

**EL SUELO COMO ECOSISTEMA: UNA APROXIMACIÓN A LA  
COMPRENSIÓN DE SU COMPLEJIDAD A TRAVÉS DE LOS PROBLEMAS DE  
CONOCIMIENTO**

**ANDREA GARCÍA POVEDA**

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

**EL SUELO COMO ECOSISTEMA: UNA APROXIMACIÓN A LA  
COMPRENSIÓN DE SU COMPLEJIDAD A TRAVÉS DE LOS PROBLEMAS DE  
CONOCIMIENTO**

**ANDREA GARCÍA POVEDA**

**ASESORES:**

**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**

*“Tal como en otros periodos de transición, difíciles de entender y de explorar, es necesario voltear a las cosas simples, a la capacidad de formular preguntas simples, preguntas que, como Einstein acostumbraba decir, solo un niño puede hacer pero que, después de hechas, son capaces de trazar una luz nueva a nuestra perplejidad.”*

*Boaventura de Sousa Santos. (2012)*

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco infinitamente a mi mamá que ha sido una inspiración como mujer, a su valentía, comprensión y amor; por enseñarnos a cumplir nuestros sueños sin importar el camino. De igual forma, agradezco a mi papá por ser mi confidente y apoyo incondicional; por ser tan amable y cariñoso.

Agradezco a mis hermanas que han sido mis cómplices en todos mis proyectos y a mis sobrinos por su amor incondicional.

Agradezco a mis asesores Steiner Valencia, Ingrid Vera y Andrea Toledo, por sus aprendizajes y enseñanzas en torno a la enseñanza de las Ciencias. Asimismo, agradezco a los docentes por permitirme reflexionar sobre mi labor docente, como un profesional reflexivo, que posibilita transformaciones en la pedagogía y didáctica. Por ser precursores de docentes comprometidos con la enseñanza de las Ciencias, en un país como Colombia, donde se necesitan profesionales que aporten a un país democrático.

A mis compañeros de la Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales que a través del diálogo y debate me permitieron consolidar un discurso sobre el maestro reflexivo y sobre el compromiso que tenemos con la sociedad.

## RESUMEN

El trabajo de grado “El suelo como ecosistema: Una aproximación a la comprensión de su complejidad a través de los problemas de conocimiento”, es una propuesta que surge en el ámbito del programa de la Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales de la Universidad Pedagógica Nacional; es el producto de las diferentes reflexiones realizadas en torno a la enseñanza de las Ciencias Naturales y de los compromisos que debemos tener los docentes como profesionales reflexivos. En el presente trabajo se realiza una revisión de la política pública, en donde se encuentra que el suelo es abordado como un factor abiótico, un recurso natural y una capa de la tierra. En ese sentido se genera una intervención en el aula basado en los problemas de conocimiento que permita abordarlo como un ecosistema.

## TABLA DE CONTENIDO

<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>9</b>
<b>CONTEXTO PROBLEMÁTICO</b>	<b>12</b>
<b>Contexto de origen</b>	<b>12</b>
El suelo como objeto de estudio en la educación básica	13
Elementos de discusión derivados del trabajo de Especialización en Docencia de las Ciencias Naturales para el Nivel Básico	16
Concepciones acerca del suelo	17
<b>Delimitación del problema</b>	<b>20</b>
Discusiones derivadas de la Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales	21
Discusiones derivadas de mi quehacer docente sobre el suelo	25
<b>Objetivos</b>	<b>27</b>
Objetivo general	27
Objetivos específicos	27
<b>JUSTIFICACIÓN</b>	<b>28</b>
Antecedentes de investigaciones que incorporan al suelo como objeto de estudio en la Educación Básica	28
Antecedentes de Investigaciones que abordan el suelo como ecosistema	30
<b>PROFUNDIZACIÓN TEÓRICA</b>	<b>39</b>
<b>PROFUNDIZACIÓN TEÓRICA DISCIPLINAR</b>	<b>40</b>
Elementos de orden histórico-epistemológico que aportan a la comprensión del concepto ecosistema	40
La complejidad como referente para la comprensión del suelo y su dinámica	52
Los ciclos catalíticos, autorregulación y dinámicas energéticas como referente para la comprensión del suelo	59
<b>PROFUNDIZACIÓN TEÓRICA-PEDAGÓGICA</b>	<b>64</b>
Referentes Disciplinarios, Pedagógicos y Didácticos de los Problemas de Conocimiento	64
El papel de la experimentación en la enseñanza de las Ciencias Naturales	69
La representación en la enseñanza de las ciencias naturales	72
El maestro como profesional reflexivo	74
<b>INTERVENCIÓN EN EL AULA</b>	<b>78</b>
<b>Contexto institucional</b>	<b>78</b>
Proyecto educativo institucional	78
Descripción de los actores.	80
<b>Sentidos orientadores</b>	<b>80</b>
<b>Descripción de la propuesta</b>	<b>82</b>
<b>EJERCICIO DE RECUPERACIÓN DE LA EXPERIENCIA EN EL AULA</b>	<b>88</b>
<b>Primera agrupación: De la descripción de las condiciones a la comprensión de las relaciones</b>	<b>91</b>
<b>Segunda agrupación: De la artificialización del suelo a la profundización de las relaciones</b>	<b>94</b>

Tercera agrupación: Construyendo explicaciones en torno al suelo _____	99
<b>PRODUCCIÓN DISCURSIVA</b> _____	<b>102</b>
El papel de la profundización teórica en la comprensión del suelo como ecosistema ___	102
El diseño de la propuesta en el aula _____	110
Implicaciones de orden pedagógico y didáctico en la constitución del suelo como objeto de estudio en la educación básica _____	113
Materiales didácticos y Criterios de actuación _____	114
La recuperación de la experiencia como parte del rol docente de ciencias _____	115
Reflexiones derivadas de la recuperación de la experiencia _____	116
Limitantes, proyecciones y recomendaciones _____	117
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> _____	<b>120</b>
<b>Anexos</b> _____	<b>125</b>
Anexo A. El suelo como ecosistema. Creación propia basado en Deléage (1993) y Morin (1993-2004) _____	125
Anexo B. Ruta de intervención _____	127
Anexo C. Agrupaciones de Recuperación de la experiencia. _____	129
Anexo D. Cartilla del suelo como ecosistema _____	132

**TABLA DE FIGURAS**

Figura 1. Contexto de Origen. Elaboración propia.....	13
Figura 2. Red de relaciones tróficas. Fuente: Jordana (1999).....	55
Figura 3. Algunos esquemas de conexión posibles entre ocho puntos. Fuente: Murray (1994).....	57
Figura 4. Cartelera de bosque húmedo tropical. Foto tomada por García (2022) .....	92



## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de grado es una propuesta que surge en el ámbito del programa de la Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales de la Universidad Pedagógica Nacional; es el producto de las diferentes reflexiones efectuadas en torno a la enseñanza de las Ciencias Naturales y de la responsabilidad que tienen los docentes como profesionales reflexivos. De igual forma, es importante mencionar que la ruta de intervención del presente trabajo se encuentra en el marco de los problemas de conocimiento, que constituye una forma de acercarse al conocimiento, concibiendo la ciencia como una actividad cultural, que es contextual y provisional.

