compuesto por componentes bióticos y abióticos que cambian y evolucionan constantemente ...son configuraciones improbables de energía y materia, alejados termodinámicamente del equilibrio |
| Margalef (1982) | Es el nivel de organización formado por individuos vivos discontinuos, junto con los materiales que resultan de su actividad y que van desde moléculas hasta grandes estructuras físicas, así como la matriz o entorno físico en que están incluidos y donde se desenvuelve su actividad |
| Holling (1986) | Son comunidades de organismos en los cuales las interacciones entre los organismos determinan el comportamiento más que los eventos biológicos externos |
| Rodríguez (1999) | Conjunto interactivo de comunidades y medio físico en un espacio determinado |
| Jørgensen y Müller (2000) | Desde el punto de vista funcional, los ecosistemas son modelos derivados de los procesos que operan entre las subunidades estructurales de la entidad. Entonces son modelos de redes de interacción biótica y abiótica en un área definida |
| Jørgensen y Fath (2004) | Los ecosistemas son redes complejas de poblaciones que interactúan entre sí |
| Dodson (2005) | Un ecosistema es un sistema definido por las interacciones biológicas medidas por la energía o productos químicos... es esencialmente un modelo de cómo fluye de un componente a otro la energía y los químicos |
| Molles Jr. (2006) | Comunidad biológica más todos los factores abióticos que influyen en ella |

Tabla 1. Recopilación de las definiciones del concepto ecosistema en el siglo XX, desarrolladas por Donato, (2015)

Estas diferentes definiciones trabajadas durante el siglo XX son el reflejo del devenir de las condiciones teóricas y técnicas que se han dado en los diferentes momentos históricos permitiendo configurar el concepto ecosistema como la unidad funcional para la ecología, ciencia que tuvo su desarrollo durante mitad del siglo XIX propuesto por Ernest Haeckel definiéndola en *Oecologie und Chorlogie*, traducido por Roger Dajoz de la siguiente manera:

Por ecología entendemos la ciencia de las relaciones de los organismos con el mundo exterior, en el que podemos reconocer de una forma amplia los factores de la «lucha por la existencia». Éstos son en parte de naturaleza inorgánica; son, como hemos visto, de la mayor importancia para la forma de los organismos a los que constriñen a adaptarse. Entre las condiciones de existencia de naturaleza inorgánica a las que cada organismo debe someterse, pertenecen en primer lugar las características físicas y químicas del hábitat, (...). Bajo en nombre de condiciones de existencia comprendemos el conjunto de relaciones de los organismos entre sí, relaciones favorables o desfavorables (Dajoz, 1984 citado en Deléage, 1993)

De esta manera, se puede establecer que los ecosistemas cuentan con un gran número de componentes e interrelaciones que permiten que se comporten como sistemas complejos por lo que Donato (2015) plantea las siguientes características en común:

1. Se componen de numerosos y diversos componentes.
2. Los componentes interactúan y reaccionan no linealmente a diferentes escalas espaciales y temporales.
3. Los sistemas se organizan a sí mismos para producir estructuras complejas y de comportamiento.
4. Los sistemas mantienen estados termodinámicos improbables (sistemas abiertos)
5. Alguna forma de información hereditaria les permite a los sistemas responder de forma adaptativa a los cambios ambientales.
6. La estructura y la dinámica de estos sistemas son efectivamente irreversibles y existe siempre un legado de su historia (información)
7. Se organizan de manera jerárquica.

Como se ha planteado anteriormente el ecosistema es un sistema abierto en el que hay un flujo de elementos constantemente, la energía constituye una alimentación necesaria que va a ingresar a partir de diferentes fuentes (sol, viento, lluvia o combustible fósil) pero también va a salir en forma de calor, sustancias transformadas y contaminante (Odum y Warrett, 2006).

De igual forma, es importante reconocer la estructura trófica de los ecosistemas por lo que se resaltan los siguientes componentes como constituyentes: las sustancias inorgánicas que van a participar en los ciclos de materia (C,N,CO₂, H₂O y otros); los compuestos orgánicos que relacionan a los componentes bióticos y abióticos (proteínas, carbohidratos, lípidos, humus, etc.); los régimen climáticos y otros factores físicos; los productores es decir los organismos autótrofos que transforman sustancias inorgánicas simples; los fagótrofos organismos heterótrofos que ingieren a otros organismos o partículas de materia orgánica; y por último, los saprofitos organismos que se alimentan de materia orgánica en descomposición (Odum y Warrett, 2006).

Esta estructura trófica se complementa con la estructura física del ecosistema, la cual se refiere a las características físicas que posee, como por ejemplo el tamaño y la distribución de los componentes bióticos y abióticos, que van a determinar las interacciones, los flujos de energía, el movimiento de los nutrientes y las modificaciones del clima (Schowalter, 2011 citado en Donato 2015), teniendo en cuenta estas interacciones entre estructuras se puede hablar entonces de las relaciones de funcionalidad de los ecosistemas, estas hacen referencia a las dinámicas del sistema asociadas con los flujos de energía y la transferencia de materia y se pueden describir en los siguientes aspectos funcionales:

1. La circulación de nutrientes que se refiere al transporte de sustancias y gases en los distintos componentes del ecosistema (Donato 2015), en un ecosistema es necesario la entrada constante de energía la cual es atrapada durante la elaboración de sustancias alimenticias por parte de los organismos autótrofos que será liberada de nuevo durante el metabolismo de plantas y animales, sin embargo la materia no se reabastecen del exterior, los elementos químicos circulan constantemente dentro de un ecosistema (Baker y Allen , 1970).

| | |
|---------------------|---|
| Ciclo del Carbono | La existencia de cualquier ecosistema exige que el carbón dentro de los organismos sea devuelto al ambiente, que será utilizado por otro organismo en su actividad metabólica, el carbono que las plantas toman de la atmósfera durante la fotosíntesis se devuelve, un solo átomo de carbono en un ecosistema puede existir en una variedad de compuestos y en variedad de diferentes organismos (Baker y Allen , 1970) |
| Ciclo del Nitrógeno | El nitrógeno se encuentra sobre todo en los aminoácidos y en las proteínas, ya que estas moléculas son constantemente construidas y descompuestas en la actividad metabólica normal, por lo que se hace indispensable nuevas fuentes de nitrógeno presentes en un organismo, el ciclo del nitrógeno va del ambiente al organismo y de éste de nuevo al ambiente por uno de los muchos caminos ya que participan una gran cantidad de organismos(bacterias y plantas), y no se trata de un solo ciclo sino más bien de un grupo de ciclos que interactúan todos, asegurando el que ningún átomo de nitrógeno se retire permanentemente de la circulación (Baker y Allen , 1970). |
| Ciclo del Agua | La mayor parte del agua en el planeta tierra se encuentra en el océano, esta será evaporada constantemente por el calor del sol y forma vapor de agua en la atmósfera, al condensarse en las nubes vuelve a la superficie en forma de lluvia, nieve o granizo, la cual al caer corre en los ríos llegando nuevamente a los océanos remitiéndose nuevamente el proceso, el agua permite en gran medida la existencia de los seres vivos por lo que intervienen en el ciclo en varios puntos. (Baker y Allen , 1970) |

Tabla 2. Principales ciclos biogeoquímicos presentes en la naturaleza (Baker y Allen, 1970).

Los ciclos descritos en la tabla 2 son una muestra de la circulación de las sustancias en la naturaleza mostrando las diversas relaciones que existen entre los diferentes seres vivos con

las sustancias presentes en los ecosistemas y la dependencia que estos tienen con los procesos metabólicos que otros organismos desarrollan, permitiendo generar un flujo continuo de sustancias inorgánicas (Baker y Allen, 1970).

2. Las cadenas y redes alimenticias la cual hace referencia a la distribución y clasificación de organismos teniendo en cuenta la transferencia de alimentos, donde se puede distinguir los niveles tróficos (Donato, 2015), donde el flujo de materia en un ecosistema es el resultado de la relación presa-predador, estas relaciones establecen una cadena de eventos donde el principio está dado en un organismo autótrofo y el final con un organismo que no es presa de una forma superior pero que estará sujeto a la acción de los descomponedores (Baker y Allen , 1970).

Las redes tróficas comienzan en los organismos autótrofos (plantas) los cuales son los productores ya que captan la energía luminosa con su actividad fotosintética y la convierten en energía química que luego la almacenan en moléculas orgánicas, estos serán consumidos por otros seres vivos que forman el nivel trófico de los consumidores primarios (herbívoros), posteriormente estos consumidores primarios serán presa de los consumidores secundarios (carnívoros depredadores)posteriormente estos serán expuestos por la acción de los descomponedores (Donato, 2015),

3. La producción que se define como la cantidad de materia orgánica adquirida por un individuo, una población o un sistema, por unidad de tiempo, donde se distinguen dos categorías, la producción primaria de las plantas y de las bacterias fotosintética que producen materia orgánica a partir de la energía solar, y la producción secundaria de bacterias, hongos y animales sin actividad fotosintética (Donato, 2015).

4. La diversidad de los ecosistemas es una expresión de la estructura de la comunidad que resulta de las diferentes formas de interacción de los elementos del sistema (Margalef 1982, citado en Donato, 2015), esta se puede definir como la diversidad genética, de las especies, de los hábitats y de los procesos funcionales que mantienen sistemas complejos, al mantener la diversidad en el ecosistema asegura la redundancia y elasticidad que permite protegerlo de periodos de tensión, se pueden reconocer dos componentes de la diversidad: el componente de riqueza o variedad que se expresa como el número de tipos por unidad de espacio y

componente de abundancia relativa o distribución de unidades individuales entre los distintos tipos (Odum y Warrett, 2006).

5. Gradientes y ecotonos: los gradientes son diferencias espaciales en una variable física por lo que se determina zonificaciones de los factores físicos (temperatura, presión, altitud, etc.,) las condiciones ambientales cambian a lo largo de estos gradientes permitiendo observar puntos de cambio abrupto denominados ecotonos, este concepto surge de la yuxtaposición de la diferencia entre hábitats o ecosistemas (Odum y Warrett, 2006).

También es necesario resaltar las relaciones de competencia que ocurren en el interior de los ecosistemas que permiten procesos de autorregulación entre mismos organismos que integran el ecosistema, estas pueden ser intraespecíficas que ocurren entre miembros de la misma especie cuando hay una cantidades limitadas de alimentos eliminando los individuos menos adaptados dentro de la misma especie; también pueden ser competencias interespecífica la cual se da cuando dos especies diferentes que viven en el mismo espacio tienen necesidades ecológicas similares dando como resultado un descenso y extinción de una especie con la predominancia de otra (Baker y Allen , 1970).

De esta manera, se consideran entonces algunas formas de comprender el ecosistema y cómo los seres vivos se relacionan con los diferentes componentes que permiten la constitución del ecosistema como un sistema complejo, destacando la característica que tiene el ecosistema para alcanzar estados de equilibrio desde una variedad de medios teniendo en cuenta las múltiples relaciones que lo constituyen, donde el automantenimiento y la autorregulación no sólo son características de organismos individuales, sino también de poblaciones completas y del mismo ecosistema.

El concepto ecosistema ha estado ligado a una serie de condiciones teóricas y técnicas como se ha evidenciado a lo largo de este texto, los cuales han permitido consolidarlo como objeto de estudio de la ecología, pero así mismo es importante resaltar las diferentes perspectivas que permiten comprender ese concepto ecología, mencionando los aportes de Guattari (1996) en donde plantea una perspectiva amplia de este concepto abordando tres dimensiones ambiental, social y mental, las cuales se entienden como sistemas interdependientes que interactúan entre sí y afectan los ecosistemas en el plantea.

Desde la dimensión de la ecología ambiental se resalta las relaciones que tienen los seres humanos con los ecosistemas puesto que en los últimos periodos se ha desarrollado una serie de acciones (cambio climático, pérdida de biodiversidad y contaminación) que ponen en riesgo la naturaleza, desencadenando una crisis ecológica global donde el problema no será únicamente la defensa de los ecosistemas, sino más bien la reparación de estos a partir de las mismas acciones humanas, por lo que hace urgente la adopción de una ecosofía (Guattari, 1996).

PROFUNDIZACIÓN TEÓRICA PEDAGÓGICA: ASUNTOS RELACIONADOS CON LA CONSTRUCCIÓN DEL CONCEPTO ECOSISTEMA COMO OBJETO DE ENSEÑANZA

En la profundización teórica pedagógica se establecen asuntos relacionados con la construcción del concepto ecosistema como un objeto de enseñanza desde una ecoperspectiva, en donde se establece como principal referente los problemas de conocimiento en la educación básica y media que brindan elementos de discusión acerca de la enseñanza de las ciencias naturales en la educación básica y media permitiendo constituirse como elementos orientadores para el diseño, implementación y sistematización de la intervención en el aula.

La construcción del concepto ecosistema como objeto de enseñanza desde una ECOPERSPECTIVA

Durante el rastreo del concepto ecosistema en los documentos que configuran la política pública para la educación en Colombia realizado en el contexto problemático se evidencia que este concepto en la enseñanza de las ciencias se trabaja de manera desarticulada, donde se reduce los ecosistemas a sus componentes físicos, químicos y biológicos los cuales son objeto de estudio en cada una de estas disciplinas.

De igual manera, las instituciones educativas trabajan en ciencias naturales diferentes actividades en la enseñanza del concepto ecosistema que buscan generar en los estudiantes una sensibilización sobre los ecosistemas y su conservación, estas actividades se dan de manera desarticulada con las prácticas cotidianas y no permiten que los estudiantes transformen los imaginarios conceptuales, valorativos y actitudinales.

Según Valencia (2017) esta desarticulación de las prácticas cotidianas y no incidencia en las transformaciones de imaginarios conceptuales, valorativos y actitudinales en las actividades propuestas en ciencias naturales se debe a las concepciones que tienen los estudiantes sobre los ecosistemas, puesto que estos son vistos como escenarios exteriores a los seres humanos que son únicamente para su contemplación y para su explotación.

De esta manera, se hace necesario desarrollar propuestas pedagógicas que permitan construir ámbitos de reflexión donde se den espacios pedagógicos para la comprensión de las relaciones estudiante-naturaleza y estudiante-sociedad posibilitando la construcción de significados, conceptualizaciones y valoraciones, es decir la comprensión del ecosistema como un problema de conocimiento, además de poner en juego imaginarios pedagógicos, epistemológicos y disciplinares que permiten que los sujetos orienten y den sentido a sus prácticas cotidianas (Valencia, 2017).

Para desarrollar intervenciones pedagógicas que permitan la construcción de estos ámbitos de reflexión es importante tener en cuenta las múltiples relaciones que se dan entre los supuestos sobre las imágenes de cultura y conocimiento, realidad y representaciones de lo vivo y del papel de la escuela en la transformación cultural, lo que constituye las Eco-perspectivas.

La primera Eco-perspectiva es la imagen de conocimiento y cultura la cual surge del reconocimiento del papel de estas imágenes en la construcción de conocimiento puesto que permiten generar unas formas particulares de relacionarse con el mundo, con los sujetos, con el conocimiento y con la cultura incidiendo en las prácticas escolares, teniendo en cuenta esto se puede decir que en algunas prácticas escolares se concibe el conocimiento como producto de las formas de razonamiento de hombres geniales y la cultura como un escenario donde estos realizan su labor (Valencia, 2017).

De esta forma, en la enseñanza de las ciencias naturales se reconoce el conocimiento científico como verdad estipulada y generalizada a través de las teorías y las leyes, lo que determina un proceder en la enseñanza donde la relación maestro-estudiante está permeada por ese mismo conocimiento, estableciendo que el primero es el que sabe y tiene la verdad

absoluta ya que tiene los conocimientos científicos por ende los va a enseñar, mientras que el segundo no sabe ni posee conocimiento por lo cual va a aprender del maestro.

Surge entonces la necesidad de transformar esa imagen de conocimiento a la comprensión de este como “la actividad permanente de un grupo social y su desarrollo, depende entonces, no sólo del conocimiento como tal, sino de la relación de este con las imágenes y con las ideologías socialmente condicionadas, que inciden directamente en su cosmovisión” (Valencia, 2017).

Además de la imagen de cultura y comprenderla como culturas ya que son sistemas de relaciones en donde los integrantes de estas comparten una misma trama de significado, donde la cultura es “lo que el hombre hace; es decir las actividades que grupos humanos particulares realizan, desde los imaginarios simbólicos que los caracterizan” (Valencia, 2017).

La segunda eco-perspectiva son las imágenes de realidad y representaciones de lo vivo, donde las imágenes de realidad configuran unas determinadas representaciones sobre los seres vivos que van a estar configuradas por las distintas formas de relación sujeto-sujeto y sujeto-naturaleza, es frecuente que en la enseñanza de las ciencias naturales se den representaciones míticas o religiosas en las cuales se considera la naturaleza como creados por un Dios, por lo que se asume al hombre como puesto en la naturaleza donde todo lo que se encuentra en ella es para su beneficio.

Durante la configuración del concepto ecosistema se evidencia que las condiciones teóricas estuvieron permeadas por las imágenes de realidad y representaciones de lo vivo, donde en un principio se enfatiza en la concepción de la naturaleza como un acto de creación divino y la relación del ser humano con esta se limitaba a la contemplación de su armonio intentando comprenderla a partir de su organización, posteriormente con la adopción de la perspectiva sistema para comprender la naturaleza se considera las relaciones del hombre, consigo mismo y con otros no están dadas por un ente exterior a ellos sino que “se establecen por el libre juego de lo posible, en donde el papel de la conciencia asignada a la condición humana, como emergencia, le provee de unas responsabilidades éticas, políticas, ideológicas y educativas” (Valencia, 2017).

De esta manera, surge la necesidad de proponer estrategias pedagógicas que permitan transformar los imaginarios, las conceptualizaciones, las valoraciones y las actitudes que determinan las relaciones estudiante-estudiante y estudiante-ecosistema a partir de una ética civil que permita considerar al hombre y a los ecosistemas como una emergencia de relaciones, posibilitando establecer un ámbito social y personal a los ecosistemas para la configuración una Ecosofía que permite comprender las complejas relaciones.

Los problemas de conocimiento y su aporte en la comprensión del concepto ecosistema con estudiantes de Básica y Media

Los problemas de conocimiento surgen en el marco del Grupo de Investigación Eco-perspectivas en el programa curricular de la maestría en Docencia de las Ciencias Naturales de la Universidad Pedagógica Nacional de Colombia como categoría alternativa para comprender las construcciones de conocimiento en ciencias, reflexionando sobre imágenes de ciencia y su enseñanza buscando transformar las prácticas educativas.

En los contextos escolares es cada vez más sentida la necesidad de diseñar propuestas de innovación e investigación, que pongan en juego alternativas didácticas y metodológicas, que permitan a los estudiantes vivenciar experiencias de construcción de conocimiento y a los maestros comprender los procesos pedagógicos implicados en dicha construcción. (Valencia y otros, 2003).

Desde este punto de vista, el conocimiento se va a concebir como una actividad de la cultura y la ciencia como una actividad de construcción de explicaciones, lo que supone que las prácticas de enseñanza de la ciencia se comprenden como una dinámica de complejas relaciones que se dan entre las imágenes de ciencia y conocimiento, la forma como se concibe la escuela y su papel en la sociedad y las estrategias que se implementan en el aula para la construcción de explicaciones, las cuales se van a describir en términos de referentes epistemológicos, pedagógicos y didácticos.

Ahora bien, para desarrollar los referentes epistemológicos se hace necesario comprender que el diseño de una propuesta de aula desde una perspectiva de problemas de conocimiento permite abordar preguntas y reflexiones que ponen juicio a la naturaleza del conocimiento, su producción y estrategias de legitimación social, por lo que es importante enunciar las relaciones y supuestos que permiten concebir la ciencia como una actividad cultural y las

transformaciones que se dan en la construcción de conocimiento en ciencias (Valencia, et al, 2003).

Los espacios de significación permiten la emergencia de representaciones en los estudiantes y movilizan diferentes formas de relacionarse con el mundo permitiendo construir conocimiento, donde estas representaciones son entendidas como “construcciones discursivas con carácter ideológico que expresan relaciones de saber-poder que se dan en los contextos culturales donde circulan” (Valencia y otros, 2003), de esta manera las representaciones que circulan en la escuela permiten configurar territorios de conflicto cultural ya que las representaciones individuales coexisten con múltiples formas de representar y posibilitan formas de relaciones equitativas.

De esta manera, surgen inquietudes acerca de las representaciones tanto individuales como colectivas, que se plantean desde una perspectiva constructivista de la realidad y el conocimiento, teniendo en cuenta esta epistemología, la acción de conocer implica legitimar las experiencias previas y el contexto de los estudiantes, esto a su vez permite nuevas formas de comprender el mundo desde las interacciones de los individuos “se deja de concebir al estudiante como una tabula rasa para asumirlo como un sujeto que tiene experiencias anteriores, las cuales condicionan sus formas de relación con los saberes y situaciones escolar” (Valencia, y otros, 2006).

Asimismo, desde esta perspectiva constructivista se abren las posibilidades para ser críticos en la forma como la relación poder-saber, los discursos, los intercambios simbólicos y los acuerdos sociales pueden desencadenar en diversas prácticas escolares– culturales que nutran la construcción del conocimiento, de esta forma se entiende la escuela como el espacio en el que se regula, distribuye y normaliza sujetos y saberes, en el cual se van a desarrollar prácticas de enseñanza que inciden en las transformaciones de representaciones (Valencia, y otros, 2006).

Desde esta perspectiva se validan las concesiones epistemológicas entendidas como las formas de negociar, expresar los significados y concepciones del mundo, puesto que permiten cambiar la forma como el sujeto se posiciona en el mundo y pretensiones que orientan su posibilidad de conocer (Valencia y otros, 2003), la primera de estas tiene que ver con la relación sujeto-objeto, en la cual se entiende que nada está aislado y existe una relación

sistémica entre los fenómenos, los sujetos y la comprensión de la relación entre cada uno de estos; la segunda sobre el cuestionamiento de lo simplista, en donde se propone un proceso de comprensión más complejo que solo detallar lo que está a simple vista, la comprensión de lo sistémico y sus relaciones.

Es aquí donde surge la categoría Problemas de Conocimiento como: “el análisis de las condiciones que permiten configurar las explicaciones en diferentes espacios de enseñanza (educación básica, educación universitaria de pregrado y posgrado)” (Valencia y otros, 2003) el cual es el espacio que permite a los sujetos dar explicaciones alternativas a los sujetos de acuerdo con las diversas realidades y contexto a través de las siguientes estrategias que serán detallados a profundidad en el capítulo de la intervención en el aula.

- Cuestionamiento de la experiencia básica: preguntar, formular y elaborar supuestos
- Artificialización del mundo natural: concebir al fenómeno como objeto de estudio
- Complejización de relaciones: vinculación del fenómeno con el tiempo, nuevas relaciones y más conexiones.

Permitiendo configurar una forma de proceder para propuestas e implementación de actividades pedagógicas que permitan comprender el concepto ecosistema en la educación media a partir de condiciones comunicativas y experienciales posibilitando nuevas formas de relacionarse con el concepto ecosistema, permitiendo transitar de una visión fragmentada de este a una desde la complejidad de relaciones que permiten su constitución y funcionalidad.

A partir de esta perspectiva se puede establecer unas referentes pedagógicas, en donde se hace posible trascender del idea de la escuela como un espacio físico constituyéndose como un territorio de expresión de los conflictos culturales en donde los maestros y estudiantes contrastan sus opiniones, estableciendo entonces la enseñanza de las ciencias como “la puesta en acción de estrategias de transformación cultural que generan relaciones alternativas, con la información, con otros, con la experiencia y con el entorno natural en los que se actualiza el universo representacional de cada sujeto” (Valencia y otros, 2003).

Desde este punto de vista es posible cambiar la forma de concebir a los estudiantes donde estos pasan a considerarlos como sujetos sociales de conocimiento que se construyen y se

reconstruyen desde sus múltiples relaciones , entendiendo su espacio cultural como el lugar donde puede usar la creatividad y la emoción para comprender sus realidades y las diferentes interacciones que se dan en ella; también es posible concebir al maestro como el sujeto que permite dinámicas y genera interacciones de transformación cultural y asume riesgos colectivos.

Es así como se asume la enseñanza de las ciencias como una práctica cultural que permite redimensionar el significado del aula estableciéndose como “un sistema de relaciones sociales en donde las representaciones individuales se expresan, se alteran y coexisten con otras, esto es un sistema de relaciones que permite a quienes participan expresarse, contrastarse, enriquece y transformarse colectivamente” (Valencia y otros, 2003).

Por último, se configuran los referentes didácticos desde la importancia de tener en cuenta el papel que cumple los intereses de los estudiantes y las motivaciones de los mismo ya que la comprensión de estos permite definir las temáticas y problemas a trabajar a la hora de diseñar propuestas para la enseñanza de las ciencias, puesto que al reconocer la complejidad y particularidad de la actividad del aula permite delimitar los criterios de actuación y formas de trabajo.

Para finalizar, a continuación se muestran unos mapas conceptuales contruidos a partir de los referentes epistemológicos y pedagógicos de los problemas de conocimiento.

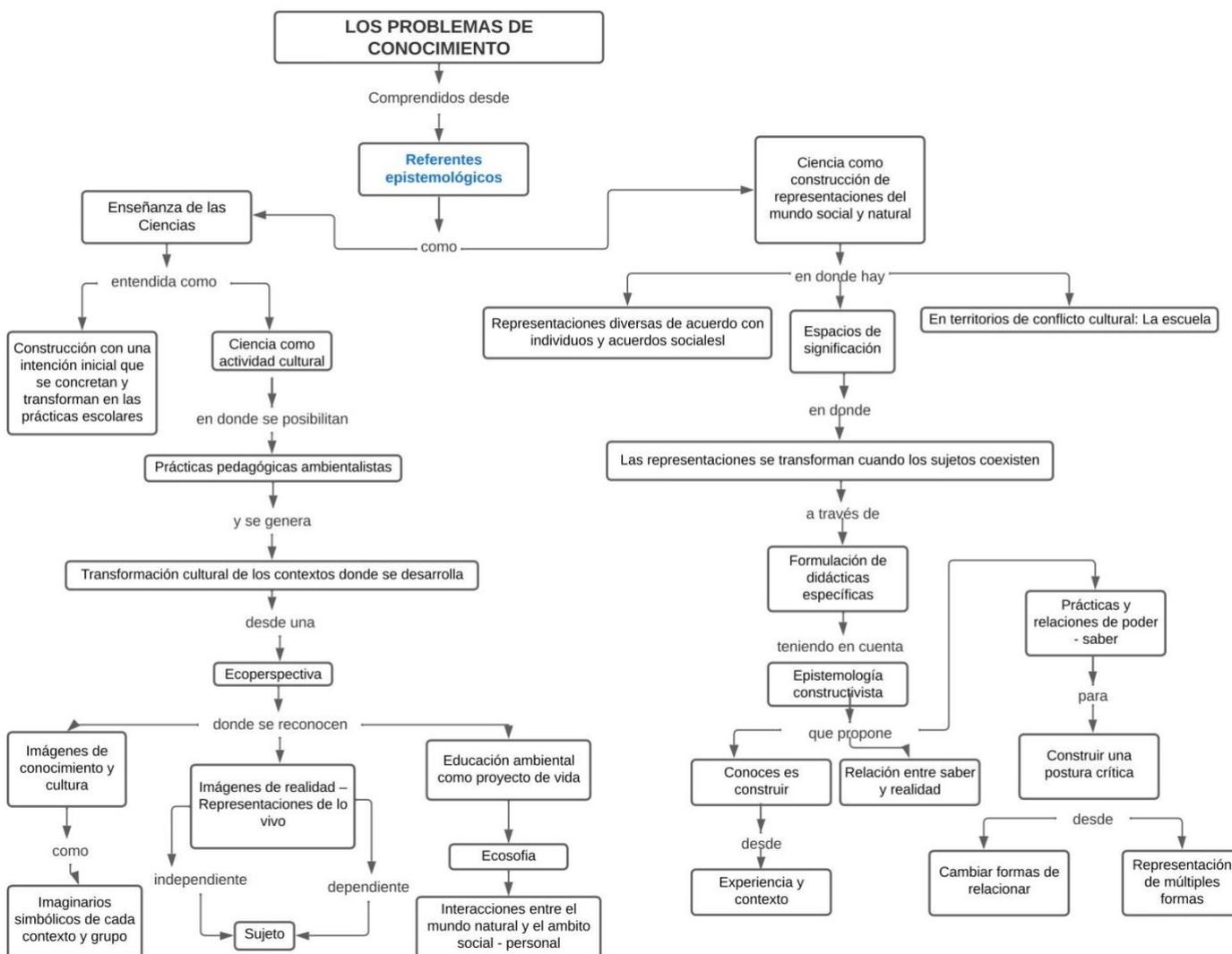


Imagen 2. Mapa conceptual sobre los referentes epistemológicos de los problemas de conocimiento.

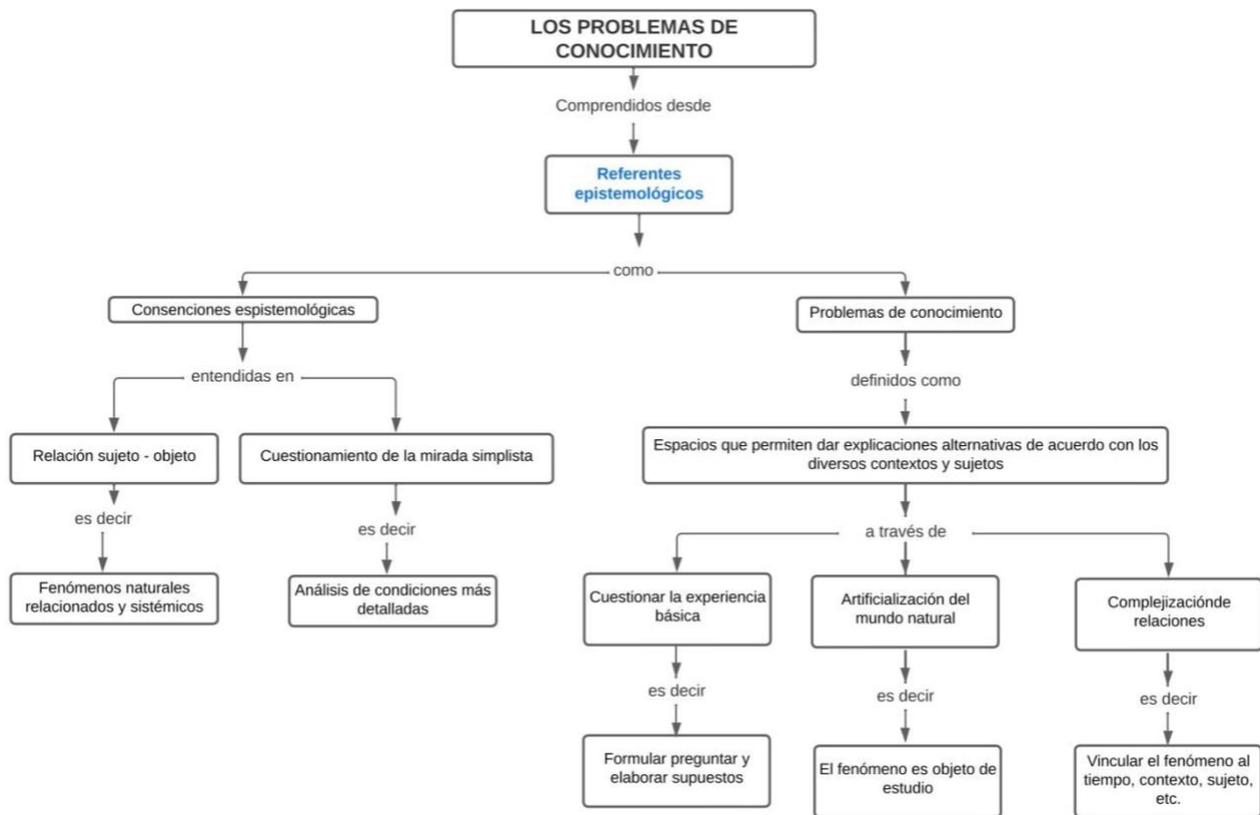


Imagen 3. Mapa conceptual sobre los referentes epistemológicos de los problemas de conocimiento.

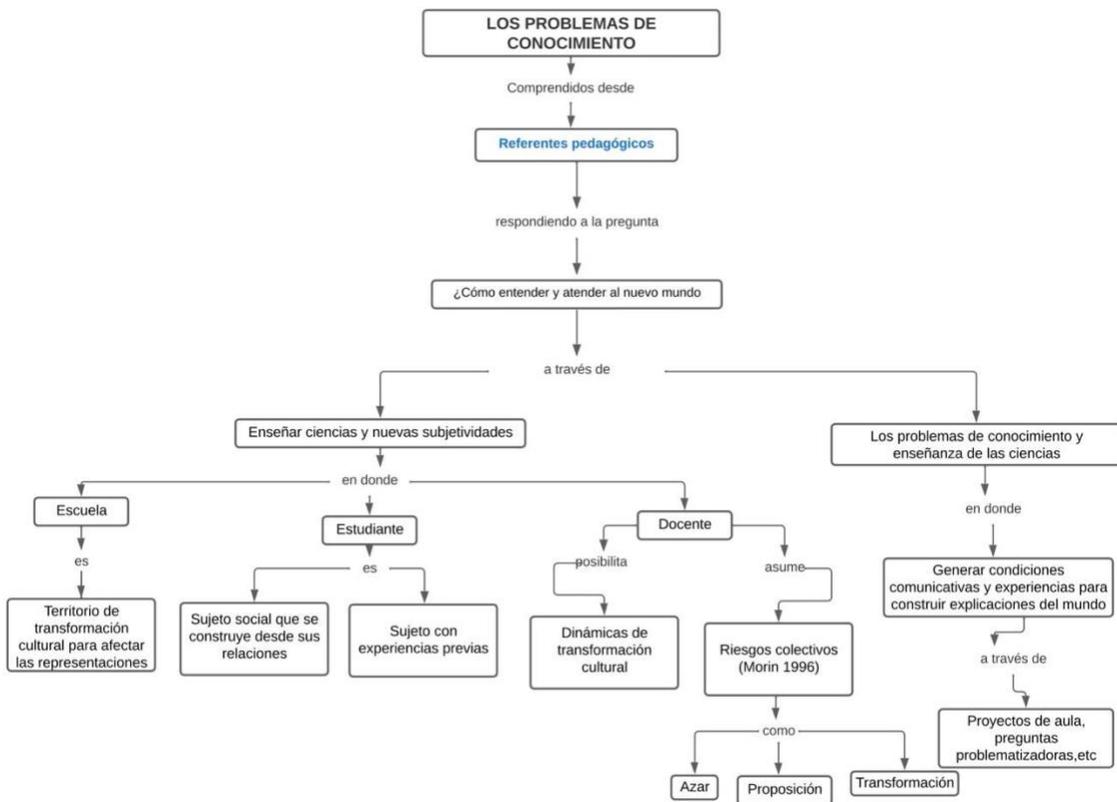


Imagen 4. Mapa conceptual sobre los referentes pedagógicos de los problemas de conocimiento

PROPUESTA DE INTERVENCIÓN EN EL AULA, EL TERRARIO: UNA ESTRATEGIA PARA LA COMPRESIÓN DE LOS ECOSISTEMAS COLOMBIANOS.

Generar una propuesta de intervención en el aula desde la perspectiva de los problemas de conocimiento posibilita una oportunidad para analizar, reflexionar y construir explicaciones con relación al concepto ecosistema como un objeto de estudio en ciencias naturales, permitiendo pensar la ciencia y su enseñanza como una actividad cultural en donde “lo que prima no es la reconstrucción de los corpus teórico-experimentales disciplinares, sino la generación de condiciones comunicativas y experienciales para la construcción de explicaciones del mundo físico” (Valencia y otros, 2003).

Entender la enseñanza de la ciencia desde este punto de vista permite que el docente genere espacios de reflexión sobre su práctica para redireccionarla en pro de acciones que permitan experiencias problematizadoras en sus estudiantes para que estos a su vez organicen, reajusten y resignifiquen sus explicaciones del mundo natural, de esta forma la enseñanza de las ciencias deja de lado la validación de explicaciones de los estudiantes y se enfatiza en resaltar sus representaciones entendidas éstas como “construcciones discursivas que expresan relaciones de saber-poder que se dan en los contextos culturales en los que circulan los estudiantes” (Valencia y otros, 2003).