En el desarrollo de este trabajo de grado para optar al título de Magíster en Docencia de las Ciencias Naturales de la Universidad Pedagógica Nacional, se lleva a cabo una profundización en aspectos de orden epistemológico, disciplinar y pedagógico que aportan a la comprensión del suelo como ecosistema. De igual forma, se diseñó, implementó y reflexionó en torno a la experiencia de una intervención en el aula con estudiantes de grado séptimo del Colegio Mayor de San Bartolomé de la ciudad de Bogotá, relacionada con la enseñanza del suelo, que incluyó el diseño y seguimiento de montajes, así como la construcción de explicaciones, las cuales quedaron consignadas en un artículo científico realizado por los estudiantes.

En este orden de ideas, comprender el suelo como ecosistema constituyó una propuesta que permitió la construcción de explicaciones de los niños y de la docente, posibilitando comprender los ecosistemas desde los problemas de conocimiento con estudiantes de grado séptimo del Colegio Mayor de San Bartolomé, y que es recogida en el presente trabajo, organizado en 6 capítulos: *Contexto Problemático, Proceder Metodológico, Profundización Teórica, Intervención en el Aula, Ejercicios de Recuperación de la Experiencia en el Aula y Producción Discursiva*.

En el capítulo denominado “Contexto Problemático” se recogen algunos aspectos de la política pública relacionados con la forma en que se aborda el suelo en la educación básica, en el currículo de Ciencias Naturales de la institución y en los textos escolares implementados por la docente, los cuales permitieron generar unas reflexiones en torno a la enseñanza del suelo, debido a que no se tienen en cuenta sus factores de formación, propiedades y la historia de este. De igual forma, esto permitió delimitar el problema de investigación y proyectar acciones para la construcción de una propuesta alternativa para la incorporación del suelo como un ecosistema en la enseñanza de la Educación Básica Secundaria.

En el capítulo “Proceder Metodológico” se tiene en cuenta las evidencias encontradas en los textos escolares en donde el suelo es abordado como un recurso renovable, parte de la corteza terrestre y “piel” de la tierra. De igual forma, se menciona cómo los problemas de conocimiento permiten generar unos sentidos orientadores sobre la ruta metodológica que se va a implementar en el presente trabajo.

En el capítulo de profundización teórica se presentarán dos referentes, uno de tipo pedagógico y otro disciplinar. En la profundización disciplinar se desarrollarán tres apartados, el primero titulado “*Elementos de orden histórico-epistemológico que aportan a la comprensión del concepto ecosistema*”, en donde se abordará cómo el contexto sociopolítico de la época influyó en el concepto de ecosistema. El segundo apartado titulado “*La complejidad como referente para la comprensión del suelo y su dinámica*”, se menciona cómo la complejidad depende en gran medida del observador, ya que en el suelo se dan una serie de relaciones e interacciones, que dependen en gran medida del sujeto observador, quien es el que realizara las descripciones finalmente. El tercero denominado *La representación en la enseñanza de las Ciencias Naturales*, en donde se encuentran postulados con relación a las formas de representar el mundo social y natural. En el cuarto capítulo designado, *El maestro como profesional reflexivo*, se mostrará la importancia de pensar detenidamente en el quehacer docente, teniendo en cuenta la apertura intelectual, la responsabilidad y la franqueza.

En la profundización pedagógica se encuentra estructurado en cuatro apartados: *Aspectos disciplinares, pedagógicos y didácticos de los problemas de conocimiento, El papel de la experimentación en la enseñanza de las Ciencias Naturales, La representación en la enseñanza de las Ciencias Naturales y del Maestro como profesional reflexivo*. En el capítulo que trata de la intervención en el aula se muestran los sentidos orientadores, en donde se establecieron a partir de los criterios de actuación de los problemas de conocimiento que son: *Las situaciones desencadenantes, las relaciones alternativas y los ambientes comunicativos*.

De igual forma, en el capítulo de la Intervención en el aula se hace una descripción detallada de las fases de la misma y los propósitos de cada una de las actividades. En los ejercicios de recuperación de la experiencia en el aula, se efectúa una lectura de los testimonios de los estudiantes de grado séptimo, los cuales fueron organizados en agrupaciones, teniendo como referentes la profundización disciplinar y pedagógica del presente trabajo.

En el apartado, *Los ejercicios de recuperación de la experiencia en el aula*, se realizaron unas agrupaciones que se construyeron a partir de la lectura de los testimonios elaborados por los estudiantes y en donde se tuvo en cuenta los referentes pedagógicos y teóricos del documento.

Finalmente, *Producción Discursiva* se presentan unas reflexiones disciplinares sobre la historia del concepto ecosistema que permiten caracterizarlo. En cuanto a la complejidad como una característica del sistema que permite construir explicaciones y las relaciones del mismo, a partir de las descripciones que se encuentran mediadas por el observador, el cual cumple un papel fundamental en el proceso porque es quien finalmente realiza el ejercicio de representar.

## CONTEXTO PROBLEMÁTICO

En este capítulo se abordará el contexto problemático a partir de cuatro partes, la primera parte corresponde al contexto de origen donde se presentará el análisis de las políticas públicas y textos escolares acerca del suelo. De manera similar, se muestran algunos elementos derivados del trabajo de Especialización en Docencia de las Ciencias para el Nivel Básico y algunas concepciones del suelo desde la cosmovisión indígena.

En la segunda se encontrará la delimitación del problema, el cual mostrará algunas reflexiones derivadas de la Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales y mis prácticas como docente en torno a la enseñanza del suelo. En la tercera se presentarán los objetivos, donde se profundizará en aspectos de orden epistemológico, disciplinar y pedagógico que aportaron a la comprensión del suelo como ecosistema.

Finalmente, en el cuarto apartado se encontrará la justificación, en donde se desarrollará una aproximación a los antecedentes de trabajos en los que se abordó el suelo como ecosistema y de otras experiencias en donde se incorporó el suelo como objeto de estudio en la Educación Básica.

### **Contexto de origen**

En este capítulo se abordarán tres momentos que nos permitirán comprender el suelo como objeto de enseñanza en las Ciencias Naturales. En primer lugar, se tratará *“El suelo como objeto de estudio en la educación básica”* donde se recogen algunas reflexiones en torno a la mirada reduccionista con que el suelo es abordado en algunos textos escolares que hacen parte de mis prácticas como docente de Ciencias Naturales. En el cual, se evidenció que los textos escolares tienen correlación con las políticas públicas educativas, en el que se menciona como un recurso renovable, un

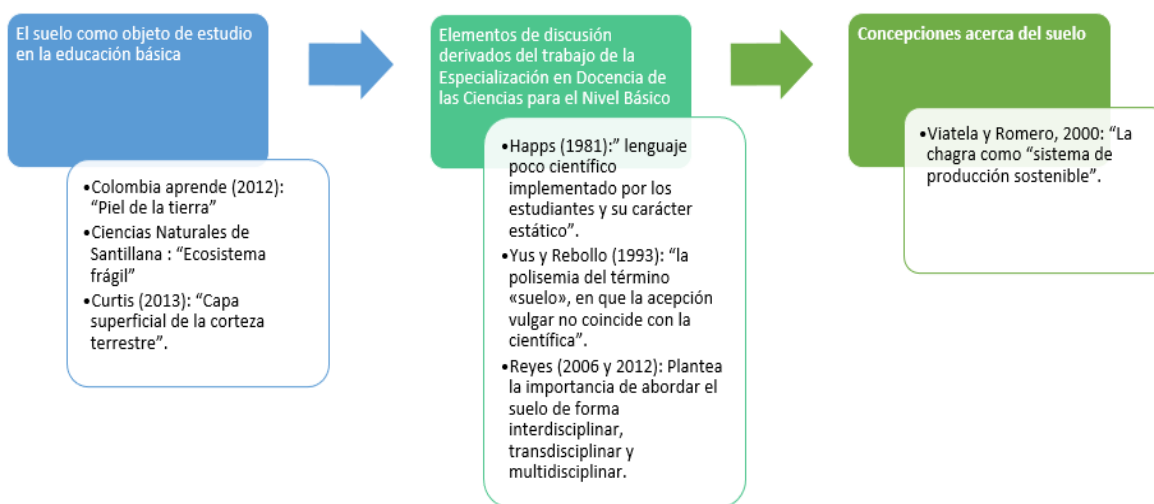
contenedor de nutrientes y su función se limita solo a la producción agrícola. (ver figura 1)

Posteriormente, se abordarán los “Elementos de discusión derivados del trabajo de la Especialización en Docencia de las Ciencias para el Nivel Básico”, en el que se presentarán algunas reflexiones de los diferentes espacios académicos del programa con relación a la ciencia, su enseñanza y el rol del docente de Ciencias, que permitieron configurar la idea central del presente trabajo.

Por último, se presentarán algunas tensiones en torno a la mirada reduccionista del suelo que incide en el contexto educativo y social. También, se mostrará desde la cosmovisión indígena cómo la chagra permite una relación más armónica entre la naturaleza y el hombre.

### Figura 1

*Contexto de Origen. Elaboración propia.*



### ***El suelo como objeto de estudio en la educación básica***

Para desarrollar las reflexiones que hacen parte de esta sección se tuvo en cuenta la revisión de la política pública educativa como estándares y derechos básicos de

aprendizaje, donde se evidencia una correspondencia entre la política pública y los textos escolares que presentan el suelo como un factor abiótico, sin historia y estático.

Igualmente, en el trabajo de grado del programa de la Especialización en Docencia de las Ciencias para el Nivel Básico se realizó una revisión de la política educativa de Colombia: Derechos Básicos de Aprendizaje, los Lineamientos Curriculares del Ministerio de Educación Nacional y los Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales, donde se evidenció que el suelo se abordaba como un factor abiótico, un contenedor de nutrientes y solo se mencionaba la contaminación del suelo, causado por la implementación de pesticidas en la agricultura, pero no se tiene en cuenta su importancia en los ciclos biogeoquímicos, su relación con las formas de vida y tampoco su historicidad.

Asimismo, al hacer la revisión de algunos textos escolares implementados en mi práctica docente, se evidencia que el suelo se enuncia solo como un recurso, una capa de la superficie terrestre o un contenedor de nutrientes, pero no se tienen en cuenta las propiedades físicas, químicas y biológicas del mismo. En el texto de Colombia aprende del grado séptimo del 2012, se hace referencia al suelo como la capa superficial de la corteza terrestre, un contenedor y un recurso que se ha venido deteriorando:

El suelo es la piel de la Tierra, es la capa superficial de la corteza terrestre, rica en agua y nutrientes para las plantas y para los numerosos organismos que viven ahí. Del suelo dependen las plantas, los animales y el ser humano. Tiene un espesor que varía desde unos pocos centímetros hasta algunos metros". (p. 199).

De manera similar, se siguen presentando dificultades con el significado del suelo debido a su carácter polisémico, ya que, algunos estudiantes lo relacionan con el piso y otros lo asumen como: un recurso renovable, parte de la corteza terrestre y "piel" de la tierra. A causa de sus múltiples significados, el suelo termina por ser enunciado y se relaciona con analogías como la "piel", en donde estas construcciones pueden generar problemas conceptuales en los estudiantes, porque las estructuras y funciones del suelo con la piel no son comparables.

Aunque se mencionan algunos factores de formación como el relieve, el clima y la actividad biológica, no se tiene en cuenta el material parental y el tiempo, manteniendo la idea reduccionista del suelo sin historia y estático, lo cual podría fortalecer las ideas extractivistas actuales, en las que se desconocen que el tiempo es necesario en la formación de este y que no es el mismo desde que se formó la tierra.

Asimismo, la mirada del “recurso” como manantial de riqueza para el ser humano se mantiene en los textos escolares, así se menciona en el libro de Ciencias Naturales del grado Séptimo de la editorial SM del 2009. Aunque se tiene un solo capítulo sobre el suelo, su definición se reduce a “una de las principales fuentes de recursos” y no se tiene en cuenta las propiedades físicas, químicas y biológicas.

En el libro de Ciencias Naturales de Santillana “el suelo es un ecosistema frágil, que puede ser limitado fácilmente a la erosión si falta la cobertura vegetal que lo sujeta”. Aunque se hace referencia al suelo como un ecosistema, este va acompañado del concepto “frágil” como si la clasificación de estos solo se limitará a la producción agrícola (fértil o infértil) y aún más desconociendo la complejidad de los mismos.

En el libro de Curtis séptima edición (2013) sugiere que el suelo es una capa superficial de la corteza terrestre, la cual se encuentra compuesto por minerales producto de las transformaciones de las rocas, que están asociados a la materia orgánica producto de la descomposición. En el mismo texto se menciona la composición del suelo, enunciando solo tres de sus capas. Estas cambian por su profundidad, de las cuales depende la fertilidad. Aunque en el mismo texto de Curtis se mencionan los procesos de meteorización, estos se abordan desde una mirada estática, porque mencionan algunas alteraciones, pero nunca se explica la importancia del tiempo como un factor de formación y transformación.