De esta manera, los referentes epistemológicos y didácticos de los problemas de conocimiento permiten establecerse como los sentidos orientadores de la propuesta, puesto que configuran unos referentes prácticos con unas formas de actuar particulares, donde las actividades busquen la construcción de representaciones en torno al concepto ecosistema.

Referentes epistemológicos de los problemas de conocimiento y su aporte en el diseño de la intervención en el aula.

Desde la perspectiva de los problemas de conocimiento se analizan las condiciones que permiten configurar explicaciones en diferentes espacios de enseñanza y se proponen estrategias para construir representaciones del mundo natural en los estudiantes, dichas estrategias se describen en términos de: el cuestionamiento de la experiencia básica, la artificialización del mundo natural y la Complejización de las relaciones.

Dichas estrategias en la configuración de propuesta de intervención en el aula “*El terrario: Una estrategia para la comprensión de los ecosistemas colombianos*” se establecieron como referentes prácticos que constituyeron los momentos a desarrollar de la intervención buscando pasar de la experiencia básica a la complejización de las relaciones.

El primer momento corresponde a el cuestionamiento de la experiencia básica siendo esta la primera aproximación que los estudiantes tienen con los fenómenos que ocurren en el mundo natural y está dada por los saberes cotidianos donde tiene relevancia la sorpresa con la que reconocen algo novedoso y la inquietud que se genera por aquello que desconocen, lo que establece descripciones de una realidad dada desde las que se conciben seguridades primeras.

Desde este punto de vista se busca vencer esas primeras aproximaciones para transformarlas en el ejercicio de pensamiento a través del cuestionamiento de esa experiencia básica entendido este como “la instancia que permite al sujeto adquirir un sentido renovado del fenómeno que le permite cuestionar las analogías primeras, enriquecer las metáforas, complejizar las descripciones y explicar los sentidos” (Valencia y otros, 2003), se trata entonces de movilizar a los estudiantes hacia formas de comprensión que permitan transformar las representaciones del mundo natural a través actividades intencionadas.

El segundo momento, consiste en la artificialización del mundo natural en donde al vencer esas zonas de seguridad en el pensamiento producidas por la experiencia básica los estudiantes se aventuran en el interés por artificializar el mundo natural donde a través del cuestionamiento se obtiene mayor información de este, por lo que se “provee elementos para la construcción de objetos de conocimiento y define estrategias para establecer variables, construir relaciones y derivar principios en su tránsito hacia la comprensión sistemática de los fenómenos”(Valencia y otros, 2003).

De esta manera, el fenómeno deja de estar en el plano de la seguridad de la experiencias básicas convirtiéndose en un objeto de estudio y como un espacio de posibilidades para la transformación de representaciones, los estudiantes entonces “construyen el fenómeno en la medida que dan cuenta de las condiciones que permiten su existencia, de las variables que determinan sus cambios y de los procesos que lo constituyen” (Valencia y otros, 2003), por lo que se ven en la necesidad de proponer modelos, diseñar experimentos, simular situaciones

donde se definan criterios metodológicos para enriquecer las explicaciones del fenómeno conocido.

Por último, el tercer momento consiste en la complejización de las relaciones en donde se renueva la instancia de la construcción del conocimiento posibilitando una dimensión compleja a partir de una transformación en el pensamiento

el nuevo pensamiento integra y conjuga los modos simplificadores de pensar, rechaza las consecuencias mutilantes, reduccionistas y unidimensionalizantes; aspira a un conocimiento multidimensional, que articule los dominios disciplinarios quebrados por el pensamiento disgregador; y se configure desde la tensión permanente entre la aspiración a un saber no acabado, no parcelado, no reduccionista y el reconocimiento de lo inacabado e incompleto de todo conocimiento (Valencia y otros, 2003).

Referentes didácticos y criterios de actuación de los problemas de conocimiento en el diseño e implementación de la intervención en el aula

Desde la perspectiva de los problemas de conocimiento las reflexiones sobre el papel de los intereses de los estudiantes y sus motivaciones que permiten definir las temáticas y los problemas a trabajar definen los referentes didácticos, al reconocer la complejidad y particularidad en que se desenvuelve la actividad del aula, permite delimitar algunos criterios de actuación y unas formas de trabajo que concretan procesos implicados en la constituciones de problemas de conocimiento, de esta manera los referentes didácticos constituyeron la forma de actuar en el diseño e implementación de la intervención en el aula permitiendo la definición intencionada de los propósitos y en la orientación del proceso.

En este orden de ideas los criterios de actuación fueron las estrategias que permitieron aportar elementos en la constitución de la intervención en el aula “*el terrario: una estrategia para la comprensión de los ecosistemas colombianos*”, los cuales fueron:

1. las situaciones desencadenantes que emergen con la confluencia de las preguntas, contrastación de hipótesis, delimitación colectiva de intereses, en el comentario improvisado dentro otros espacios que permite problematizar los fenómenos, de esta manera el papel de la socializaciones por parte de los estudiantes en cada una de las actividades intencionadas en la propuesta, permitieron que los estudiantes orientaran y delimitaran sus intereses en la perspectiva de construcción de conocimiento.

En los problemas de conocimiento la actividad del aula se alimenta y activa permanentemente por las preguntas de los participantes, de manera que cada socialización entendida como un alto en el camino para hacer balance de la actividad se constituye en un nuevo comienzo que configura opiniones de salidas, genera interrogantes, organiza situaciones experimentales, afina las descripciones, documenta los argumentos, entre otros aspectos que enriquecen las posibilidades explicativas a nivel individual y colectivo Valencia y otros, 2003).

2. Las relaciones alternativas que dejan de ser unidireccionales y atemporales comenzando a permearse por las nuevas subjetividades del maestro y el estudiante, permitiendo establecer otras relaciones de los estudiantes con la información, con el otro, con el entorno y con la experiencia, donde se concibe la información como referente que documenta las preguntas y enriquece explicaciones, el compañero como alguien del cual se construye y reconstruye permanentemente, el entorno natural como sistema de relaciones del cual somos emergencia por lo que los problemas se asumen como propios, y la experiencia como aquello que fortalece la inquietud por conocer, experimentar lo que parece incomprendible y vivenciar nuevas formas de relación con la preguntas.
3. Los ambientes comunicativos que permiten que los estudiantes expresen sus opiniones, puntos de vista, pareceres e inquietudes generando espacios de diálogo en donde los estudiantes se desinhiban valorando sus propias producciones e iniciar procesos de construcción de conocimiento de manera colectiva a partir de los diálogos con el otro.

Teniendo en cuenta estas estrategias, se diseñó unas actividades en la propuesta de intervención, con la intención de fomentar la reflexión de los estudiantes acerca del concepto ecosistema a través de situaciones desencadenantes, esto permitió la socialización entre pares académicos de las experiencias desarrolladas generando ambientes comunicativos en los que se diera lugar a la expresión de los pensamientos y sentimientos sobre las actividades propuestas.

CONTEXTO INSTITUCIONAL

La propuesta de intervención en el aula se desarrolló con estudiantes del grado décimo de la Institución Educativa Juventud del Sur del barrio Los Ducales del Municipio de Soacha Cundinamarca, este grado se seleccionó debido a que el colegio establece desde sus planes

de estudios para el área de ciencias naturales que los estudiantes de los grados superiores de bachillerato cuenten con una intensidad horario de una hora para la asignatura de biología, en la cual desde la malla curricular se plantea los ecosistemas como objeto de estudio para la enseñanza de las ciencias.

Adicionalmente, se seleccionó este grado debido a que el colegio establece como estrategia adicionar esta asignatura a la intensidad académica de los grados superiores supliendo la necesidad de reforzar los conocimientos biológicos para las pruebas saber, debido a la existencia de vacíos conceptuales en esta disciplina con los que llegaban los estudiantes a grado once, generados por el énfasis que se plantea en física y química en estos niveles educativos propuesto por la política pública para la educación media en Colombia.

La estrategia de intervención en el aula fue 80% virtual de forma sincrónica debido a la contingencia sanitaria mundial del COVID-19 presentada durante los años 2020-2021, donde los estudiantes se conectaban desde su casa para recibir sus clases por videoconferencia por medio de la plataforma Google Meet, contando con la participación de la mayoría de los estudiantes del grado décimo exceptuando por aquellos que presentaban inconvenientes de conectividad en una u otra sesión.

El otro 20% de la intervención en el aula constituyó el retorno a la presencialidad donde el colegio tomó este tránsito de lo virtual a lo presencial desde el modelo de alternancia en el cual se le brindaba la posibilidad a los estudiantes que asistieran de manera física a sus clases cumpliendo con protocolos de bioseguridad previniendo mitigar el contagio de COVID-19, de igual forma parte de la población estudiantil continuaba de manera virtual por lo que el colegio adecuo los espacios académicos con los recursos necesarios para que se dieran clases presenciales pero al mismo tiempo virtuales para los estudiantes que continuaban desde casa.

Por último, se implementaron diferentes recursos digitales que permitieron suplir la demanda educativa durante esta contingencia, posibilitando tener un contacto directo con los estudiantes a través del acompañamiento asincrónico de las actividades por medio de WhatsApp.

DESCRIPCIÓN DE LA INTERVENCIÓN

La propuesta de intervención en el aula denominada “*El terrario: Una estrategia para la comprensión de los ecosistemas colombianos*” propone una serie de acciones intencionadas, que permitieran favorecer la capacidad de cuestionar la experiencia básica, relacionadas con el concepto ecosistema de los estudiantes, posibilitando conocer el mundo que los rodea y adquirir lenguaje que ayude a la complejización de sus explicaciones, además de consolidar el concepto ecosistema como un objeto de estudio en la clase de ciencias naturales.

De esta manera, la propuesta de intervención en el aula tiene como propósito que los estudiantes comprendan los ambientes naturales como ecosistemas a partir del estudio teórico-práctico de las condiciones ecológicas, aproximando en ellos la idea de sistema, teniendo en cuenta los componentes e interrelaciones que permiten que se comporte como un sistema complejo dando cuenta de las interacciones como los ciclos, la autorregulación y las dinámicas energéticas que se dan en los ecosistemas, además de comprenderlo como una unidad organizacional de la naturaleza.

Ahora bien, teniendo en cuenta los referentes epistemológicos y didácticos de los problemas de conocimiento la propuesta de intervención en el aula desarrollada tuvo tres fases: *el terrario una descripción de condiciones ecológicas, ambientes naturales y relaciones sistémicas*; y *el páramo como territorio de conflicto* donde cada una de estas tuvo unas acciones particulares que permitían cumplir con los propósitos establecidos para cada una (tabla 3).

Es importante resaltar que en las actividades propuestas se implementó recursos digitales los cuales ofrecieron nuevas oportunidades en los procesos de enseñanza y aprendizaje puesto que permitían incorporar imágenes, audios, y la interactividad de los estudiantes respondiendo a las dinámicas educativas de virtualidad generadas por la contingencia del COVID 19 establecidas en el colegio en el que se llevó a cabo la implementación de la propuesta.

De esta forma, a través de la aplicación web Google sites se creó una página web para la propuesta de intervención en el aula la cual permitió contar con un espacio virtual en el que

los estudiantes tuvieran la posibilidad de interactuar con él y acceder a la información suministrada para la realización de las actividades propuestas, esta página web (Imagen 5) se estructuraba en 5 sesiones en las que se contaba información desde diferentes recursos digitales como por ejemplo fotografías, lecturas, videos, imágenes interactivas, infografías y revistas digitales que permitían el desarrollo de las actividades propuestas.



Imagen 5. Página web desarrollada para la intervención en el aula.
<https://sites.google.com/view/biologiadecimo/sesi%C3%B3n-1-introducci%C3%B3n>

| | | | |
|---|---|--|--|
| NOMBRE | El terrario: Una estrategia para la comprensión de los ecosistemas colombianos | | |
| PROPÓSITO | Comprender los ambientes naturales como ecosistemas a partir del estudio teórico-práctico de las condiciones ecológicas | | |
| FASES | PROPÓSITO | ACCIONES | RECURSOS |
| El terrario una descripción de condiciones ecológicas | Comprender las condiciones ecológicas presentes en los ambientes naturales a partir del estudio del ecoterrario | <ul style="list-style-type: none"> ● Introducción a la ruta ● Construyendo un terrario ● Problematicando el terrario desde el estudio de las condiciones (documentación a partir la información en el sitio web, montajes experimentales para cada condición) ● Socialización y producción escrita | Sitio web Terrarios Infografías Padlet Presentaciones elaboradas por los estudiantes |
| Ambientes Naturales y relaciones sistémicas | Estudiar 4 ecosistemas colombianos estableciendo relaciones con sus condiciones ecológicas | <ul style="list-style-type: none"> ● Estudio de las condiciones en 4 ecosistemas colombianos representativos <ul style="list-style-type: none"> ● Socialización ● Documento colaborativo | Revistas digitales Infografía Power point en la nube |
| El Páramo como territorio de conflicto | Reconocer el páramo colombiano como un territorio de conflicto a partir de ejercicios de documentación y discusión | <ul style="list-style-type: none"> ● El páramo como caso de estudio y ecosistema estratégico ● Socialización de presentación en ppt acerca de los referentes que permiten aproximar la idea del páramo ecosistema estratégico (condiciones ambientales, diversidad, intervención humana y dinámicas hídricas) | Presentación en Power point Lectura ecosistema estratégicos |

Tabla 3. Ruta de la propuesta de intervención en el aula

FASE 1: El terrario una descripción de condiciones ecológicas

La fase 1 el terrario una descripción de condiciones ecológicas tuvo como propósito comprender las condiciones ecológicas presentes en los ambientes naturales a partir del estudio del ecoterrario, donde se orientó a los estudiantes hacia la comprensión de las relaciones ecológicas a partir de la construcción de un terrario y montajes alternativos que les permitía desarrollar actividades experimentales para artificializar las dinámicas que se dan en el terrario.

De esta manera, la primera acción de esta fase consistía en una introducción a la ruta de la propuesta a través de la página web donde se desarrollaban elementos conceptuales en relación a que son los terrarios, su historia y su funcionamiento a partir de lecturas y videos (Imagen 6), permitiendo que los estudiantes contaran con elementos conceptuales y una aproximación a la idea de terrario puesto que en su mayoría no sabían en qué consistía, de igual forma, se trabajó un video en el que se narraba el caso de “David Latimer” quien creó un terrario en 1960 donde la planta siguió creciendo hasta ocupar la mayoría del recipiente de vidrio (Imagen 7), adicionalmente se solicitó a los estudiantes los materiales pertinentes para realizar la construcción del terrario.



Imagen 6. Página web desarrollada para la intervención en el aula, sesión 1 introducción, que son los terrarios y cómo funcionan. <https://sites.google.com/view/biologiadecimo/sesi%C3%B3n-1-introducci%C3%B3n>

¿Cuál es el origen de los terrarios?



Durante el siglo XIX, alrededor del año 1828, el médico Nathaniel Bagshaw Ward creó accidentalmente el primer terrario documentado. El Dr. Ward como parte de su pasatiempo, buscaba observar el momento del surgimiento de una polilla desde su crisálida, colocada en el interior de un frasco de cristal con tapa metálica, el cual no contenía más que el capullo y suelo lodoso.

Al cabo de un tiempo, pasto y hehecho aparecieron en el frasco, pero el Dr. Ward perdió interés en el capullo, dejando el frasco y su interior en el olvido, sin embargo, las plantas continuaron prosperando, sin agua adicional y sin flujo de aire externo durante años.

Tiempo más tarde y después de replicar con éxito su descubrimiento, el Dr. Ward publicó los hallazgos de lo que llegaría a ser conocido como "caja Wardiana" o terrario, abriendo paso al intercambio intercontinental de especies vegetales de interés comercial y a un método efectivo para el mantenimiento de especies de plantas delicadas.



El jardín en miniatura de Latimer

David Latimer plantó en 1960 su mini jardín en una botella gigante y la regó por última vez en 1972, antes de sellarla herméticamente, 40 años aislada del mundo exterior. La planta ha crecido y ocupa prácticamente toda la botella, con una apariencia sana. La única fuente de energía que recibe del medio exterior son los rayos del sol, por lo que la planta realiza la fotosíntesis de manera normal, nutriéndose de las bacterias que sobreviven en el fondo y absorbiendo el agua que se genera por la condensación de la humedad. El señor Latimer la tiene colocada cerca de una ventana y le da la vuelta de vez en cuando para que crezca de manera uniforme.



¿Cómo funciona un terrario?

Los terrarios poseen su propio clima en pequeña escala, la luz entra a través del cristal y calienta el aire, el suelo y las plantas de la misma forma que la luz solar atraviesa la atmósfera para calentar la superficie terrestre, entonces el contenedor retiene calor como lo hace nuestra atmósfera, y gracias a que existe un reciclaje de recursos al interior del terrario, éstos tienen la capacidad de ser autosustentables durante largos periodos.



Imagen 7. Página web desarrollada para la intervención en el aula, sesión 1 introducción, caso el jardín en miniatura de Latimer. <https://sites.google.com/view/biologiadecimo/sesi%C3%B3n-1-introducci%C3%B3n>

La segunda acción de esta fase consistía en la construcción del terrario por parte de los estudiantes, para lo cual en la página web en la sesión 2 se encontraba una infografía que indicaba cómo se realiza la construcción de un terrario paso a paso (Imagen 9) apoyándose de videos complementarios y una segunda infografía, de esta manera los estudiantes construyeron su terrario adjuntando evidencias fotográficas en la página web, posteriormente se planteó una actividad asincrónica que consistía en diligenciar un Padlet con comentarios en relación a “durante la observación del terrario después de unos días de su construcción ¿Qué ha sucedido en el interior de este? (Imagen 8).