Teniendo en cuenta lo anterior, se puede indicar que el suelo no debe ser clasificado solamente como fértil o infértil debido a que esto no garantiza la diversidad de los

ecosistemas, por el contrario, se debería tener en cuenta: las condiciones, la diversidad de organismos, los ciclos catalíticos, dinámicas edáficas, los flujos de materia y energía de los sistemas, la historicidad del suelo, su carácter organizacional, dinámica y complejidad.

Se puede concluir que existe una concordancia entre la mirada reduccionista del suelo de la política pública educativa con los textos escolares, debido a que estos estándares son los referentes para realizar la construcción de materiales didácticos y pedagógicos. Al hacer la exploración de textos de básica media implementados en mi práctica docente, no se encuentran materiales que conciban al suelo como un ecosistema complejo y con historia, por el contrario, este queda limitado a un recurso natural, un factor abiótico y un recurso renovable, los cuales inciden en la construcción del discurso y práctica de los docentes y estudiantes.

### ***Elementos de discusión derivados del trabajo de Especialización en Docencia de las Ciencias Naturales para el Nivel Básico***

En la revisión que se realizó en la Especialización en Docencia de las Ciencias Naturales para el nivel Básico de las investigaciones de la enseñanza del suelo, se generaron algunas tensiones como el lenguaje poco científico implementado por los estudiantes y su carácter estático, debido a que se mantiene la idea de un suelo primigenio, es decir que se creó con la Tierra, como menciona Happs (1981):

Esta investigación ha revelado que existe un conflicto entre las visiones del suelo vistas a través de los ojos de niños y adolescentes, cuando se contrastan con las opiniones que probablemente sostendrá el edafólogo. (p.24)

De igual forma, Yus y Rebollo (1993) encontraron que los estudiantes con más edad mantenían el lenguaje poco científico, a pesar de ser una temática común en el currículo. Es decir que la mirada estática y polisémica del suelo se mantenía en los diferentes grados, incluso en las explicaciones de los estudiantes con menos edad eran más descriptivos que los estudiantes mayores. En el estudio preliminar se encontró que



los alumnos utilizaban el término «suelo» exclusivamente para designar la superficie que se pisa y «tierra» para referirse al suelo natural. Asimismo, se evidenció que las dificultades que se presentaban en los procesos de enseñanza-aprendizaje, procedían de la polisemia del término «suelo», en donde el significado vulgar no concordaba con el científico.

Por otra parte, en la sistematización de la propuesta de aula de la Especialización en Docencia de las Ciencias para el Nivel Básico, se realizó un análisis de lo que decían y escribían los niños de séptimo grado, que a pesar de tener algunos limitantes, permitió comprender las representaciones que se estaban elaborando en torno a los fenómenos estudiados, como afirma Rey y Candela (2013), en donde mencionan que las interacciones discursivas permiten comprender cómo los alumnos están realizando una elaboración mental. Por lo tanto, el trabajo llevado a cabo permitió comprender cómo las interacciones discursivas entre los dos actores principales del aula, construyen explicaciones que les posibilitan percibir los fenómenos.

Del mismo modo, se promovieron reflexiones derivadas de los espacios de la Especialización en Docencia de las Ciencias para el Nivel Básico, donde quedaron algunas proyecciones y elementos por desarrollar que se encuentran vinculados a las siguientes preguntas: ¿Se puede hablar del suelo a través de un pensamiento organizador?, ¿el suelo tiene una historia?, ¿qué criterios nos permiten hablar de las dinámicas edáficas? ¿cómo es la dinámica viviente en los suelos? ¿cómo las condiciones ambientales influyen en los componentes del suelo?

### ***Concepciones acerca del suelo***

Es fundamental reconocer que las concepciones que se tengan del suelo influyen en el discurso y en las acciones de los sujetos, por ejemplo, al tener una mirada reduccionista de este, como un contenedor de nutrientes y un recurso natural, se generan graves daños a los suelos como las quemadas indiscriminadas de páramos y selvas para expandir las áreas de agricultura, zonas de pastoreo y urbanizaciones.

Las diferentes concepciones del suelo han generado cambios en la educación y en los planes de organización territorial, por ejemplo, actualmente estamos viendo una colonización de la ciudad de Bogotá hacia los municipios cercanos, como lo expresa el periódico El Tiempo, donde se muestra la amplia cifra de apartamentos construidos en los alrededores de la ciudad.<sup>1</sup>

Al concebir al suelo como un recurso renovable se mantiene la idea de un suelo estático y perdurable, que se puede “explotar” y por lo tanto, esto no va a tener ninguna incidencia en las dinámicas ecosistémicas, fortaleciendo las ideas extractivistas que no tienen en cuenta los factores de formación del mismo, y las propiedades físicas, químicas y biológicas.

Además, las principales causas que ocasionan los daños en los suelos están relacionadas con las concepciones erróneas del mismo, que se tienen en las políticas públicas educativas, no obstante, los trabajos en torno a la enseñanza del suelo manifiestan la importancia de abordar el currículum de los colegios, tanto en primaria como en bachillerato; la cual favorezca la conservación y sostenibilidad de los suelos, como expone Saltier y Viennot (1985) citado por Rebollo et al. (2005):

El objetivo central de esta investigación es ilustrar cómo, en el caso del estudio del suelo, la historia y la epistemología de la ciencia nos proporcionan un magnífico ejemplo de la manera en que, en ciertos dominios, puede establecerse un paralelismo entre las concepciones de los alumnos y las ideas sostenidas por los científicos en el pasado, algo que no es generalizable, pero que ha sido puesto de manifiesto por numerosos autores.

Por otro lado, las comunidades indígenas han generado unos saberes ancestrales que están en sintonía con las interacciones propias de los ecosistemas, por ejemplo, el suelo de la chagra no se utiliza constantemente, sino, por el contrario, permite que este

---

<sup>1</sup> Tomado de <https://www.eltiempo.com/bogota/los-problemas-de-bogota-que-afectan-a-municipios-vecinos-638395>

se recupere nuevamente y no se implementan pesticidas que deterioren las dinámicas del mismo.

La cosmovisión indígena permite una relación más armónica con el suelo, debido a que poseen un “sistema de producción sostenible” donde se tiene en cuenta saberes ancestrales que están en sintonía con la naturaleza, donde no se cultiva grandes extensiones de un solo producto, sino que en la misma chagra se tienen diferentes plantas que tienen dinámicas particulares (Viatela y Romero, 2000, (p.7).

Por ejemplo, las alelopatías entre las plantas permiten que estas sirvan de controles biológicos, evitando el uso de pesticidas que dañan el ecosistema. Asimismo, el trueque entre las familias permite una dinámica más sostenible con el ecosistema y sustentable entre las comunidades.

La chagra es un sistema de producción sostenible, ecológica y económica porque permite mantener unos saberes ancestrales que conservan la cultura de las comunidades, los cuales deberían tener presentes la comunidad científica, para desarrollar una agricultura sostenible y socialmente aceptable, manteniendo la armonía entre naturaleza y el hombre. (Viatela y Romero, 2000)

Lamentablemente, los saberes ancestrales de las comunidades indígenas y campesinos no son valorados, debido a que no cuentan con un respaldo científico, lo cual genera que este valioso conocimiento no se reconozca como legítimo y terminan por perderse las tradiciones y la cultura alimentaria de los pueblos originarios, que buscan favorecer la seguridad y soberanía alimentaria.

De este modo, seguimos copiando modelos de otros países que son más contaminantes, extractivistas y que no tienen en cuenta la relación de las dinámicas propias del suelo colombiano, generando un daño ambiental irreparable al acabar con

diferentes ecosistemas para cambiarlos por zonas de pastoreo y urbanizaciones, pero también es consecuencia de unas políticas públicas educativas que mantiene el discurso reduccionista.

Se puede concluir, que existe una correspondencia entre los derechos básicos de aprendizaje, los lineamientos curriculares del ministerio de educación nacional y los estándares básicos de competencias en ciencias naturales con los textos escolares, debido a que el suelo se menciona como un factor abiótico, un contenedor de nutrientes y un recurso renovable. Estos imaginarios sobre el suelo generan acciones que no tienen en cuenta las múltiples relaciones que se entrelazan, las propiedades emergentes, los ciclos catalíticos, la regulación de materia y energía de los organismos, los ciclos biogeoquímicos, que permitirían al estudiante construir explicaciones en torno al suelo de una forma más holística y menos reduccionista.

### **Delimitación del problema**

Se presentan a continuación las discusiones derivadas de la Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales, donde se abordarán algunas reflexiones que se generaron en los diferentes espacios académicos sobre la importancia de la actividad experimental y de las preguntas simples<sup>2</sup> que al complicarse generan un entendimiento del mundo, donde es fundamental desarrollar el pensamiento crítico y reflexivo.

---

<sup>2</sup> Tal como en otros periodos de transición, difíciles de entender y de explorar, es necesario voltear a las cosas simples, a la capacidad de formular preguntas simples, preguntas que, como Einstein acostumbraba decir, solo un niño puede hacer, pero que, después de hechas, son capaces de trazar una luz nueva a nuestra perplejidad. Tengo conmigo un niño que hace precisamente doscientos treinta y cinco años hizo algunas preguntas simples sobre las ciencias y los científicos. Las hizo al inicio de un ciclo de producción científica que muchos de nosotros juzgamos está ahora llegando a su fin. Ese niño fue Jean Jacques Rousseau. En su célebre Discurso sobre las ciencias y las artes (1750) Rousseau formula varias cuestiones, al tiempo que responde a la también razonablemente infantil pregunta que le fuera propuesta por la Academia de Dijon. Esta última decía así: ¿El progreso de las ciencias y de las artes contribuirá a purificar o a corromper nuestras costumbres? Se trata de una pregunta elemental, al mismo tiempo que profunda y fácil de entender. (De Sousa Santos. B. 2012. Un discurso sobre las ciencias. Una epistemología del Sur. CACSO-Siglo XXI. Buenos Aires )

Posteriormente, se retoman algunas preocupaciones que se generan en el quehacer docente sobre la enseñanza del suelo, en donde se evidencia la carencia que se tiene en abordarlo como un lugar donde ocurren algunos procesos sin tener en cuenta las propiedades físicas, químicas y biológicas.

### ***Discusiones derivadas de la Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales***

En los espacios de la Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales, el seminario la actividad experimental en la enseñanza de las ciencias nos permitió comprender la diferencia entre el experimento, la experiencia y la actividad experimental, donde la experimentación, a través de procesos de formalización, nos permitía vincular el mundo de las ideas y el mundo sensible. (Malagón et al. 2013).

Es decir, que la experiencia al ser contrastada con los referentes conceptuales permite una construcción de explicaciones sobre el fenómeno observado. De forma equivalente, se evidencia que a medida que el fenómeno se transforma ante los ojos del observador, este se muestra como un lenguaje más especializado y descriptivo, como expone Hanson (1997):

En cierto sentido, entonces, la visión es una acción que lleva una "carga teórica". La observación de  $x$  está moldeada por un conocimiento previo de  $x$ . El lenguaje o las notaciones usados para expresar lo que conocemos, y sin los cuales habría muy poco que pudiera reconocerse como conocimiento, ejercen también influencias sobre las observaciones. Pasaremos a examinar estas nuevas influencias. (p.17)

Es decir, cuando se observa también se tiene una carga teórica del objeto de estudio o el fenómeno. Por lo tanto, a medida que se observa un fenómeno, este va a ir cambiando ante la mirada del observador, debido a que los procesos de formalización permitirán contrastar la teoría y la práctica, el cual también se evidencia en el lenguaje implementado.

Estas reflexiones permiten configurar las formas de proceder en las actividades experimentales implementadas en la ruta de intervención donde se tenía una intención y un sentido que permitía a los sujetos observar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. Donde a medida que se realice la ruta de intervención se espera que los estudiantes comprendan las dinámicas propias del suelo y lo puedan expresar a través de un lenguaje especializado.

En el seminario de Historia y Epistemología de las Ciencias, se han efectuado diferentes discusiones. Una de esas reflexiones es sobre la importancia de enseñar a través de ideas nuevas que permitan al estudiante emocionarse con lo aprendido y que el docente reconozca que el estudiante puede construir sus propios conocimientos, como expresa Nietzsche:

La triste causa de que, a pesar de todo, no consiga manifestarse por ningún lado una honradez completa es la pobreza espiritual de los profesores de nuestra época: precisamente en ese campo faltan los talentos realmente inventivos, faltan los hombres verdaderamente prácticos, o sea, los que tienen ideas buenas y nuevas, y saben que la auténtica genialidad y la auténtica praxis deben encontrarse necesariamente en el mismo individuo. (p.21) <sup>3</sup>

Es importante reconocer que los docentes son los primeros que deben estar motivados para posibilitar la pasión por aprender a los estudiantes, para que estos puedan construir sus propios aprendizajes a través de la curiosidad y la creatividad, donde la educación no se limite solo a contestar pruebas de estado, que no tiene en cuenta el contexto de los mismos y donde el aprendizaje se limita solo a un número, perdiendo la verdadera intención de la educación, que es la de cautivar al estudiante por aprender y permitir el desarrollo de su propia libertad.

---

<sup>3</sup> Conferencia el porvenir en nuestras instituciones educativas. Tomado del módulo Historia y epistemología II. Maestría en docencia de las Ciencias Naturales. Traducción de Carlos Manzano, publicada por Tusquets, Barcelona, septiembre de 2000, pp. 31-58

De la misma forma, en el seminario de Historia y Epistemología de las Ciencias se generan diferentes cuestionamientos que, a pesar de no ser resueltos en el actual trabajo, estarán presentes en el desarrollo del mismo: ¿Cómo la Ciencia aporta a transformar las realidades de los sujetos? ¿Cuál es la diferencia entre el conocimiento científico y el social? ¿Qué tan éticos son los científicos en los desarrollos realizados? ¿Qué se construye cuando se construye conocimiento? ¿Se construye conocimiento de forma individual o colectiva?