.Imagen 8. Infografía realizada como la guía de la construcción del terrario de los estudiantes

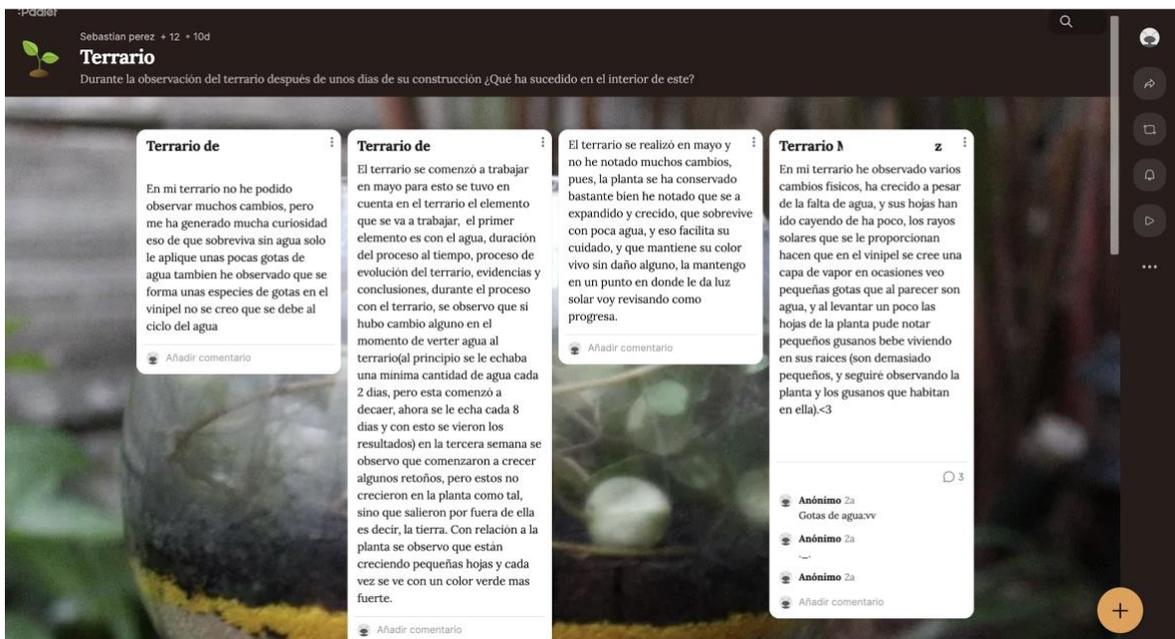


Imagen 9. Padlet realizado como actividad asincrónica en donde los estudiantes comentan sus observaciones días después de la construcción del terrario.

Posteriormente, la tercera acción de esta fase consistía en la problematización del terrario desde el estudio de sus condiciones, a partir de la descripción y caracterización de las dinámicas del agua, suelo, aire y luz con relación a los seres vivos, los estudiantes conformaron equipos a los cuales se les asignó una condición particular a trabajar, a partir de la documentación en el sitio web que se consolidaba en una imagen interactiva (imagen 10) donde se encontraba información pertinente sobre cada una de las condiciones.



Imagen 10. Captura de pantallas del contenido de la imagen interactiva realizada sobre la descripción y caracterización de las dinámicas y los seres vivos, a través de la plataforma Genially. <https://view.genial.ly/609a18d290af180d5ee734f4/interactive-image-condi>

Adicionalmente se les propuso una serie de actividades experimentales con el fin de que los estudiantes complementarán sus explicaciones sobre las dinámicas en el interior del terrario (imagen 11) donde los estudiantes a través de una matriz consolidaron su experiencia en la realización de las prácticas, como resultado de esta actividad los estudiantes realizaron una socialización por medio de presentaciones de PowerPoint explicando como ocurre cada una de las dinámicas en el terrario.

Actividades experimentales



Actividades experimentales Agua

Al darle click en la imagen podrás acceder al informe de las practicas experimentales correspondientes a las dinámicas del agua



Actividades experimentales Aire

Al darle click en la imagen podrás acceder al informe de las practicas experimentales correspondientes a las dinámicas del aire



Actividades Experimentales Suelo

Al darle click en la imagen podrás acceder al informe de las practicas experimentales correspondientes a las dinámicas del suelo



Actividades experimentales Luz

Al darle click en la imagen podrás acceder al informe de las practicas experimentales correspondientes a las dinámicas de la luz

Imagen 11. Página web desarrollada para la intervención en el aula, sesión 3 descripción y caracterización de las dinámicas en el terrario, actividades experimentales propuestas para los estudiantes complementando explicaciones. <https://sites.google.com/view/bio>

Como resultado de esta fase los estudiantes consolidaron sus explicaciones construidas en un escrito que hablara sobre las condiciones presentadas en el terrario destacando las principales relaciones que se presentaban entre los seres vivos con estas condiciones.

FASE 2: Ambientes Naturales y relaciones sistémicas

La fase 2 denominada Ambientes Naturales y relaciones sistémicas tuvo como propósito estudiar cuatro ecosistemas colombianos estableciendo relaciones con sus condiciones ecológicas, de esta manera se introdujo a los estudiantes a la comprensión de las relaciones sistémicas en ambientes naturales colombianos permitiendo que ellos establecieran una aproximación a la idea de sistema complejo.

De esta manera, la primera acción de esta fase consistía en el estudio de las condiciones ecológicas en cuatro ecosistemas representativos de Colombia (Manglares, Bosque de niebla, Selva amazónica y Páramos) cada uno asignados a los equipos, teniendo en cuenta las actividades anteriormente planteadas en la fase uno donde se construyó la noción de condición en el estudio del terrario, como resultado del estudio, los estudiantes debían realizar una infografía a partir de la documentación presentada en la página web a través de una revista digital (Imagen 12).



Imagen 12. Captura de pantalla de la revista digital desarrollada sobre los ecosistemas representativos de Colombia para la documentación de los estudiantes.

https://issuu.com/sebastianperez28/docs/revista_digital

La segunda acción de esta fase consistía en la socialización de la infografía realizada por cada equipo de trabajo exponiendo las diferentes explicaciones construidas en relación a las condiciones ambientales presentes en cada uno de los cuatro ecosistemas trabajados, donde posteriormente en una tercera acción a través de un documento colaborativo de PowerPoint cada equipo desarrollaría una diapositiva consolidando los resultados de sus explicaciones, estableciendo relaciones entre condiciones ambientales y los seres vivos presentes en cada uno de los ecosistemas trabajados.

FASE 3: El Páramo como territorio de conflicto

La fase 3 se denominó El Páramo como territorio de conflicto y tenía como propósito reconocer el páramo colombiano como un territorio de conflicto a partir de ejercicios de documentación y discusión por parte de los estudiantes, por lo que se introdujo a la comprensión de este ecosistema que es representativo para Colombia desde un componente social que permitía entenderlo desde otros puntos de vista, resaltando su importancia como sistema complejo que está permeado por diferentes relaciones humanas generando afectaciones y alteraciones en sus procesos.

De esta manera, la primera acción desarrollada consistía en tomar como caso de estudio el Páramo, en donde los estudiantes estudiaron el páramo a partir de cuatro referentes que permiten comprenderlo como ecosistema estratégico generando una aproximación a la noción de ecosistema estratégico, dichos referentes fueron las condiciones ambientales presentes en el páramo, la diversidad biológica, las intervenciones humanas teniendo en cuenta la minería, la agricultura y la ganadería; y por último la dinámicas hídricas que permiten ser fuente de agua para las población humana.

Posteriormente, cada equipo de trabajo realizó la socialización a partir de diapositivas en Power Point teniendo en cuenta la construcción de sus explicaciones desde cada referente tomando como documentación a través de la página web el resumen del texto “*Ecosistemas estratégicos para la sociedad: Bases conceptuales y metodológicas*” de Márquez Germán, donde se establecía los referentes conceptuales para la comprensión de la noción de ecosistema estratégico.

Es importante resaltar que esta fase corresponde al 20% de la intervención en el aula que constituyó el retorno a la presencialidad, donde el colegio tomó el modelo de alternancia brindando las clases de manera virtual y presencial al mismo tiempo, generando una serie de dificultades a la hora de desarrollar esta parte de la intervención, además de otras dinámicas escolares con respecto a la culminación del año escolar en la cual se realizaba énfasis a la culminación de los planes de estudios e implementación de evaluaciones bimestrales y nivelaciones de fin de año que retrasaron el proceso de intervención.

Finalmente, es importante resaltar que las acciones propuestas en cada una de las fases de la intervención en el aula a partir de unas maneras de proceder teniendo en cuenta los referentes epistemológicos y didácticos de los problemas de conocimiento, permiten que los estudiantes comprendan los ambientes naturales como ecosistemas a partir del estudio teórico-práctico de las condiciones ecológicas.

LA SISTEMATIZACIÓN COMO RECUPERACIÓN DE LA EXPERIENCIA

La sistematización como un proceso de recuperación, tematización y apropiación de una práctica formativa determinada, que al relacionar sistémica e históricamente sus componentes teóricos-prácticos, permite a los sujetos comprender y explicar los contextos, sentido, fundamentos, lógicas y aspectos problemáticos que presenta la experiencia, con el fin de transformar y cualificar la comprensión, experimentación y expresión de las propuestas educativas de carácter comunitario (Ghiso, 2001 citado en Ruiz, 2001)

Dentro de la práctica docente la sistematización permite la recuperación de la experiencia puesto que se entiende como un ejercicio intencionado que busca comprender en la complejidad de la experiencia, recreando sus saberes a través de un ejercicio de teorización y apropiación de lo vivido (Jara, 2018), por lo que produce conocimientos que posibilitan apropiarse críticamente de los saberes y sentires de la experiencia para comprenderlos a partir de la teoría y orientar hacia una transformación.

De esta manera, según Jara (2018) la sistematización como recuperación de la experiencia se caracteriza por:

1. **Producir conocimientos desde la experiencia, pero que apuntan a trascenderla:** la sistematización permite producir nuevos conocimientos que provienen de las experiencias, al realizar un primer nivel de conceptualización desde la experiencia se da una mejor comprensión de esta y trasciende a ir más allá de sus condiciones particulares, generando procesos de transformación.
2. **Recuperar lo sucedido, reconstruyéndolo históricamente, pero para interpretarlo y obtener aprendizaje:** la sistematización recupera lo sucedido haciendo una reconstrucción histórica y ordenando los elementos que estuvieron involucrados en la experiencia, permitiendo aproximar a una realidad histórico-social.
3. **Valorizar los saberes de las personas que son sujetos de las experiencias:** la sistematización destaca las diversas formas de pensar que tienen las personas protagonistas de las experiencias, donde estos saberes y conocimientos muchas veces ordenados o dispersos son organizados y puestos en orden a partir de la sistematización.

4. **Contribuir a la identificación de las tensiones entre el proyecto y el proceso:** la sistematización reconstruye la ruta real que se dio en el proceso tal como ocurrió, no el que se idealizaba, permitiendo identificar las razones, los sentidos de cambios además de las decisiones tomadas sus implicaciones y los elementos que emergieron, posibilitando contribuir al enriquecimiento de las experiencias.

En este orden de ideas, la sistematización como recuperación de experiencias en la enseñanza de las ciencias naturales permite que el docente a partir del reconocimiento de las diferentes representaciones que tienen los estudiantes sobre el mundo natural evalúe, reconfigure y reflexione estrategias que posibiliten la problematización de los fenómenos naturales llevando a que los estudiantes complejicen sus explicaciones.

CONSTRUCCIÓN Y ANÁLISIS DE AGRUPACIONES

El ejercicio de recuperación de la experiencia de aula “*El terrario: Una estrategia para la comprensión de los ecosistemas colombianos*” se estableció a partir de las representaciones de los estudiantes sobre el concepto ecosistema en los diferentes momentos de cada una de las fases, las cuales se recogieron a partir de la lectura y análisis de los registros tomados en recursos como: Padlet de observaciones, matriz de actividades experimentales, documentos colaborativos de PowerPoint, escritos, infografías y grabaciones de las socializaciones realizadas por los estudiantes durante cada momento.

De esta manera, para realizar la lectura y análisis de los registros tomados se desarrolló una matriz a partir de la cual se establecieron relaciones entre estos asignándole un código a cada registro permitiendo diferenciar los testimonios de los estudiantes en cada momento de las fases. Para esto se creó una codificación (Tabla 4) teniendo en cuenta el tipo de registro y el sujeto o equipo de trabajo que lo desarrollo donde se tomaron las iniciales de las palabras que denominan al registro como abreviaturas de cada uno de estos y se le asignó un número aleatorio al estudiante que participó en los diferentes registros.

| REGISTRO | ABREVIATURA | NÚMERO SUJETO O EQUIPO DE TRABAJO | EJEMPLO |
|--------------------------------------|-------------|-----------------------------------|---------|
| Padlet de observaciones | PO | 01 | PO_01 |
| Matriz de actividades experimentales | MA | 01 | MA_01 |
| Documento colaborativo | DC | 01 | DC_01 |
| Escritos | ES | 01 | ES_01 |
| Infografías | IN | 01 | IN_01 |
| Grabaciones de socializaciones | GS | 01 | GS_01 |

Tabla 4. configuración de códigos de los testimonios en los registros

Es así como los registros recuperados se consolidaron en agrupaciones las cuales surgen del ejercicio de determinar los elementos generales a los que acuden los estudiantes en las representaciones que tienen sobre los ecosistemas, al agrupar diferentes tipos de declaraciones, puntos de vista y afirmaciones que hacen los estudiantes a propósito de los ecosistemas permite ubicar elementos en común organizándolas en grupos definidos a los cuales se les atribuye una etiqueta que describe un enunciado que caracteriza cada agrupación.

La etiqueta termina constituyendo una herramienta metodológica que permite denominar a una agrupación donde se reconoce los elementos centrales que están determinados por las maneras de proceder de los estudiantes y las formas de participación en las acciones establecidas para cada momento de la propuesta de aula, además de la ideas construidas por el maestro derivadas del ejercicio de profundización teórica disciplinar y pedagógica, por lo que las etiquetas permiten cruzar el saber del maestro tanto en lo disciplinar como en lo pedagógico y aproximarse a una forma de organización de las dinámicas que se presentan en el aula.

En este orden de ideas, los registros se agruparon en tres etiquetas: *“El papel de la artificialización en la comprensión de las condiciones ecológicas”*, *“La complejización de las explicaciones en la comprensión de los ambientes naturales como ecosistemas”* y *“La*

comprensión del páramo como ecosistema” (tabla 5) fundamentándose a partir de los referentes epistemológicos de los problemas de conocimiento los cuales permiten comprender las transformaciones de las representaciones que tienen los estudiantes sobre los ecosistemas a partir de la experiencia básica hacia la complejización de las explicaciones.

| PROPÓSITO DE LA INTERVENCIÓN | Comprender los ambientes naturales como ecosistemas a partir del estudio teórico-práctico de las condiciones ecológicas. |
|--|---|
| ETIQUETA | DESCRIPCIÓN |
| El papel de la artificialización en la comprensión de las condiciones ecológicas | La experiencia básica se enriquece y se reconstruye a través de ejercicios de artificialización, cuestionamientos y documentación en torno a las condiciones ambientales. |
| La complejización de las explicaciones en la comprensión de los ambientes naturales como ecosistemas | La información y los contenidos constituyen elementos de orden conceptual para documentar, orientar, profundizar las preguntas, enriquecer el lenguaje e incorporar la idea de condición y relación con el propósito de comprender los ambientes naturales como ecosistemas |
| La comprensión del páramo como ecosistema | La documentación teórica, la socialización y los debates constituyen ambientes comunicativos que aportan a la construcción de una postura crítica acerca de comprensión del páramo como ecosistema |

Tabla 5. Matriz de agrupaciones en el ejercicio de sistematización de los registros

Es importante destacar que la ruta de la propuesta de intervención en el aula durante su desarrollo estuvo permeada por diferentes situaciones presentadas en el contexto educativo que configuraron ejercicios de ajustes a la misma, una de estas fue el retorno a la presencialidad a partir de la modalidad de alternancia puesto que se contemplaba el desarrollo de la propuesta en su totalidad de manera virtual, la segunda situación fueron las diferentes dinámicas escolares y los intereses que tenían tanto la institución educativa como los estudiantes donde se priorizaba los ejercicios de evaluaciones bimestrales, culminación de ejes temáticos y nivelaciones.

El papel de la artificialización en la comprensión de las condiciones ecológicas

La primera etiqueta que recoge las diferentes representaciones que construyeron los estudiantes durante el desarrollo de la intervención en el aula es “*El papel de la artificialización en la comprensión de las condiciones ecológicas*” la cual permite agrupar todos los argumentos, ideas y opiniones a propósito del concepto ecosistema desde la experiencia básica de los estudiantes recuperadas en la construcción del terrario, el cual posibilitó la configuración de las condiciones y dinámicas que ocurren en su interior como objeto de estudio, estableciendo en los estudiantes una serie de preocupaciones que a partir de los ejercicios de artificialización, cuestionamiento y documentación se aportó a la reconstrucción y enriquecimiento de la experiencia básica.

La experiencia básica se consideró como la primera aproximación que los estudiantes manifestaron sobre el concepto ecosistema, la cual estaba determinada por una serie de saberes desde su vida cotidiana, en donde vinculaban experiencias familiares y su formación académica de años anteriores permitiendo recoger las diferentes representaciones relacionadas con el concepto ecosistema.

De esta manera, a partir de las experiencias básicas y el desarrollo de las actividades de “*El terrario una descripción de condiciones ecológicas*” los estudiantes se maravillaron y se emocionaron en el proceso de construcción del terrario (Imagen 10) puesto que para ellos significó algo novedoso, en una primera instancia por las dinámicas de pandemia en las cuales las clases se convirtieron en algo aburrido al estar cierta cantidad de horas sentados frente a la pantalla de un computador escuchando a los profesores hablar, y en una segunda instancia por la posibilidad de tener un acercamiento a los seres vivos a partir de la observación detallada de lo que ocurría con la planta en el interior del terrario.



Imagen 13. Terrarios contruidos por los estudiantes durante El terrario una descripción de condiciones ecológicas

Durante el proceso de observación y toma de registros sobre lo que acontecía en el interior del terrario los estudiantes enriquecieron y reconstruyeron diferentes representaciones del mundo natural, generando cuestionamientos de las ideas que tenían sobre el crecimiento y desarrollo de las plantas, ya que comprendían que para la supervivencia de estos organismos es necesario la presencia de agua, la cual en el interior del terrario desde la concepción de ellos era escasa.

“En mi terrario he observado varios cambios físicos, ha crecido a pesar de la falta de agua” (PO_04)

“me ha generado mucha curiosidad eso de que sobreviva sin agua solo le aplique unas gotas de agua” (PO_18)

De igual manera, las observaciones realizadas por los estudiantes no solo estaban enfocadas en el agua sino que traían a colación elementos como el suelo, la luz y la temperatura.

“los cambios en mi planta los he notado bastante ya que ha crecido bastante, tiene hojas nuevas, la tierra sigue húmeda” (PO_09)

“he tratado de cuidarla lo más posible, pero se le han caído unas hojas, la tengo en buena posición para que reciba la cantidad exacta de luz necesaria para esta” (PO_05)

“yo veo que hay gotas en el vinipel, creo que es porque al estar encerrado sube la temperatura y suda la planta”(PO_10)

A partir de estas observaciones los estudiantes evidenciaron en el interior del terrario unas condiciones que permitían que la planta sobreviviera, las cuales las describían desde las relaciones de la planta con el agua, el suelo, la luz y el aire donde muy pocos recurrieron al concepto ecosistema para dar explicaciones sobre lo ocurrido en el interior del terrario.

“El terrario es un ecosistema artificial donde hay agua y tierra y otras cosas más que trabajan para que sobreviva y no muera” (PO_16)

No obstante, dichas condiciones del terrario descritas a partir de las observaciones de los estudiantes que permitieron cuestionar sus ideas previas se consolidaron como objetos de estudio en la clase, donde los estudiantes buscaban explicaciones acerca de los fenómenos ocurridos en el terrario en relación con esas condiciones estableciendo las actividades experimentales y la documentación propuesta como base para la comprensión de lo ocurrido en el terrario.

De esta forma, a partir de las diferentes experimentaciones propuestas (Imagen 10) los estudiantes evidenciaron el papel de las sustancias, las estructuras y los recorridos en la interacción de la planta con el agua, la luz, el aire y el suelo.

“por dentro de la planta se tiñó de color azul unos tubitos que corresponde al xilema que es por donde circula el agua, ese teñido fue por el colorante que se le aplicó al agua cuando hicimos el experimento” (MA_03)

“al cubrir la planta con una bolsa plástica después de días se infló, creemos que se dio por la transpiración de la planta que bota aire” (MA_01).



Imagen 14. Fotografía de los montajes experimentales realizados por los estudiantes durante El terrario una descripción de condiciones ecológicas.

Al comprender la interacción que tiene la planta con el agua, la luz, el aire y el suelo a partir de sus estructuras en los montajes experimentales los estudiantes establecieron una comprensión de estas como condiciones en el interior del terrario, las cuales eran necesarias para que un organismo como las plantas sobrevivan en un espacio determinado.

“el terrario contaba con las condiciones de agua necesarias pues el agua se recicla por decirlo así se forman gotas que caen a la tierra y la planta absorbe el agua y realiza sus procesos luego la expulsa por la transpiración” (GS_04).

Por último, los estudiantes establecieron relaciones entre lo que ocurre en el interior del terrario con las dinámicas de los ambientes naturales.

“el agua hace que los seres vivos cambien dependiendo de las cantidades existentes de ella, podemos decir que el desierto tiene unas cantidades de agua mínimas a comparación de la selva tropical, esto lo vuelve una condición, ya que es una adaptación que los seres vivos tienen que llevar a cabo en los ecosistemas para acoplarse a ellos” (ES_16).

De esta manera, se evidencia que la construcción del terrario se estableció como una situación desencadenante configurando espacios para la problematización de situaciones donde los estudiantes orientaron y delimitaron sus intereses hacia la caracterización y comprensión de las dinámicas del terrario, a partir del cuestionamiento de la experiencia básica que permitieron que los estudiantes renunciaran a las seguridades generadas por ideas previas sobre procesos biológicos que se desarrollaban en el interior del terrario.

La curiosidad que presentaron los estudiantes ante la actividad de la construcción del terrario posibilitó el surgimiento de diferentes preguntas destacando dos tipos, las abiertas en donde los estudiantes formulaban cuestionamientos que tenían varias respuestas posibles; y las incitantes que en el momento en el que surgen invitan a la profundización de una explicación, estas preguntas permitieron caracterizar el nivel de pensamiento y las preocupaciones de los estudiantes (Giordan y Vecchi, 1995), estableciendo un interés principal por las condiciones particulares presentes en el terrario que permiten que la planta que se encuentra en su interior sobreviva.

El interés sobre las condiciones presentes en el terrario por parte de los estudiantes posibilitó la configuración de las dinámicas del terrario como objeto de estudio en la clase de ciencias

permitiendo que desde la artificialización del mundo natural por medio de montajes experimentales, los estudiantes definieran estrategias para establecer variables, construir relaciones y derivar principios en su tránsito hacia la comprensión sistemática de las dinámicas presentes en el terrario (Valencia, et al, 2003).

Finalmente, los estudiantes generaron comprensiones sobre las dinámicas que ocurren en el terrario aproximándose a una perspectiva sistémica y a una idea de lo que plantea Morin (2002) como la Eco-organización en donde surge la comprensión de Eco-terrario al comprenderlo como una unidad organizacional que es llevada a la expresión de complejidad puesto que se mantiene a partir de las diversas interacciones que ocurren en su interior permitiendo la emergencia de los ciclos catalíticos, dinámicas energéticas y un proceso de autorregulación.

“El terrario es una especie como de sistema, hay muchos elementos ósea cosas que están adentro como la planta que puse el agua y la tierra, el agua permite que la planta sobreviva y siempre está por el ciclo del agua, por eso se ve unas gotas en el vinipel” (PO_14).

La complejización de las explicaciones en la comprensión de los ambientes naturales como ecosistemas.

La segunda etiqueta se denominó *“La complejización de las explicaciones en la comprensión de los ambientes naturales como ecosistemas”* y permitió agrupar las opiniones y argumentos de los estudiantes que dan cuenta de cómo la información y los contenidos constituyen elementos de orden conceptual para documentar, orientar, profundizar las preguntas, enriquecer el lenguaje e incorporar la idea de condición y relación con el propósito de comprender los ambientes naturales como ecosistemas.

A partir de las nociones de condiciones en el Eco-terrario desarrolladas durante *“El terrario una descripción de condiciones ecológicas”* surge una serie de cuestionamientos por parte de los estudiantes que permiten relacionarlas con los ambientes naturales, posibilitando la configuración de los ambientes naturales como un objeto de estudio durante el desarrollo de *“Ambientes naturales y relaciones sistémicas”* en donde al establecer el estudio de los

ambientes naturales representativos de Colombia los estudiantes realizaron una caracterización de los manglares, el bosque altoandino, la selva amazónica y el páramo.

De esta manera, en una primera aproximación los estudiantes describieron las principales características que tienen los cuatro ambientes naturales destacando los diferentes elementos que lo conforman, por lo que enunciaron las plantas y los animales representativos, además de características físicas como por ejemplo la humedad, la altitud, la latitud, la temperatura, entre otras, estableciendo una idea reduccionista de estos al contemplarlos desde sus partes.

“Estos bosques altoandinos se encuentran ubicados en la cordillera de los Andes, en tierras frías muy frías, entre los 2000 y 3000 metros sobre el nivel del mar, donde hay temperaturas entre los 12 y los 17.5 °C de temperatura” (IN_03).

“En la selva amazónica habita aves, insectos, barro y trillones de hojas verdes que esconden, jaguares, monos, loros y perezosos” (GS_14)

“Tipos de animales característicos del páramo: oso de anteojos, colibrís, ciervo, ranas; la vegetación del páramo se describe como principalmente abierta, dominada por gramíneas, arbustos, hierbas y rosetas gigantes del grupo de los frailejones” (IN_07)

“En los manglares se encuentra un conjunto de plantas denominadas mangles que tienen sus raíces como salidas de la tierra”(GS_18)

Después de un proceso de retroalimentación los estudiantes establecieron que cada uno de los ambientes naturales posee unas condiciones particulares que responden a esas características descritas anteriormente, por lo que enfatizaron en la noción de condiciones ecológicas que se había construido durante el desarrollo de **“El terrario una descripción de condiciones ecológicas”**, por lo que resaltaron las condiciones presentes en cada uno de estos teniendo en cuenta el agua, la luz, el suelo, el aire y la diversidad biológica

“Es importante decir que los bosques altoandinos están cubiertos de musgos, plantas que actúan como una especie de esponjas que absorben y acumulan mucha agua” (GS_11)

“la relación de los seres vivos se da por que la selva amazónica es catalogada como un gran portador de oxígeno debido a las plantas que habitan allí” (IN_04).

“los bosques amazónicas se encuentra en una región que tiene gran importancia al presentar muchas especies de vegetales y animales, y tiene gran parte de

ecosistemas acuáticos de agua dulce, la relación bosque y agua es totalmente importante y es lo que la caracteriza” (GS_15)

“los manglares permiten refugio y alimento para peces en sus raíces que están en forma como de zancos que salen de la tierra, estos árboles también capturan dióxido de carbono durante la fotosíntesis y liberan oxígeno” (GS_21)

Adicionalmente con el ejercicio de documentación desarrollado con la revista digital los estudiantes establecieron relaciones entre las condiciones ecológicas y los seres vivos que habitan los cuatro ambientes naturales, permitiendo comprender estos como ecosistemas en los cuales los diferentes componentes que lo conforman tienen una serie de relaciones que permiten que estos se mantengan en un equilibrio, además los seres vivos que allí habitan poseen adaptaciones a las condiciones ecológicas particulares de cada ambiente natural permitiendo su supervivencia.

“los seres vivos tienen que adaptarse a un clima según su hábitat; no podemos dejar un oso polar en una selva amazónica, sus características son adecuadas para sobrevivir en el océano Ártico. Así sucede con los demás seres vivos, también, es importante aclarar que hay seres vivos que su hábitat puede ser: terrestre o acuático y tiene características que los permiten sobrevivir a estos” (DC_08)

“La selva amazónica contiene la mayor biodiversidad, su vegetación es muy extensa siendo considerada el pulmón del mundo, ya que hay muchas plantas que realizan la fotosíntesis proporcionando oxígeno, a los demás seres vivos, también se dice que entra muy poca luz por tantos árboles entonces las demás plantas luchan por crecer intentando alcanzar la luz que entra” (DC_04).

“los manglares filtran el agua debajo de sus raíces acumulan materia sedimentos que son como materia orgánica, (...) los manglares suelen estar en suelo fangoso y desarrollan mecanismos para eliminar el exceso de sal para tener un suelo estable” (DC_03)

De esta manera, en el primer ejercicio de complejización de las relaciones los estudiantes dejaron de lado construcciones realizadas en *“El terrario una descripción de condiciones ecológicas”* al caracterizar los cuatro ambientes naturales a partir de la descripción de los componentes que lo conforman, retomando las condiciones teóricas que se desarrollaron durante el siglo XIX en donde se comprendía la naturaleza a partir de la corriente reduccionista en las que se intentaba estudiar el mundo natural desde sus partes, estableciendo que el todo es la suma de sus partes.

Entendiendo que en la complejización de las relaciones surge una renovada instancia en la cual “la construcción del fenómeno es posible concebirla en su dimensión compleja lo cual demanda un cambio en las formas de mirar, de pensar y de hacer del sujeto que conoce” (Valencia, et al, 2003), se propone a partir de la retroalimentación por parte del maestro el interés en comprender las dinámicas de las relaciones que tienen lugar en los ambientes naturales desde las nociones de condiciones ecológicas, construidas durante “*El terrario una descripción de condiciones ecológicas*”.

De esta manera, los estudiantes construyen explicaciones complejas que permiten comprender los ambientes naturales como ecosistemas a partir de las relaciones entre las condiciones ecológicas presentes en cada uno de estos y la relación de los seres vivos con estas, de acuerdo con Valencia y otros (2003) “se aspira a un conocimiento multidimensional, que articule los dominios disciplinares quebrados por el pensamiento disgregador”

Dichas explicaciones sobre los ambientes naturales permiten que los estudiantes se acerquen a la idea de estos como ecosistemas, y a su vez a la idea de sistema complejo que: se compone de diversos elementos que interactúan y reaccionan no linealmente a diferentes escalas espaciales y temporales, se organicen así mismos para producir estructuras complejas y de comportamiento, poseen alguna forma de información hereditaria que les permite adaptarse a los cambios, su estructura y dinámica son efectivamente irreversibles y existe siempre un legado de su historia, y por último se organizan de manera jerárquica (Donato, 2015).

Adicionalmente, los estudiantes contemplan relaciones de constitución en los ecosistemas estudiados donde resaltan en sus estructuras tróficas la presencia de sustancias inorgánicas que participan en los ciclos de la materia, los compuestos orgánicos que relacionan a los componentes bióticos y abióticos, los factores climáticos y físicos, los productores, los fagótrofos y los saprofitos (Odum y Warrett, 2006).

De esta manera, los estudiantes expresan que los ecosistemas estudiados cuentan con diversas condiciones ecológicas particulares que permean la presencia de seres vivos que a partir de un proceso de adaptación logran sobrevivir bajo estas condiciones, además la existencia de unas relaciones alimenticias que permiten la circulación de la materia y la energía en el interior de estos, estableciendo aproximaciones a la comprensión de los ecosistemas desde la

complejidad y las interacciones resaltando ciclos catalíticos, autorregulación y dinámicas energéticas.

Así mismo, los estudiantes también tienen en cuenta unas relaciones de funcionalidad en los ecosistemas donde existe una circulación de nutrientes en los ciclos biogeoquímicos, cadenas y redes alimenticias que hacen referencia a la distribución y clasificación de los organismos teniendo en cuenta la transferencia de alimentos, la producción de materia orgánica, la diversidad biológica, los gradientes y ecotonos.

“en manglares se refugian muchos peces y otros animales como caracoles, camarones que se salvan de las aves que cazan y se alimentan de ellos, también los peces ponen sus huevos en estas raíces para que otros peces no coman” (DC_02)

“En los páramos se encuentran plantas que están adaptadas a bajas temperatura (...) estas son las productoras, ósea que hacen su propio alimento, también hay venados que se alimentan de estas plantas, también hay osos de anteojos que comen plantas pero también insectos” (DC_20)

Finalmente, se puede establecer que en una primera instancia los estudiantes contaron con la libertad de tomar los objetos de estudios y generar explicaciones a partir de la caracterización de los ambientes naturales, dejando de lado construcciones realizadas en otros momentos de la intervención surgiendo la necesidad de realizar un proceso de retroalimentación a partir de las revistas digitales, permitiendo la emergencia de un nuevo pensamiento que integrará y conjugara los modelos simplificadores de pensar, rechazara las ideas reduccionistas y unidimensionalizantes (Valencia y otros, 2003) en donde los estudiantes establecieran una complejización de sus explicaciones posibilitando aproximaciones a la comprensión de los ambientes naturales como ecosistemas.

La comprensión del páramo como ecosistema

La tercera etiqueta configura la agrupación de los argumentos, opiniones e ideas de los estudiantes que permiten dar cuenta de cómo la documentación teórica y socialización constituyen ambientes comunicativos que aportan a la construcción de una postura crítica acerca de la comprensión del páramo como ecosistema.

Durante “*Ambientes naturales y relaciones sistémicas*” los estudiantes establecieron una comprensión de los ambientes naturales (manglares, bosque altoandino, selva amazónica y páramo) como ecosistemas, por lo que en “*El Páramo como territorio de conflicto*” se hace un énfasis en los páramos configurándolo como un caso de estudio en donde a partir de las condiciones ambientales, la diversidad biológica, las intervenciones humanas y las dinámicas hídricas se pudiera establecer a los páramos como ecosistemas estratégicos.

De esta manera, los estudiantes realizaron una caracterización de los páramos desde estos referentes permitiendo considerar las características particulares que posibilitan su comprensión como ecosistemas estratégicos, además se establecen relaciones entre las condiciones ecológicas presentes en el páramo con los seres humanos.

“En la biodiversidad de los páramos se destacan muchas plantas que son endémicas de los páramos, ósea que son propias o más bien son originales de estos ecosistemas, también hay otros animales como los osos de anteojos y muchas aves”
(GS_31)

“la biodiversidad es la variedad, es eso como la variedad de especies que habitan y todo lo que uno pueda pensar de ese ecosistema, su diversidad en cuanto a lo biológico, por lo que las condiciones de los páramos ayudan a que haya mucha fauna y flora, por así decirlo”(GS_33)

“Hay mucha agua, alimentando los ríos que descienden hacia las regiones costeras y a la cuenca del Amazonas, junto a una alta producción de agua, la capacidad de regulación del agua del páramo es muy importante, la vegetación predominante ayudan a la regulación del agua” (GS_41).

Es así como los estudiantes a partir de sus explicaciones establecieron una aproximación a la comprensión de los Páramos como ecosistemas estratégicos puesto que desde la caracterización, teniendo en cuenta los referentes planteados, se enfatizó en la importancia que tiene el páramo en las dinámicas hídricas donde este provee grandes cantidades de agua para la especie humana.

“Se considera estratégico porque da agua, el páramo es muy importante para mantener equilibrios y procesos ecológicos como la regulación de climas, del agua, realizar la depuración del aire, agua y suelos, la conservación de la biodiversidad”
(GS_43).

A partir de esta caracterización de los páramos y del acercamiento a la comprensión de estos como ecosistemas estratégicos los estudiantes establecieron una serie de controversias en cuanto a la interacción del ser humano con estos, estableciendo diferentes posturas críticas las cuales resaltan que los seres humanos hacen parte de la naturaleza por lo que los ecosistemas no están para el uso de este.

“Claro que nosotros nos aprovechamos de recursos que nos brindan nuestros ecosistemas pero como tal no están destinados para esto, los ecosistemas lo que hacen es cumplir con su ciclo común de vida y de la naturaleza, que en sí, ósea esa es la naturaleza de los ecosistemas, simplemente es un blanco en sus funciones solo que lo hacen ecosistema estratégico, porque origina el agua que no necesariamente es solo para la subsistencia del humano sino para lo mismo, tratar todo el desarrollo del ecosistema, entonces también hace referencia a la fauna y la flora esto lo que también los humanos aprovechamos, ese recurso y pues es algo que nos beneficia a todos” (GS_56)

“el ecosistema no está para que el humano lo use obviamente, nosotros explotamos la naturaleza más no es que este puesto para nosotros”(GS_53)

“nosotros nos apropiamos de ellos pero en algunos casos por ejemplo los árboles ellos nos brindan el oxígeno y no siempre hay que talarlo”(GS_54)

“lo estratégico no sólo hacia la parte del humana sino también que ayuda a cumplir con el desarrollo de las especies más allá, los animales la flora” (GS_57)

De esta manera, la documentación teórica, la socialización y los debates constituyeron ambientes comunicativos que aportaron a que los estudiantes generarán una postura crítica acerca de la comprensión del páramo como un ecosistema puesto que los estudiantes se reconocieron como sujetos que “se revela desde su diferencia o heterogeneidad, por medio de sus escritos, aportes en las discusiones, participación en la elaboración de informes y en el reconocimiento y respeto por la producción de pares” (Valencia, et al, 2003).