Asimismo, es importante construir preguntas simples, que desencadenen ante todo las posibilidades de aprender sobre el mundo de una forma que permita al sujeto maravillarse y aportar en su vida. Es decir, que se debe voltear la mirada hacia las cosas simples, porque estas son las que permiten formular preguntas, que como Einstein mencionaba, solo un niño puede hacer pero que al realizarlas trazan una luz nueva a la perplejidad y a la curiosidad. (De Sousa Santos, 2012).

Precisamente las preguntas sencillas son las que permiten que, a través de la indagación, organización de la información y nuevos cuestionamientos, constituyan la forma de construir un discurso frente a los fenómenos que se observan. Igualmente, Rousseau citando a Sócrates en su texto “Discurso sobre las ciencias y las artes”, nos permite cuestionarnos porque las Ciencias no han mejorado las costumbres, incluso cuestiona el “desarrollo” de algunas civilizaciones, que se muestran muy sabias y ostentosas pero que lamentablemente han caído en los vicios, la injusticia, la ignorancia y la grosería, como expresa Sócrates citado por Rousseau:

No conocemos, ni los sofistas, ni los poetas, ni los oradores, ni yo, lo que es verdad, lo que es el bien, lo que es la belleza, más hay entre nosotros esta diferencia: que, aunque estas gentes no saben nada, todos creen saber algo; mientras que yo, si no sé nada, al menos no lo dudo<sup>4</sup> (p.13).

---

<sup>4</sup> De igual manera, en las reflexiones que genera Sócrates en torno a los que se reconocen como pueblos sabios, son los que han generado una decadencia total en la civilización y los países que se han destacado como bárbaros, los cuales eran pueblos donde no solamente se mantenían esos saberes ancestrales, sino que también para estos eran importantes las virtudes, pero que lamentablemente fueron exterminados.

Es decir, que la educación debe permitir generar personas cultas y humanas, pero también que no hay certezas por lo tanto se debe dudar de todo. Al igual, que se debe considerar que la mejor manera de construir conocimiento, es posibilitando espacios en donde los estudiantes puedan aprender a partir de la curiosidad y no a partir de seguridades conceptuales.

También, la enseñanza de las Ciencias Naturales, debe permitir generar un sentido crítico y reflexivo sobre las problemáticas sociales que nos permean, por ejemplo, la Ley 9.70 del 2010 emitida por el Instituto Colombiano Agropecuario, que dice: “ejercer el control técnico de la producción y comercialización de los insumos agropecuarios y semillas para siembra que constituyan un riesgo para la producción y sanidad agropecuaria”. En otras palabras, es la entidad encargada de controlar los insumos que se implementan en la siembra y control de los cultivos.

En este mismo documento se menciona un protocolo bastante específico del almacenamiento de dichas semillas, que es un tanto monopolista debido a que deja a los campesinos en una posición muy desfavorable debido a que deben comprarles a multinacionales que “certifiquen” dichas semillas. En un país como Colombia donde no se apoya a los campesinos económicamente, hasta qué punto se puede certificar dichas semillas, olvidando incluso los saberes ancestrales que han pasado por diferentes generaciones a través de la palabra.

Es decir, que eso que llamamos desarrollo, debería tener presente en fortalecer la humanidad, donde estén comprometidos con su país y permita el desarrollo de los valores. “Los hombres son perversos, pero serían peores aun si hubiesen tenido la desgracia de nacer sabios” (Sócrates citado por Rousseau, p.15) Por lo tanto, la inteligencia humana debería permitir el desarrollo de la ciencia en el cuidado de la vida y no en la destrucción de esta.



### ***Discusiones derivadas de mi quehacer docente sobre el suelo***

Al revisar el Plan Integrado de Área (PIA) del Colegio Mayor de San Bartolomé, el cual es la ruta metodológica que deben seguir todos los docentes de Ciencias Naturales para desarrollar sus actividades didácticas y pedagógicas, se evidenció que el suelo solo se menciona en el tercer periodo del grado tercero, que expone lo siguiente:

*“Identifica los diferentes tipos de ecosistemas correspondientes a diversas ubicaciones geográficas, para establecer sus principales características físicas (temperatura, luz, agua y suelo) y biológicas”*. El suelo se presenta como una característica física de los ecosistemas, es decir, como un componente, nuevamente manteniendo la idea de que es un factor abiótico y olvidando su complejidad e historicidad.

Las únicas actividades realizadas sobre el suelo en la educación básica del Colegio, son las que se desarrollaron en el año 2021 con el grado séptimo, producto del trabajo de la Especialización titulado *La dinámica del suelo y su relación con los ecosistemas como problema de conocimiento*, en la cual se diseñó, implementó y sistematizó una intervención en el aula acerca de la dinámica del suelo en algunos ambientes naturales colombianos, donde se realizaron diferentes actividades experimentales para que los estudiantes construyeran explicaciones sobre el objeto de estudio.

Asimismo, en el año 2022 se implementó en el Proyecto de Aula donde se encontraban articuladas las asignaturas de Biología, Matemáticas, Geometría y Tecnología. Donde se realizaron diferentes actividades, entre las que se destaca la construcción de un artículo científico, en el que los estudiantes tenían la posibilidad de escribir sus observaciones y conclusiones sobre los fenómenos ocurridos en los diferentes montajes.

Teniendo en cuenta las reflexiones anteriormente mencionadas se generan las siguientes preguntas: ¿Es el suelo un sistema complejo y dinámico? ¿Se puede hablar del suelo a través de un pensamiento organizador? ¿Qué criterios nos permiten hablar de las dinámicas edáficas? ¿Qué propiedades emergentes se generan entre las propiedades químicas, físicas y biológicas? ¿Cómo se generan los flujos de materia y

energía en el suelo? ¿Cómo la enseñanza del suelo aporta a las dinámicas sociales, políticas y económicas? ¿Cómo las diferentes representaciones del suelo inciden en el discurso de los sujetos?, posibilitando de esta manera la pregunta problema que orienta el presente trabajo:

***¿Qué aspectos de orden epistemológico, disciplinar y pedagógico aportan a la comprensión del suelo como ecosistema?***

## Objetivos

### ***Objetivo general***

Profundizar en aspectos de orden epistemológico, disciplinar y pedagógico que aporten a la comprensión del suelo como ecosistema.