REFLEXIONES GENERALES Y LIMITACIONES

La sistematización como la recuperación de la experiencia en la intervención en el aula “*el terrario: una estrategia para la comprensión de los ecosistemas colombianos*” permitió comprender la experiencia desde la conceptualización teórica y práctica posibilitando el análisis de los diferentes testimonios de los estudiantes a partir de la configuración de las

etiquetas, las cuales se establecen como una herramienta metodológica permitiendo cruzar el saber del maestro en lo disciplinar con los testimonios de los estudiantes a lo largo de la implementación de la propuesta de aula aproximando así al docente hacia una forma de organizar las dinámicas que se presentan en el aula a partir de la intervención en el aula.

Es así como la recuperación de la experiencia se configuró como un ejercicio que permitió recuperar lo sucedido durante el desarrollo de la propuesta, reconstruyéndola históricamente para interpretar el tránsito de la comprensión del concepto ecosistema establecido a partir de las estrategias de los problemas de conocimiento (de la experiencia básica a la complejización de las relaciones), donde se puede establecer que los estudiantes comprendieron la noción de condiciones ecológicas y a partir de estas comprender los ambientes naturales como ecosistemas.

De igual manera, este ejercicio permitió evidenciar que a través de la propuesta de intervención *“el terrario: una estrategia para la comprensión de los ecosistemas colombianos”* los estudiantes comprendieron el concepto ecosistema a partir de las relaciones entre las condiciones ecológicas con los seres vivos y de los seres vivos con otros seres vivos, partiendo de la experiencia básica que se constituida de las experiencias de vida y su trayectoria por su formación académica, donde constituían representaciones de este a partir de una idea reduccionista y fragmentada desde la separación de sus partes.

Al aproximar a una idea de ecosistema en los estudiantes permitió que se establecieran los ambientes naturales representativos de Colombia desde esta noción posibilitando tomar como caso de estudio los páramos colombianos, los cuales cuentan con una serie de dinámicas en los procesos de intervención del ser humano que posibilitan comprenderlo como un territorio de conflicto donde los estudiantes se aproximaron a un pensamiento crítico desde la profundización y caracterización de estos.

Así mismo, la recuperación de la experiencia de intervención contribuyó a la identificación de las tensiones entre la propuesta de intervención y el desarrollo de esta ya que reconstruyó la experiencia real dejando de lado la idealizada, al construir la ruta de la propuesta se había contemplado una serie de acciones que por los devenires en el aula y el contexto teniendo en

cuenta la modalidad de retorno a la presencialidad, se dio a la emergencia de acciones que permitían contribuir a enriquecer el desarrollo de la propuesta.

De esta manera, es importante resaltar algunas limitaciones que se presentaron durante el proceso de desarrollo de la propuesta de intervención en el aula ya que las condiciones presentadas en el contexto escolar atendiendo a las dinámicas de la emergencia sanitaria del COVID-19 requerían nuevas estrategias por parte de los maestros en su práctica docente donde la implementación de las TIC's adquiría un papel fundamental en la clase de ciencias naturales.

Ahora bien, durante la propuesta de la ruta de intervención se planteó la implementación desde la virtualidad por lo que la creación y el desarrollo de la página web se establecía como un espacio virtual en el cual interactuaba el maestro y sus estudiantes de manera asincrónica a través de una serie de actividades donde se hacía uso de recursos digitales (imágenes interactivas, documentos colaborativos, revistas digitales, videos, fotografías entre otras) permitiendo cumplir con los propósitos de las diferentes acciones propuestas en la ruta.

No obstante, la emergencia del modelo de alternancia por parte de la institución educativa en donde se establecía clases virtuales y presenciales al mismo tiempo durante el desarrollo de la intervención en el aula trajo consigo una serie de dificultades, puesto que surgió la necesidad de reorganizar los tiempos en donde la intervención en el aula se vio limitada únicamente cuando la totalidad de los estudiantes estuvieran de manera virtual puesto que era necesario el uso de los recursos digitales propuestos en la página web, causando que la propuesta se prolongara y que no se alcanzara a cumplir con las acciones planteadas en la última fase en su totalidad.

Por último, es importante resaltar que con la emergencia de la reorganización de los tiempos de la propuesta de intervención en el aula y su prolongación no concordaba está con los tiempos propuestos por la institución donde se priorizaba la culminación de los planes de estudios, los procesos de evaluaciones institucionales y los ejercicios de nivelaciones para los estudiantes, generando tensiones entre los intereses del maestro, de la institución y de los mismos estudiantes dificultando aún más la culminación de la intervención en el aula.

PRODUCCIÓN DISCURSIVA

El desarrollo del presente trabajo de grado “*Condiciones técnicas y teóricas en la configuración del concepto ecosistema*” surge de las reflexiones de los diferentes seminarios de la Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales, los cuales posibilitaron espacios de reflexión de la práctica docente y la consolidación de objetos de enseñanza en la clase de ciencias naturales, permitiendo generar procesos de investigación educativa a partir de la problematización de los fenómenos, haciendo una profundización desde los referentes epistemológicos, disciplinares y pedagógicos.

Desde este punto de vista, se establece el interés por el concepto ecosistema teniendo en cuenta que desde los contenidos curriculares se plantea como un objeto central en la enseñanza de las ciencias naturales, que es abordado desde un enfoque que genera una sinonimia con los ambientes naturales, de esta manera surge la necesidad de proponer estrategias orientadas a la problematización de las representaciones de los estudiantes sobre los ecosistemas, posibilitando su cuestionamiento y transformación.

De esta manera, se plantea la propuesta de intervención en el aula “*el terrario: una estrategia para la comprensión de los ecosistemas colombianos*” en donde durante el ejercicio de recuperación de la experiencia se plantea dos puntos de reflexión el primero, corresponde a la profundización teórica y su aporte en la configuración de objetos de enseñanza de las ciencias naturales, y el segundo al rol del docente de ciencias naturales.

LA PROFUNDIZACIÓN TEÓRICA Y SU APOORTE EN LA CONFIGURACIÓN DE OBJETOS DE ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

El trabajo de grado como un ejercicio de profundización teórica que se plantea en la Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales a través de la documentación tanto teórica como disciplinar y de los ejercicios de diseño e implementación de propuestas de aula, busca generar comprensiones de los objetos, fenómenos y conceptos que son de interés en la enseñanza de las ciencias naturales.

De esta manera, el presente trabajo de grado “*Condiciones técnicas y teóricas en la configuración del concepto ecosistema*” tuvo como principal interés el concepto ecosistema, el cual es ampliamente utilizado en la enseñanza de las ciencias naturales desde los primeros niveles educativos puesto que permite comprender las dinámicas de relaciones de los seres vivos en la naturaleza estableciéndose como un concepto clave para las ciencias naturales.

Así mismo es uno de los conceptos que hoy en día es muy importante para la comprensión de las dinámicas no solamente de los ambientes naturales sino de las dinámicas sociales y culturales puesto que es utilizado con frecuencia en la vida cotidiana a través de los medios de comunicación en donde se introduce implícita o explícitamente en las preocupaciones y discusiones que se han generado en los últimos años sobre las implicaciones de las acciones del ser humano con la naturaleza, el cual permite aportar elementos de orden teórico para la comprensión de estas dinámicas y de estas problemáticas vividas en la actualidad.

Sin embargo, el propósito de este trabajo de grado era configurar una comprensión del concepto ecosistema desde su componente histórico, el cual está determinado por una serie de condiciones técnicas y teóricas que posibilitaron su constitución y su comprensión, en ese sentido el ejercicio de profundización teórica disciplinar que se hizo desde la historia del concepto ecosistema permite vincular aspectos relacionados a la comprensión de la naturaleza y sus formas de estudio, estableciendo diferentes transiciones en las que se constituyeron bases teóricas y técnicas para la constitución de lo que hoy se conoce como los ecosistemas.

A partir de esta profundización teórica disciplinar sobre el componente histórico del concepto ecosistema se puede resaltar que la constitución de este se determinó por diferentes asuntos los cuales fueron: la organización de la naturaleza, la distribución de los seres vivos, la comprensión de las relaciones y por último las interacciones y la complejidad.

Es así como se resalta que el estudio de la naturaleza pasó por diferentes momentos donde el primero corresponde al asunto de la historia natural y la organización de la naturaleza dada durante los siglos XVI y XVII, en donde se establece el estudio de esta a partir de su observación y su descripción respondiendo a la preocupación presentada por la comprensión de la forma en la que estaba organizada, teniendo en cuenta una filosofía providencialista en

la que se establece la naturaleza como las huellas de la creación por parte de un ser divino creador de todo lo existente.

De esta manera, se configura una serie de herramientas que posibilitaron dar cuenta de la armonía en la naturaleza desarrollando criterios que permitieran asignar a una descripción un nombre y a un nombre una descripción donde la introducción de técnicas particulares en el estudio de la naturaleza como la recolecta de especímenes a través de museos y colecciones biológicas; y la clasificación de los organismos a partir de la elaboración de catálogos, tablas y claves taxonómicas, estableció la comprensión de la naturaleza desde la organización de esta.

Posteriormente, en un segundo momento se evidencia la comprensión de la naturaleza a partir de la distribución de los seres vivos que se dio durante el siglo XIX respondiendo a unas dinámicas de control del espacio por parte de Europa donde se desarrollaba las grandes expediciones biológicas permitiendo el cuestionamiento por la distribución geográfica de las plantas y los animales por el planeta, comprendiendo la existencia de caracteres comunes entre varias organismos que habitaban diferentes espacios que se encontraban separados por grandes extensiones de tierra o incluso mar.

Durante las grande expediciones biológicas se evidenciaba que los naturalistas desarrollaban una serie de relatos que se complementaban con la implementación de técnicas de ilustración, la cual permitía que las imágenes trascendieran de las cuestiones prácticas del transporte y que se lograra dar la idea de vida a los especímenes al contar con la conservación de los características observadas y descritas en campo.

Es por esto que la expedición botánica realizada por Alexander Humboldt adquieren un papel fundamental en la constitución de las condiciones teóricas presentes durante este siglo, puesto que el primero al plantear un sistema explicativo global resaltando la importancia de los datos físicos (temperatura, humedad, radiación solar) definidos por la situación espacial (altitud y latitud) para determinar los pisos de la vegetación construyendo la noción de comunidades vegetales permitiendo comprender la primera unidad ecológica.

Así mismo, también se resalta la expedición realizada por Charles Darwin quien a partir de sus estudios organizó el contexto teórico sobre el conocimiento de la naturaleza al generar reflexiones sobre la herencia refutando la idea de la creación simultánea de los seres vivos en diferentes partes del planeta, destacando el papel que tiene las barreras, las islas, los archipiélagos en el desplazamiento de los seres vivos que permite la existencia de características en común como consecuencia de la selección natural.

No obstante, con el afán de comprender la naturaleza a partir de un sistema de clasificación y posteriormente desde la distribución geográfica de los seres vivos se había dejado de lado diferentes estudios desarrollados sobre la química de lo vivo, los cuales finalmente se iban a establecer como una corriente que incluía a la química en un tercer momento en el estudio de los seres vivos, consolidándose unas nuevas condiciones teóricas que permitían comprender las relaciones que se dan entre los seres vivos con su medio a partir del estudio de las sustancias que componen y recorren los organismos, el flujo de materia, las transformaciones de las sustancias, la naturaleza de los elementos y la combinación de entrada y salida de estos.

De esta forma, se implementa el método experimental para la comprensión de la naturaleza adquiriendo un papel fundamental para la adquisición de unas nuevas condiciones técnicas donde se establecía un alto grado de rigurosidad con la medición y el uso más refinado de los instrumentos, lo que trajo como consecuencia la experimentación con los órganos donde se alteraban las condiciones y se analizaba las variables que intervienen en los procesos.

Por último, un cuarto momento en donde a partir del enfoque experimental en la comprensión de la naturaleza daría como consecuencia un periodo de cambios filosóficos donde se pasaría de una corriente idealista a una materialista que permitirían entonces hablar de la complejidad y las interacciones en el estudio de la naturaleza, dando como resultado el origen del concepto ecosistema como unidad organizadora.

En ese sentido se resalta los estudios desarrollados por Clements bajo la corriente holística durante principios del siglo XX, donde describía e interpretaba las formas vegetales que vivían en una misma localidad manteniendo relaciones entre sí estableciendo la noción de superorganismo, aproximando las comunidades vegetales a la idea de sistema que estaba

emergiendo en los procesos explicativos de los fenómenos naturales, al articular la totalidad, la interrelación y el concepto de organización.

En contraposición a la idea de superorganismo propuesta por Clements surgieron una serie de debates y controversias entre las corriente holística que planteaba que el todo es algo más que la suma de sus partes y la reduccionista que establecía la comprensión de la naturaleza a partir de la reducción del todo a sus partes, como consecuencia de esto Tansley con la necesidad de aclarar conceptos y terminología de la ecología propone el concepto ecosistema, estableciéndolo como un argumento teórico.

La asimilación de la naturaleza como un sistema a partir de la idea de unidad compleja constituida por diversas interrelaciones fue lo que permitió romper con los debates del holismo y reduccionismo, puesto que no se puede reducir el todo a las partes ni las partes al todo es preciso concebirlas juntas de forma complementarias y antagónicas, donde la emergencia del concepto ecosistema se establece como una unidad organizacional que es llevada a la expresión de complejidad.

Esta idea de ecosistema como unidad organizacional permite que adquiera una característica autónoma donde ocurre diversas interacciones destacadas en tres elementos: los ciclos catalíticos que permiten comprender la dinámica de renovación constante configurando estados de orden-desorden, la autorregulación la cual permite que el ecosistema transite entre estados de desequilibrio, y por último las dinámicas energéticas que están configuradas por el transporte de componentes entre el ecosistema y su entorno permiten hablar de un sistema complejo.

Ahora bien, a partir de estos asuntos que constituyeron diferentes momentos en la historia del concepto ecosistema donde se establecieron unas condiciones técnicas y teóricas posibilitaron la configuración del concepto ecosistema, permitiéndole comprenderlo en la actualidad como una unidad de la jerarquía ecológica estableciendo que:

Los organismos vivos (bióticos) y su ambiente o entorno sin vida (abiótico) están interrelacionados de manera inseparable e interaccionan unos con otros. Cualquier unidad que incluya a todos los organismos (la comunidad biótica) de un área dada que interacciona con su ambiente físico de manera que un flujo de energía conduce

a estructuras bióticas definidas con claridad y reciclados materiales entre componentes vivos y sin vida es un sistema ecológico o ecosistema (Odum y Warrett, 2006).

En ese sentido el ejercicio de profundización disciplinar sobre el componente histórico del concepto ecosistema que permitió identificar unas condiciones técnicas y teóricas en la configuración y consolidación del concepto ecosistema aportan elementos de orden teórico que permiten la comprensión de los ecosistemas como un objeto de enseñanza de las ciencias naturales en la educación media.

De igual manera, permite dar respuestas a ciertas problemáticas que se detectaron durante la configuración del contexto problema a partir del análisis de los documentos de la política pública propuestos por el Ministerio de Educación Nacional para la educación básica y media en Colombia con el fin de rastrear de qué forma se comprende los ecosistemas para su enseñanza y la forma de cómo se propone abordarlo; la indagación en la enseñanza de los ecosistemas en la práctica docente donde se hizo referencia a experiencias e investigaciones por los docentes; y los cuestionamientos sobre la enseñanza de las ciencias que surgieron en los seminarios del interior del programa curricular de la Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales de la Universidad pedagógica Nacional.

Es así como se reconoce que los ecosistemas en algunas prácticas frecuentes de la enseñanza de las ciencias naturales se comprende como una simple definición que agrupa los factores bióticos y abióticos que se relacionan entre sí, de igual forma se comprende como un término que se emplea para generar una sinonimia con ambientes naturales, estableciendo una idea en torno a que ecosistema y ambiente naturales es lo mismo, además de la existencia de una carencia de interacción con el contexto colombiano donde se hace uso de elementos descontextualizados haciendo énfasis en ecosistemas lejanos al contexto de los estudiantes por lo que abordar las problemáticas de los páramos como caso de estudio resulta siendo pertinente en el trabajo de grado.

En ese sentido, los ejercicios de documentación disciplinar realizados permitieron identificar unas condiciones técnicas y teóricas del concepto ecosistema aportando elementos de orden histórico, epistemológico y filosófico para su comprensión como objeto de la enseñanza estableciéndose como un aporte significativo para el maestro de ciencias naturales a la hora

de definir criterios de orden pedagógico y didáctico para el diseño de actividades que permiten la enseñanza del concepto ecosistema en la educación básica y media.

De esta manera, el maestro se enfrenta a la necesidad de definir y configurar la ruta de intervención en el aula “*el terrario: una estrategia para la comprensión de los ecosistemas colombianos*” a partir de los problemas de conocimiento proponiendo a los estudiantes una serie de actividades teórico-prácticas que permitan la complejización de las explicaciones en relación al concepto ecosistema desde la experiencia básica, es así como se estableció el diseño de un sitio web como estrategia para la constitución de esta propuesta, donde se complementó a partir del desarrollo de recursos educativos digitales como infografías, revistas digitales, videos, imágenes interactivas atendiendo a las dinámicas de la educación virtual.

En ese sentido, la construcción del terrario jugó un papel muy importante en la propuesta de intervención en el aula puesto que permitió que los estudiantes introdujeran en la clase de ciencias las experiencias básicas en relación con los ecosistemas, donde a partir de la observación de lo ocurrido en el interior del terrario se cuestionaran sobre las dinámicas del agua, suelo, aire y luz con los seres vivos, donde los procesos de artificialización y de montajes experimentales permitieron que ellos contrarrestaran sus diferentes puntos de vista y complejizar sus explicaciones desde la comprensión de los procesos metabólicos presentes en el interior del organismo a partir de las estructuras, sustancias y recorridos, así mismo los ejercicios de socialización y discusiones realizados configuraran ambientes comunicativos en los cuales los estudiantes se sentían con la plena seguridad de expresarse permitiendo acciones participativas en la construcción y complejización de las explicaciones relacionadas a los ecosistemas.

De igual manera, el diseño e implementación de la propuesta de intervención en el aula permitió al maestro configurar un espacio para la reflexión y el cuestionamiento de la práctica docente en la clase de ciencias naturales, donde el diseño de recursos educativos que permitieran suplir las necesidades educativas en las dinámicas de la contingencia del COVID-19 se estableciera como un oportunidad para resignificar sus acciones en el aula dando paso a la innovación y estrategias que permitan captar los intereses particulares de sus estudiantes, además establecer los ecosistemas como un objeto de enseñanza en la propuesta

de intervención posibilitó que el maestro estableciera un enfoque histórico en la comprensión de este concepto, recuperando condiciones técnicas y teóricas que permitieron su constitución.

Por último, es importante resaltar que la ruta de intervención en el aula no fue solamente configurada a partir de un conjunto de acciones caracterizadas u orientadas por los problemas de conocimiento, sino que también se involucraron una serie de condiciones técnicas implicadas en el diseño de sitios web que enriquecieron las experiencia de los estudiantes, donde los recursos educativos digitales se establecieron como base para la propuesta de intervención en el aula atendiendo a las condiciones presentadas por la contingencia sanitaria del COVID 19 y respondiendo a las necesidad educativa del país en la cual los maestros buscaron estrategias para innovar sus prácticas docentes que permitieran a los estudiantes salir de las rutinas establecidas por la cuarentena.

EL ROL DEL DOCENTE DE CIENCIAS NATURALES

El trabajo de grado muestra la potencia que tiene los procesos de profundización teórica disciplinar sobre el concepto ecosistema donde el maestro plantea y desarrolla una serie de acciones que sean significativas tanto para él como para sus estudiantes, en lo cual se ve expuesto a unas tensiones presentes en la configuración del ecosistema como un objeto de enseñanza, puesto que se presentan una serie de dificultades a la hora de llevar estos procesos de profundización en los escenarios educativos.

En este orden de ideas es importante resaltar las dificultades presentadas en cuanto a los intereses de los estudiantes al estar acostumbrados a unas formas particulares de trabajo en las clases virtuales durante la contingencia del COVID-19 donde se limitaban a la búsqueda constante de fuentes de internet, puesto que en muchos casos en los ejercicios de complejización de sus explicaciones recurrían al uso excesivo de la documentación presentada en internet por lo que no adquiría un valor significativo para ellos, además que en varias ocasiones los estudiantes no estaban en la disposición para atender a la clase de ciencias naturales, al contar con elementos distractores como por ejemplo el celular, el televisor o incluso las personas pertenecientes a su núcleo familiar generando en ellos actitudes de pereza frente a los ejercicios de aprendizaje.

De igual manera, también se presentaron dificultades en cuanto a las dinámicas educativas y administrativas en las que se ve inmerso el maestro en su función como educador donde cuenta con una serie de exigencias por parte las instituciones educativas, estableciendo unos intereses particulares por parte de estos en la clase de ciencias naturales donde se prioriza el cumplimiento de los planes de estudios y los procesos de evaluación.

Dichas dificultades presentadas, limitan las acciones innovadoras y propositivas que plantea el maestro en su preocupación por configurar intervenciones significativas para los estudiantes desde otras perspectivas disciplinares, pedagógicas y didácticas, atendiendo a unas problemáticas evidenciadas en los planes de estudios donde a través de la revisión de los lineamientos curriculares y los referentes de orden legal presentadas en el trabajo de grado se evidencia que los ecosistemas son considerados como un objeto que es necesario incluir en la enseñanza de las ciencias naturales en la educación básica y media.

No obstante, los ecosistemas en los planes de estudio están enfocados desde el reconocimiento de estos como un sinónimo de los ambientes naturales y no como un concepto que está constituido por una serie de referentes de orden histórico y epistemológico, donde a partir de unas condiciones técnicas y teóricas se permite su configuración como una unidad organizacional de la naturaleza que posibilita la comprensión de los ambientes naturales.

De esta manera, el maestro en la propuesta de intervención permite trascender estas comprensiones sobre el concepto ecosistema en los planes de estudios posibilitando recoger elementos de orden histórico y epistemológico del concepto ecosistema que establecen una idea de complejidad, donde a partir del proceso de recuperación de la experiencia se comprende los compromisos que tienen los maestros de ciencias naturales al abordar los ecosistemas y particularmente al abordar los páramos como un caso de estudio partiendo de reconocer que es un tema de controversia, donde su comprensión desde una noción de ecosistema estratégico aporta elementos que permite que los estudiantes configuren un pensamiento y una visión crítica frente al contexto actual de los páramos.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los ejercicios de profundización que se propone en la Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales de la Universidad Pedagógica Nacional para el desarrollo de los trabajos de grado permite la innovación en la práctica cotidiana de los maestros generando espacios de formación en aspectos pedagógicos y disciplinares, posibilitando la reflexión por parte de este en sus acciones educativas reconociéndose como un intelectual con la capacidad de resignificar su práctica pedagógica desde el desarrollo de propuestas de aula significativas para la enseñanza de las ciencias naturales y para transformaciones de las representaciones de mundo natural que poseen los estudiantes.

Documentar disciplinar y pedagógicamente los aspectos que favorecieron la constitución del concepto ecosistema como un objeto de estudio para las ciencias naturales y su enseñanza posibilitó la configuración de una propuesta de intervención en el aula que permitiera comprender este concepto desde sus componentes históricos y epistemológicos, estableciéndolo como un sistema complejo que cuenta con una serie de relaciones que lo constituyen y que permiten su funcionamiento, dejando de lado una mirada reduccionista de los ecosistemas en donde se reducía a el estudio de sus componentes.

La propuesta de intervención en el aula *“el terrario: una estrategia para la comprensión de los ecosistemas colombianos”* configurada desde los problemas de conocimiento permitió que los estudiantes trascendieran sus experiencias básicas y complejizaran sus explicaciones sobre los ecosistemas, donde los procesos de documentación teórica, la artificialización de la naturaleza a través de los montajes experimentales y los ambientes comunicativos permitieron contrarrestar los puntos de vista para la comprensión del concepto ecosistema desde la idea de complejidad.

El desarrollo de la propuesta de aula a partir de la construcción del sitio web consolidado por una serie de recursos digitales como infografías, documentos colaborativos, revistas digitales, videos, entre otros permitió darle un carácter innovador a la enseñanza del concepto de ecosistema en la clase de ciencias naturales desde unas circunstancias particulares como lo fueron la contingencia del COVID-19 en donde se presentaron una serie dificultades

debido a la monotonía de las clases, expresadas en el poco interés y participación de los estudiantes durante el desarrollo de las clases.

Abordar los páramos como caso de estudio en la enseñanza de las ciencias naturales a partir del reconocimiento de este como un territorio de conflicto permite centrar a los estudiantes en un contexto local, en donde la propuesta de intervención a pesar de las dificultades presentadas posibilitó dar elementos donde los estudiantes a partir de la aproximación de la comprensión del páramo como ecosistema estratégico, lograron configurar y desarrollar una visión crítica frente a las dinámicas sociales presentadas en los páramos.

De esta manera, se invita a los maestros hacer uso de este tipo de herramientas tecnológicas que permiten fortalecer el proceso de aprendizajes de los estudiantes y se establecen como una forma atractiva en la enseñanza de las ciencias naturales presentado ventajas en la interacción de los estudiantes con el objeto de enseñanza, donde se resalta la facilidad con la que cuentan las nuevas generaciones para adaptarse a los devenires de las dinámicas educativas.

Finalmente, a pesar que durante la implementación de esta propuesta de intervención en el aula no se alcanzó a desarrollar a profundidad un pensamiento crítico frente a las dinámicas sociales, culturales y biológicas de los páramos, si se evidencia una aproximación a una visión crítica en los estudiantes durante las discusiones finales, por lo que se recomienda a los maestros consolidar el páramo como un caso de estudio en la enseñanza de las ciencias naturales en la educación básica y media desde la noción de este como un ecosistema estratégico, puesto que permite introducir a los estudiantes a la comprensión de estos como un territorio de conflicto.

BIBLIOGRAFÍA

- Allen, G. E. (2017). *La ciencia de la vida en el siglo XX*. México : FCE - Fondo de Cultura Económica.
- Barrera Vanegas, M. R., Calderón, R. G., & Victoria González, C. (2017). Enseñanza de ecosistemas con un enfoque bioético mediado por TIC. *Rastros Rostros*.
- Baker, J., & Allen , G. (1970). *Biología e investigación científica*. Estados Unidos de América : Fondo educativo Interamericano, S. A.
- Bleichmar, D. (2016). *El imperio visible: Expediciones botánicas y cultura en la Ilustración hispánica*. Ciudad de México : Fondo de Cultura Económica.
- Coleman, W. (2016). *La Biología en el siglo XIX problemas de forma, función y transformación* . Ciudad de México: CONACYT Fondo de cultura Económica .
- Conniff, R. (2016). *Cazadores de especies. Héroes, locos y la delirante búsqueda de la vida sobre la tierra*. (M. Hernández Cruz, Trad.) Ciudad de México: Fondo de Cultura Económica.
- Conde de Buffon, G. (1802). *Compendio de la historia natural de Buffon, clasificado según el sistema de Linneo*. España : Imprenta de Villalpando.
- Deléage, J. P. (1993). *Historia de la Ecología. Una ciencia del hombre y la naturaleza*. Barcelona : ICARIA Editorial, S. A.
- Diéguez, A. (2012). Los reduccionismos y sus razones. En *La vida bajo escrutinio. Una introducción a la filosofía de la biología*. Barcelona: Ediciones de Intervención Cultural/ Biblioteca Buridán.
- Donato Rondón, J. (2015). *Fundamentos de Ecología: Un enfoque sistémico* . Bogotá : Universidad Nacional de Colombia .
- Drouin, J.-M. (1998). De Linneo a Darwin: los viajeros naturalistas. En M. Serres, *Historia de las ciencias* (págs. 363-379). Madrid : Ediciones Cátedra S.A.

- Fumagalli, L. (2000). Comisión I: Alternativas para superar la fragmentación curricular en la educación secundaria a partir de la formación de los docentes.
- Giordan , A., Raichvarg, D., Drouin , J. M., Gagliardi, R., & Canay, A. M. (1988). *Un éxito reciente. Historia del Concepto de Ecosistema* . Barcelona : Editorial: Labor / Ministerio de Educación y Ciencia.
- González Expósito, M. (2002). *El Método experimental y la ciencia de lo vivo* . España : Fundación Canaria Orotava de Historia de la Ciencia.
- Guattari, F. (1996). *Las tres Ecologías* . Valencia: Pre-textos.
- Jacob, F. (1972). *La lógica de lo viviente Una historia de la herencia* . Chile: Editorial Universitaria.
- Jara H. , O. (2018). *La sistematización de experiencias: práctica y teoría para otros mundos posibles*. Bogotá : Centro Internacional de Educación y Desarrollo Humano CINDE.
- Laszlo, E. (1993). *La gran bifurcación. Crisis y oportunidad: anticipación del nuevo paradigma que está tomando forma*. Barcelona: Edit. Gedisa .
- Liñán , E. (2010). Un texto poco conocido de Carl Lineo, traducido ahora al castellano y a interlingua. *Universidad de Zaragoza, Vol. 33 (N. o 71)* , 161-168.
- Maturana , H., & Varela, F. (1995). Materializaciones de la Autopoiesis. En H. Maturana, & F. Varela, *De máquinas y Seres vivos: Autopoiesis organización de lo vivo* (págs. 79-85). Chile: Editorial Universitaria.
- Maturana, H., & Varela, F. (1995). De Máquinas Vivientes y de las Otras . En H. Maturana, & F. Varela, *De Máquinas y Seres Vivos Autopoiesis: La organización de lo vivo* (págs. 67-73). Chile : Editorial Universitaria.
- Mejía, M. R. (2008). *Atravesando el Espejo de Nuestras Prácticas*. Expedición Pedagógica Nacional .

- Ministerio de Educación Nacional . (1998). *Lineamientos Curriculares en Ciencias Naturales y Educación Ambiental* . Bogotá: Ministerio de Educación Nacional .
- Ministerio de Educación Nacional . (2004). *Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales* . Colombia: Ministerio de Educación Nacional .
- Ministerio de Educación Nacional . (2016). *Derechos Básicos de Aprendizaje en Ciencias Naturales* . Colombia : Ministerio de Educación Nacional .
- Montes, J. M. (2000). *Los problemas del conocimiento y la perspectiva ambiental del desarrollo* . México: Siglo XXI de España Editores, S.A.
- Morin, E. (2001). *El Método I La naturaleza de la Naturaleza*. (A. Sánchez, & D. Sánchez, Trads.) Madrid, España : Ediciones Cátedra .
- Morin, E. (2002). *El Método II la vida de la vida*. Madrid: Ediciones Cátedra (Grupo Anaya, S. A.).
- Núñez Arroyo, H. d. (2020). *Narrativa sobre la caracterización de los modelos explicativos asociados al concepto ecosistema en estudiantes del grado noveno Institución Educativa San José de Uré*. Manizales: Universidad Autonoma de Manizales .
- Odum, E., & Warrett, G. (2006). *Fundamentos de Ecología* . México: International Thomson Editores, S.A.
- Odum, E. (1971). *Ecología* . México, D.F.: Interamericana S.A.
- Ojeda Gonzalez, G. P. (2018). *PÁRAMO Una estrategia interdisciplinar de enseñanza aprendizaje para la conservación del páramo de Chingaza*. Bogotá, Colombia : Universidad Nacional de Colombia .
- Ortegon L, L., & Castiblanco B, N. (2019). Concepciones alternativas de los estudiantes de la Escuela Normal Superior María Montessori del grado 902 en torno al concepto

ecosistema. *Bio-grafía. Escritos sobre la Biología y su Enseñanza. Edición Extraordinaria*, 348-360.

Palacio, V. J. (2013). *Estrategia para la enseñanza del ecosistema de bosque tropical que contribuye al desarrollo de las competencias científicas en los estudiantes de grado cuarto de la Institución Educativa Federico Carrasquilla*. Medellín, Colombia : Universidad Nacional de Colombia .

Pedro, A. (1999). *El diseño científico. Siglos XV- XIX*. España : Ediciones Akal.

Rincón, M. E. (2011). El origen del concepto ecosistema . *Bio-grafía escritos sobre la Biología y su enseñanza Edición Extra-ordinaria*, 342-350.

Rincón, M. E. (2017). El origen del concepto ecosistema . *Biografía Escritos sobre la biología y su enseñanza*.

Rostand , J. (1994). *Introducción a la Historia de la Biología* . Barcelona : Editorial Planeta-De Agostini, S. A.

Ruiz Botero, L. D. (2001). Enfoques de la sistematización de prácticas . *Sistematización Experiencia de convivencia Liceo Nacional Marco Fidel Suárez*.

Valencia, S., Orozco, J., Méndez, O., Jiménez, G., y Garzón, J. (2003). Los problemas de conocimiento una perspectiva compleja para la enseñanza de las ciencias. *Tecné Episteme Y Didaxis: TED*, (14). Recuperado de <https://doi.org/10.17227/ted.num14-5574>.

Valencia Vargas, S., Méndez Núñez, O. M., & Jiménez Gómez, G. (2006). Los saberes de la representación, o de cómo imaginar la escuela . *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 9.

Valencia Vargas, S. (2017). Eco-perspectivas en Educación Ambiental . *Tecné, Episteme y Didaxis:TED*.

Valencia Vargas, S., Méndez Núñez, O., & Jiménez Gómez, G. (2019). *El eco-terrario la comprensión de lo vivo y su configuración como sistema complejo*. Bogotá : Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales Universidad Pedagógica Nacional .