### ***Objetivos específicos***

- Documentar histórica, epistemológica, disciplinar y pedagógicamente aspectos relacionados con la dinámica del suelo que aportan en la comprensión de este como un ecosistema.
- Diseñar, implementar y sistematizar una intervención en el aula que permita incorporar el estudio del suelo desde una perspectiva de ecosistema con estudiantes de educación básica.

## JUSTIFICACIÓN

En las investigaciones que incorporan el suelo como objeto de estudio en la Educación Básica, se evidencia una preocupación por abordarlo en el currículum escolar. De igual manera, se mencionan las propiedades físicas, químicas y biológicas del mismo a partir de las experiencias en la huerta. También se mostrarán algunas investigaciones donde se evidencia que el ecosistema, se concibe como un sistema que puede abordarse a partir de diferentes nociones.

### ***Antecedentes de investigaciones que incorporan al suelo como objeto de estudio en la Educación Básica***

En la indagación de experiencias que incorporan al suelo como objeto de estudio en la Educación Básica se presentan diferentes posturas desde la sostenibilidad, conservación y descomposición de este, a continuación, se mencionan algunas investigaciones sobre el suelo en la educación básica.

La investigación de Reyes (2003) menciona la importancia de abordar la sustentabilidad y sostenibilidad del suelo en estudiantes que estén desde preescolar y en todos los niveles escolares. En este trabajo el suelo es un recurso no renovable y se tiene en cuenta algunas problemáticas del contexto. Asimismo, en este se reconoce la importancia de abordar la contaminación y degradación del “medioambiente” y la producción de alimentos. También se menciona la relevancia de ser parte del currículum de una forma multi, inter y transdisciplinaria.

El trabajo realizado por Guamán (2015) se basó en el diseño y desarrollo de un Software educativo sobre la “conservación del suelo” para fortalecer la enseñanza de las Ciencias Naturales de los estudiantes de noveno, donde se abordó a partir de

organizadores gráficos que aumentaron el interés del estudiante en desarrollar el pensamiento sistémico.

El trabajo hecho por Medina (2016) tenía la intención de promover actitudes de conservación del suelo en un Colegio de Cajicá, con estudiantes de sexto y séptimo grado, las cuales abordaban las representaciones sociales del mismo; y en donde se realizaron algunos reconocimientos de las propiedades y condiciones del suelo. En este se resalta la importancia de desarrollar habilidades para su aprendizaje, dándole relevancia a las experiencias para construir explicaciones de los fenómenos relacionados con la degradación de este.

Otra de las investigaciones relacionadas con el suelo es “Construcción de un sistema de explicaciones sobre la descomposición de la materia orgánica en el suelo” realizada por Ospina Robles y Zea Fernández (2014); este trabajo buscaba promover las construcciones de explicaciones sobre la noción de descomposición, que fue el objeto de estudio del trabajo. De la misma forma, se mencionan las dificultades que se presentan por la polifonía del concepto de descomposición.

En el trabajo titulado “Estrategia didáctica para la construcción de conceptos relacionados con las propiedades físicas, químicas y biológicas: Un punto de vista desde la educación ambiental”, elaborado por Chaparro, Ruiz, y Leiva (2016), se realizó una estrategia didáctica la cual buscaba facilitar la construcción de conceptos relacionados con las propiedades químicas, físicas y biológicas del suelo a través de un aprendizaje contextualizado e interdisciplinar de la huerta escolar.

Teniendo en cuenta que el suelo como objeto de estudio en la Enseñanza de las Ciencias Naturales se aborda desde diferentes concepciones e intereses; es fundamental que no solamente se reconozca como un elemento de la huerta o como el

lugar donde ocurre la descomposición, sino como un ecosistema, que tiene propiedades emergentes, ciclos catalíticos y una historicidad que constituyen su propia dinámica.

### ***Antecedentes de Investigaciones que abordan el suelo como ecosistema***

En los antecedentes de los trabajos que abordan el suelo como ecosistema, está el hecho por Pulido-Navas (2019), en el que se implementa una unidad didáctica en la que se abordan los componentes, propiedades, funciones y servicios de este. Además, se muestra la importancia de divulgar sobre la conservación y protección del suelo y cómo esto permite el desarrollo de la humanidad.

Al realizar la exploración en diferentes bases de datos sobre trabajos relacionados con el suelo como ecosistema, se encontró el trabajo titulado: *Soil ecosystem changes by vegetation on old-field sites over five decades in the Brazilian Atlantic forest*, el cual menciona como los tipos de vegetación alteran los ecosistemas y como al cambiar las condiciones de las comunidades de la fauna del suelo inciden en las propiedades físico-químicas de éste. De igual manera, se cuestiona cómo las especies de árboles promueven cambios en el ecosistema del suelo y los servicios ecosistémicos del mismo. (Ortiz, D. Tancredo, A. Pech, T., Bart M. L.; Barreta D.; Simiski, A. y Niemeyer J.; 2022)

Asimismo, se encontró el trabajo titulado: *Mechanism of Saline–Alkali land improvement using subsurface pipe and vertical well drainage measures and its response to agricultural soil ecosystem (2022)*: Este trabajo buscaba mejorar los suelos salinos-alcalinos mediante la evaluación de los efectos de combinar medidas de drenaje de tuberías subterráneas y pozos verticales en el ecosistema de suelos agrícolas.

Otra investigación es la titulada de *“The effects of microplastics on soil ecosystem: A review”*, realizada por Ling Ding; Daofen Huang; Zhuozhi Ouyang; Xuetao Guo, (2022):

que se basó en la revisión de los efectos de los microplásticos(MP) en los ecosistemas del suelo, a través del estudio de las propiedades físicas y químicas, los microbios y los microorganismos del mismo.

Aunque se hizo una búsqueda en las diferentes bases de datos, solo se encontraron investigaciones que mencionan los ecosistemas del suelo, pero no trabajos que impliquen configurarlo como un ecosistema. Por lo tanto, es importante destacar la necesidad de incorporar diferentes visiones que puedan establecer elementos que posibiliten comprenderlo como un sistema organizado, complejo y autopoietico.

## PROCEDER METODOLÓGICO

En este capítulo se menciona de forma general como se desarrolló el trabajo. En donde se comenzó por realizar una revisión de los textos escolares sobre cómo se presentaban las diferentes formas en que se abordaba el concepto de suelo. Posteriormente se menciona de manera general los referentes disciplinares y pedagógicos que permitieron construir la ruta de intervención del presente trabajo que posibilitaron mantener la tesis del suelo como ecosistema.

Se efectuó un ejercicio de delimitación en el cual se incluyeron como referentes los principales elementos de la política pública en torno a lo que se mencionaba sobre el suelo. En los cuales se encontró que este era abordado como un factor abiótico, un contenedor de nutrientes y se mencionaba la contaminación del suelo, pero no se tenía en cuenta su historicidad, sus ciclos catalíticos y sus propiedades físicas, químicas y biológicas.