ANEXOS

ANEXO 1. CUADRO DE RASTREO DEL ESTUDIO DE LA REPRODUCCIÓN EN LOS DOCUMENTOS DEL MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL

| GRADO | ESTÁNDARES BÁSICOS DE COMPETENCIAS | LINEAMIENTOS CURRICULARES | DERECHOS BÁSICOS DE APRENDIZAJE |
|--------------|--|--|--|
| Primero | <ul style="list-style-type: none"> ● Identifico y describo la flora, la fauna, el agua y el suelo de mi entorno. ● Explico adaptaciones de los seres vivos al ambiente (MEN, 2006, p. 132) | <ul style="list-style-type: none"> ● Relación de los seres humanos con los demás elementos de los ecosistemas del planeta: El agua y la vida de los animales y las plantas y su relación con la vida del hombre. El agua de los ríos, las quebradas, las cañadas, las ciénagas y los animales que viven en ellos o cerca de ellos y su relación con las industrias y la agricultura. El agua del mar y los animales que viven en él o cerca de él. Los árboles, el musgo y la lluvia y los problemas que encontramos cuando la acción del hombre altera las relaciones entre ellos. La lluvia y los animales. Las selvas húmedas. La luz del sol y las zonas térmicas en la tierra y sus formas de vida y sus relaciones con los factores contaminantes. ● Intercambio de energía entre los ecosistemas: La luz del sol y los seres vivos. La respiración en las personas, los animales y las plantas. (MEN, 1998, p.80) | <ul style="list-style-type: none"> ● 3.Comprende que los seres vivos (plantas y animales) tienen características comunes (se alimentan, respiran, tienen un ciclo de vida, responden al entorno) y la diferencia de los objetos inertes (MEN, 2016, p. 3) |
| Segundo | | | <ul style="list-style-type: none"> ● 3.Comprende la relación entre las características físicas de plantas y animales con los ambientes en donde viven, teniendo en cuenta sus necesidades básicas (luz, agua, aire, suelo, nutrientes, desplazamiento y protección). (MEN, 2016, p. 11) |
| Tercero | | | <ul style="list-style-type: none"> ● 5.Explica la influencia de los factores abióticos (luz, temperatura, suelo y aire) en el desarrollo de los factores bióticos (fauna y flora) de un ecosistema. (MEN, 2016, p. 14) ● 6.Comprende las relaciones de los seres vivos con otros organismos de su entorno (intra e interespecíficas) y las explica como esenciales para su supervivencia en un |

| GRADO | ESTÁNDARES BÁSICOS DE COMPETENCIAS | LINEAMIENTOS CURRICULARES | DERECHOS BÁSICOS DE APRENDIZAJE |
|--------------|--|---|---|
| | | | ambiente determinado. (MEN, 2016, p. 14) |
| Cuarto | <ul style="list-style-type: none"> ● Identifico en mi entorno objetos que cumplen funciones similares a las de mis órganos y sustento la comparación ● Clasifico seres vivos en diversos grupos taxonómicos (plantas, animales, microorganismos...) ● Analizo el ecosistema que me rodea y lo comparo con otros. | <ul style="list-style-type: none"> ● Relación de los seres humanos con los demás elementos de los ecosistemas del planeta: Las personas, los animales y las plantas que viven en las selvas húmedas. Los animales y las plantas que viven en el mar. Las personas, los animales y las plantas que viven en el desierto. Las personas, los animales y las plantas que viven en las sábanas. Las características biológicas y psicológicas de personas y animales y sus relaciones con el entorno. | <ul style="list-style-type: none"> ● 7. Comprende que existen distintos tipos de ecosistemas (terrestres y acuáticos) y que sus características físicas (temperatura, humedad, tipos de suelo, altitud) permiten que habiten en ellos diferentes seres vivos. (MEN, 2016, p. 18) |
| Quinto | <ul style="list-style-type: none"> ● Identifico adaptaciones de los seres vivos, teniendo en cuenta las características de los ecosistemas en que viven. ● Explico la dinámica de un ecosistema, teniendo en cuenta las necesidades de energía y nutrientes de los seres vivos (cadena alimentaria). ● Identifico fenómenos de camuflaje en el entorno y los relaciono con las necesidades de los seres vivos (MEN, 2006, p. 134) | <ul style="list-style-type: none"> ● Intercambio de energía entre los ecosistemas: Ciclos de la materia, niveles de organización de los seres vivos y circulación y transformación de la energía. (MEN, 1998, p.81) | |
| Sexto | <ul style="list-style-type: none"> ● Explico el origen del universo y de la vida a partir de varias teorías. | <ul style="list-style-type: none"> ● Relación de los seres humanos con los demás elementos de los ecosistemas del planeta: | |
| Séptimo | <ul style="list-style-type: none"> ● Caracterizo ecosistemas y analizo el equilibrio dinámico entre sus poblaciones. ● Propongo explicaciones sobre la diversidad biológica teniendo en cuenta el movimiento de placas tectónicas y las características climáticas. | <ul style="list-style-type: none"> ● Relación entre depredadores y depredados. La especie humana como depredadora y los peligros que ella representa para la vida en el planeta. La especie humana como “red | <ul style="list-style-type: none"> ● 4. Comprende la relación entre los ciclos del carbono, el nitrógeno y del agua, explicando su importancia en el mantenimiento de los ecosistemas. (MEN, 2016, p. 25) |

| GRADO | ESTÁNDARES BÁSICOS DE COMPETENCIAS | LINEAMIENTOS CURRICULARES | DERECHOS BÁSICOS DE APRENDIZAJE |
|--------------|---|---|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> ● Establezco las adaptaciones de algunos seres vivos en ecosistemas de Colombia. ● Formulo hipótesis sobre las causas de extinción de un grupo taxonómico. ● Justifico la importancia del agua en el sostenimiento de la vida. ● Describo y relaciono los ciclos del agua, de algunos elementos y de la energía en los ecosistemas. ● Explico la función del suelo como depósito de nutrientes <p>(MEN, 2006, p. 136)</p> | <p>neuronal” que puede orientar la dinámica del planeta tierra como ser vivo hacia una calidad de vida mejor. Intercambio de energía entre los ecosistemas: El concepto de equilibrio ecológico. El papel de cada especie en el mantenimiento del equilibrio ecológico, en particular el de los microbios y bacterias. El flujo de energía en el intercambio que se da entre los diversos sistemas de un ecosistema. El principio de economía de energía en el intercambio entre los sistemas de un ecosistema. (MEN, 1998, p.p.83, 84)</p> | |
| Octavo | <ul style="list-style-type: none"> ● Establezco relaciones entre el clima en las diferentes eras geológicas y las adaptaciones de los seres vivos. <p>(MEN, 2006, p. 138)</p> | | |
| Noveno | | | |
| Decimo | <ul style="list-style-type: none"> ● Relaciono los ciclos del agua y de los elementos con la energía de los ecosistemas. ● Explico diversos tipos de relaciones entre especies en los ecosistemas. ● Establezco relaciones entre individuo, población, comunidad y ecosistema. ● Explico y comparo algunas adaptaciones de seres vivos en ecosistemas del mundo y de Colombia | | <ul style="list-style-type: none"> ● 5. Analiza cuestiones ambientales actuales, como el calentamiento global, contaminación, tala de bosques y minería, desde una visión sistémica (económico, social, ambiental y cultural). (MEN, 2016, p. 39) |
| Once | | | |

| GRADO | ESTÁNDARES BÁSICOS DE COMPETENCIAS | LINEAMIENTOS CURRICULARES | DERECHOS BÁSICOS DE APRENDIZAJE |
|--------------|---|--------------------------------------|--|
| | (MEN Nacional, 2006, p. 140) | | |

ANEXO 2. GUIA ACTIVIDADES EXPERIMENTALES DESARROLLADAS CON LOS ESTUDIANTES.



Universidad Pedagógica Nacional
Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales

Edgar Sebastián Pérez Méndez
Licenciado en Biología

Institución Educativa Juventud del Sur
Área ciencias de ciencias naturales
Asignatura Biología
Profesor Sebastián Pérez
Grado: Décimo

ACTIVIDAD EXPERIMENTAL DINÁMICAS DEL SUELO

OBJETIVOS

General

- ✓ Establecer relaciones entre el proceso de nutrición de las plantas con las dinámicas del suelo

Específicos

- ✓ Comprender los procesos de nutrición y absorción en las plantas a partir de las diferentes estructuras y sustancias que intervienen en estos.
- ✓ Establecer relaciones entre los diferentes procesos que realizan las plantas.
- ✓ Comprender la importancia del suelo en los procesos vitales para los seres vivos.

ACTIVIDAD EXPERIMENTAL 1

MATERIALES

- Muestras de suelo
- Botellas de plástico (puede ser botellas de gaseosa personales)
- Pala de jardín

DESARROLLO EXPERIMENTAL

1. Tomar la primera muestra de suelo la cual corresponde a un poco de tierra del compostaje realizado en el proyecto de medio ambiente
2. Para la segunda muestra de suelo es necesario cavar un hueco en el parque o zona verde cercana de una profundidad de 50 cm o más, a esta profundidad es que se va a tomar la muestra de suelo
3. En las dos botellas de plástico introducir las diferentes muestras, una para la tierra del compostaje y la segunda para la muestra de 50 cm de profundidad
4. Se llena las botellas con agua, agitándolo muy bien para generar una mezcla
5. Dejar reposar ambas botellas selladas por un par de días
6. Tomar registro fotográfico y escrito de lo observado



ACTIVIDAD EXPERIMENTAL 2

MATERIALES

- Dos muestras de suelo
- Papel filtro (De las cafeteras) o papel absorbente puede ser de cocina
- Mortero
- Alcohol
- Ganchos o pinzas con los que se cuelga la ropa
- Vasos desechables
- Colador de cocina

DESARROLLO EXPERIMENTAL

1. Tomar la primera muestra de suelo la cual corresponde a un poco de tierra del compostaje realizado en el proyecto de medio ambiente
2. Para la segunda muestra de suelo es necesario cavar un hueco en el parque o zona verde cercana de una profundidad de 50 cm, a esta profundidad es que se va a tomar la muestra de suelo
3. Colocar un poco de cada muestra en el mortero y triturar hasta generar una mezcla homogénea
4. Filtra con un colador de cocina para que solamente quede el líquido, que recogerás en un vaso desechable
5. Recorta tiras de papel filtro o papel absorbente de unos 2-3 cm de ancho.
6. Coloca las tiras en el vaso de forma que toquen el líquido. Intenta que las tiras se mantengan verticales ayudándote con la pinza de la ropa.
7. Tomar registro fotográficos y escritos sobre lo observado cada 5 minutos en un tiempo de 30 minutos



PREGUNTAS ORIENTADORAS

Con el propósito de orientar las diferentes explicaciones de los estudiantes para su proceso de socialización de las actividades y el ensayo, se establecen las siguientes preguntas orientadoras a tener en cuenta.

1. ¿Cuál es el papel del suelo en el crecimiento y desarrollo de las plantas?
2. ¿Qué importancia tienen las plantas para el suelo en nuestro planeta?
3. ¿El suelo es lo mismo que la tierra?
4. ¿Qué es el proceso de absorción?
5. ¿Cómo se da el proceso de nutrición en las plantas?
6. ¿Cuáles son las estructuras que intervienen en los procesos de nutrición y absorción en las plantas?

Institución Educativa Juventud del Sur
Área ciencias de ciencias naturales
Asignatura Biología
Profesor Sebastián Pérez
Grado: Décimo

ACTIVIDAD EXPERIMENTAL DINÁMICAS DE LA LUZ

OBJETIVOS

General

- ✓ Establecer relaciones entre los procesos de fotosíntesis de las plantas con las dinámicas de la luz

Específicos

- ✓ Comprender el proceso de fotosíntesis en las plantas a partir de las diferentes estructuras y sustancias que intervienen en este.
- ✓ Establecer relaciones entre los diferentes procesos que realizan las plantas.
- ✓ Comprender la importancia de la luz en los procesos vitales para los seres vivos.

ACTIVIDAD EXPERIMENTAL 1

MATERIALES

- Semillas germinadas o plántulas pequeña, que tenga al menos una o dos hojas
- Tres tarritos de compota
- Papel celofán
- Algodón

DESARROLLO EXPERIMENTAL

1. Colocar algodón en el fondo de cada uno de los tarros y humedecerlo con agua
2. Colocar en el algodón en cada uno de los tarros la semilla germinada que tenga al menos una o dos hojas
3. Forrar un recipiente de compota con papel celofán, de tal manera que quede uno con color rojo, otro de color verde y un ultimo sin papel celofán el cual será la muestra control.
4. Tomar registro fotográfico y escrito de lo observado.



ACTIVIDAD EXPERIMENTAL 2

MATERIALES

- Dos muestras de hojas de plantas de diferentes colores
- Papel filtro (De las cafeteras) o papel absorbente puede ser de cocina
- Mortero
- Alcohol
- Ganchos o pinzas con los que se cuelga la ropa
- Vasos desechables
- Colador de cocina

DESARROLLO EXPERIMENTAL

1. Cortar las hojas en trocitos
2. Colocar un poco de cada muestra (cada hoja de diferente color) en el mortero y triturar hasta generar una mezcla homogénea
3. Filtra con un colador de cocina para que solamente quede el líquido, que recogerás en un vaso desechable
4. Recorta tiras de papel filtro o papel absorbente de unos 2-3 cm de ancho.
5. Coloca las tiras en el vaso de forma que toquen el líquido. Intenta que las tiras se mantengan verticales ayudándote con la pinza de la ropa.
6. Tomar registro fotográficos y escritos sobre lo observado cada 5 minutos en un tiempo de 30 minutos



PREGUNTAS ORIENTADORAS

Con el propósito de orientar las diferentes explicaciones de los estudiantes para su proceso de socialización de las actividades y el ensayo, se establecen las siguientes preguntas orientadoras a tener en cuenta.

1. ¿Cuál es el papel de la luz en el crecimiento y desarrollo de las plantas?
2. ¿Qué importancia tienen las plantas para la luz en nuestro planeta?
3. ¿Existen diferentes tipos de tonalidades de luz?
4. ¿Qué es el proceso de fotosíntesis?
5. ¿Cómo se da el proceso de fotosíntesis en las plantas?
6. ¿Cuáles son las estructuras que intervienen en los procesos de fotosíntesis en las plantas?

Institución Educativa Juventud del Sur
Área ciencias de ciencias naturales
Asignatura Biología
Profesor Sebastián Pérez
Grado: Décimo

ACTIVIDAD EXPERIMENTAL DINÁMICAS DEL AIRE

OBJETIVOS

General

- ✓ Establecer relaciones entre los procesos de respiración y transpiración de las plantas con las dinámicas del aire

Específicos

- ✓ Comprender los procesos de respiración y transpiración en las plantas a partir de las diferentes estructuras y sustancias que intervienen en estos.
- ✓ Establecer relaciones entre los diferentes procesos que realizan las plantas.
- ✓ Comprender la importancia del aire en los procesos vitales para los seres vivos.

ACTIVIDAD EXPERIMENTAL 1

MATERIALES

- Planta Acuática (Elodea)
- Bicarbonato de Sodio
- Recipiente de plástico transparente puede ser una botella cortada por la mitad

DESARROLLO EXPERIMENTAL

1. Corta la botella por la mitad con unas tijeras o un bisturí
2. Realizar una solución de agua con unas cucharadas de bicarbonato de sodio
3. Llenar el recipiente o la botella de plástico con la solución
4. Sumergir la planta acuática Elodea en el recipiente de plástico
5. Tapa el recipiente o botella de plástico con vinipel
6. Tomar registro fotográfico y escrito de lo observado, si es posible contar la cantidad de burbujas presentes



ACTIVIDAD EXPERIMENTAL 2

MATERIALES

- Una planta
- Una bolsa de plástico
- Botella de plástico

DESARROLLO EXPERIMENTAL

1. Con unas tijeras o un bisturí cortar la botella de plástico por la mitad.
2. Introducir la planta con todo y tierra en el interior del recipiente, si es posible agregar mas tierra, que quede bastante espacio entre la tierra y la parte superior del recipiente.
3. Poner sobre el recipiente la bolsa transparente con ayuda de un caucho elástico, también es posible sellarlo con vinipel
4. Generar observaciones durante varios días.
5. Si es posible tomar registro fotográfico y escritos de lo observado



PREGUNTAS ORIENTADORAS

Con el propósito de orientar las diferentes explicaciones que los estudiantes realizarán para su proceso de socialización de las actividades y el ensayo, se establecen las siguientes preguntas orientadoras a tener en cuenta.

1. ¿Cuál es el papel del aire en el crecimiento y desarrollo de las plantas?
2. ¿Qué importancia tienen las plantas para el aire en nuestro planeta?
3. ¿Aire es lo mismo que oxígeno?
4. ¿Qué es el proceso de transpiración?
5. ¿Cómo se da el proceso de respiración en las plantas?
6. ¿Cuáles son las estructuras que intervienen en los procesos de respiración y transpiración en las plantas?

Institución Educativa Juventud del Sur
Área ciencias de ciencias naturales
Asignatura Biología
Profesor Sebastián Pérez
Grado: Décimo

ACTIVIDAD EXPERIMENTAL DINÁMICAS DEL AGUA

OBJETIVOS

General

- ✓ Establecer relaciones entre los procesos de absorción, transporte y transpiración de las plantas con las dinámicas del agua.

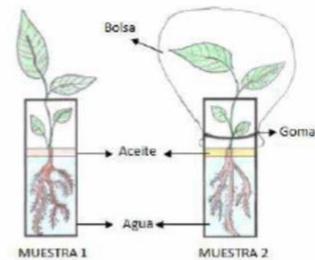
Específicos

- ✓ Comprender los procesos de absorción, transporte y transpiración en las plantas a partir de las diferentes estructuras que intervienen en estos.
- ✓ Establecer relaciones entre los diferentes procesos que realizan las plantas.
- ✓ Comprender la importancia del agua en los procesos vitales para los seres vivos.

ACTIVIDAD EXPERIMENTAL 1

MATERIALES

- Dos pequeñas plántulas que tengan raíces de 3 a 5 cm de longitud (plantas que se pusieron a germinar con anterioridad o puede ser las que sobraron del terrario)
- Dos botellas de plástico (puede ser botellas personales, no muy angostas)
- Bolsa de plástico transparente.
- Goma elástica.
- Aceite.



DESARROLLO EXPERIMENTAL

1. Corta las dos botellas por la mitad con unas tijeras o un bisturí
2. Introduce únicamente las dos plántulas es decir sin tierra en los dos recipientes de plástico diferentes.
3. Rellena con agua ambas botellas hasta que las raíces queden totalmente cubiertas. Marca con un marcador en el vaso el nivel que alcanza el agua.
4. Añade un poco de aceite a cada botella, hasta alcanzar 1 cm de espesor. Cuida que las raíces estén cubiertas por agua y no por aceite.
5. Tapa las hojas de una de las plántulas con la bolsa de plástico transparente. Para ello, fija la bolsa a la botella con una goma elástica.
6. Deja las plántulas en un lugar iluminado durante tres días
7. Marca en el vaso con un marcador de diferente color el nivel del agua cada día

ACTIVIDAD EXPERIMENTAL 2

MATERIALES

- Tres plantas de apio
- Colorante vegetal de dos colores diferentes puede ser rojo y verde (también se puede usar azul de metileno y color de cocina)
- Tres botellas de plástico o vasos desechables



DESARROLLO EXPERIMENTAL

1. Cortar las tres botellas de plástico por la mitad con unas tijeras o bisturí
2. Hacer dos soluciones de agua con el colorante, es decir para una primera solución se añade al agua dos o tres gotas de colorante rojo y se disuelve hasta que quede completamente homogéneo, para la segunda se añade dos o tres gotas del otro colorante (si se utiliza color de cocina se añade una o dos cucharadas y revolver bien hasta que quede completamente homogéneo)
3. En estas dos botellas con soluciones de agua con colorante se introduce la planta de apio una por cada color.
4. En la tercera botella se coloca agua sin colorante y se introduce la planta, la cual va a ser la planta control
5. Se marca el nivel del agua cada día, para evidenciar cuánta agua está absorbiendo la planta, además de marcar cuanto está ascendiendo el colorante por el interior de la planta.
6. Al pasar cuatro días se realizan cortes transversales y longitudinales para poder evidenciar las diferentes estructuras en la planta.

PREGUNTAS ORIENTADORAS

Con el propósito de orientar las diferentes explicaciones que los estudiantes realizarán para su proceso de socialización de las actividades y el ensayo, se establecen las siguientes preguntas orientadoras a tener en cuenta.

1. ¿Cuál es el papel del agua en el crecimiento y desarrollo de las plantas?
2. ¿Qué importancia tienen las plantas para el ciclo del agua?
3. ¿Cómo es el proceso de transporte de agua?
4. ¿Qué es el proceso de transpiración?
5. ¿Cuáles son las estructuras que intervienen en los procesos de absorción, transpiración y transporte en las plantas?.