Del análisis y la crítica de dichos elementos junto con las reflexiones derivadas de la Maestría en docencia de las Ciencias Naturales y del trabajo de la Especialización en Docencia de las Ciencias para el Nivel Básico, se configura una problemática de trabajo y unos objetivos, en los cuales, se tiene la intención de profundizar en aspectos de orden epistemológico, disciplinar y pedagógico que aportan a la comprensión del suelo como ecosistema. Se lleva a cabo un ejercicio de documentación relacionado con la búsqueda del concepto de suelo en diferentes textos escolares implementados en mi labor como docente, en donde se evidenció que este se mencionaba como un recurso renovable, parte de la corteza terrestre y “piel” de la tierra.

Asimismo, se desarrolla un ejercicio de profundización disciplinar que nos permite conocer cómo el contexto socio-político incide en las investigaciones y en el desarrollo de las Ciencias. El primero en generar una herramienta importante en la organización



del mundo natural, es Linneo, el cual creó una herramienta para realizar un inventario botánico y faunístico que se implementa aun en la actualidad, pero sobre todo fue el precursor de generar una idea de “organización de la naturaleza”, que posteriormente sería la base del concepto de ecosistema.

Es importante mencionar que la historia del concepto ecosistema se encuentra en el marco de contextos históricos, políticos y económicos que incidían en el desarrollo del mismo. Por ejemplo, en el siglo XIX ocurren tres momentos históricos, el primero que se relaciona con las expediciones, en donde se reconoce la distribución geográfica, y se realiza una clasificación de la flora y fauna. Segundo, se reconoce la concepción de tiempo gracias al trabajo de Lamarck, Wallace y Darwin. En el tercero se realiza la organización de la física y química y los seres vivos, a partir de una nueva rama que se llamaría Biología. (Deléage,1993)

De igual forma, en el desarrollo del concepto de ecosistema se encuentran elementos que permiten caracterizarlo y que se tuvo en cuenta para realizar la ruta de intervención, en donde se concibe el ecosistema como una eco-organización que se encuentra en constante orden y desorden, pero donde también se generan relaciones de competencia y solidaridad, que permiten que el ecosistema se auto mantenga.

De igual forma, en el presente trabajo se tiene en cuenta, la teoría de la complejidad planteada por Murray (1994), en donde se esboza como las relaciones que establece el observador, son fundamentales porque no hay fenómeno simple, sino que depende en gran medida de las conexiones y descripciones que hace el observador. Además de eso, se tiene en cuenta los postulados de Laszlo sobre los sistemas abiertos y los ciclos catalíticos, en donde estos sistemas se encuentran alejados del equilibrio y cerca de la entropía, es decir son “multiestables”.

Desde la profundidad pedagógica, se presentan varios elementos de discusión como los problemas de conocimiento que permiten construir explicaciones basándose en la noción de concebir la ciencia como una actividad cultural, es decir, que depende en gran medida de los sujetos y de los contextos en los que se desarrolla.

Estos problemas de conocimiento constituyeron la ruta para realizar la construcción de la intervención en el aula del presente trabajo, en el cual, se tuvieron en cuenta las estrategias que se plantean desde esta forma de aproximación del conocimiento, las cuales son: *el cuestionamiento de la experiencia básica, la artificialización del mundo natural y la complejización de las relaciones*. (Valencia et al., 2003)

De igual forma, al concebir la ciencia como una actividad de la cultura, en donde se encuentran diferentes representaciones del mundo que coexisten en la escuela, el cual se constituye como un “territorio de conflicto cultural”, en donde los diferentes imaginarios que se presentan en el aula constituyen también una forma de discurso de los docentes y estudiantes, donde las representaciones del sujeto inciden en las tomas de decisiones y acciones.

De manera similar, se menciona la diferencia entre la experimentación y la experiencia, debido a que la primera tiene una intención, que principalmente es realizada por los docentes. La segunda, es única e irreplicable para que cada uno de los sujetos perciba el mundo a partir de los sentidos, por lo tanto, estas construcciones son propias y personales. Es importante que los docentes de Ciencias Naturales, propicien experiencias que permitan a los estudiantes conocer el mundo natural y social.

Por otra parte, es importante reconocer que la diferencia entre conocer y saber, radica en que el primero está relacionado con una experiencia y el segundo constituye más en una información.

Es relevante indicar que el conocer es intransferible, es algo que parte principalmente de la experiencia del sujeto y el saber es algo más socialmente aceptado, el saber es una creencia verdadera y justificada en razones. (Villoro, 1996, (p.18)

También, se realizan las respectivas deliberaciones en torno al maestro reflexivo, en donde se menciona la importancia del docente de pensar sobre su propia labor, partiendo desde las necesidades del contexto del estudiante, que permitan transformar sus realidades en el “territorio de conflicto”, que finalmente se constituye el aula, donde se encuentran varias formas de concebir el mundo (Zeichner,1993)

Igualmente, se tiene en cuenta las concepciones de las representaciones de Hacking (1996), donde se presenta como la noción generalizada de nuestras ideas de realidad inciden en nuestras prácticas, por lo tanto, en la forma en que los docentes presentan el suelo, los estudiantes forman un discurso que va a repercutir en sus acciones.

En segundo lugar, se desarrolla el diseño, implementación y recuperación de la experiencia de la intervención en el aula que permite documentar desde lo práctico, como las representaciones juegan un papel fundamental en las acciones de los sujetos, por lo tanto, la construcción de explicaciones de los estudiantes debe estar en el marco de las intenciones del docente.

Es importante mencionar que el presente trabajo se desarrolla en el marco de la Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales y el grupo de investigación de eco-perspectivas bajo los problemas de conocimiento, a partir de los cuales el docente reflexiona sobre la educación tradicional y la incidencia que tiene en la forma de construir explicaciones sobre el mundo y cómo esto incide en la construcción del discurso en el sujeto. Igualmente, se promueve el desarrollo de prácticas alternativas que permitan una visión del mundo más compleja, permitiendo que los sujetos tomen posturas éticas y políticas frente a las problemáticas sociales

De igual forma, permite al docente cuestionarse sobre su propia práctica y cuestionarse sobre cómo los docentes actualmente no podemos ser gestores de contenidos, sino, por el contrario, debemos generar espacios en que los estudiantes construyan explicaciones y que les permita transformar sus propias realidades.

Teniendo en cuenta lo anterior, es importante mencionar que las representaciones se dan en torno a las vivencias que tiene el sujeto, es decir que a medida que el hombre da sentido a su vida se genera una representación sobre el mundo. Por lo tanto, las representaciones (símbolos, lenguaje, imagen) que tienen los sujetos sobre el mundo van a incidir en su manera de relacionarse con los otros y su realidad, es por esta razón que es fundamental abordar el papel de las representaciones en los procesos de enseñanza aprendizaje.

Asimismo, la manera a través de la cual el hombre da sentido y se relaciona consigo mismo y con su mundo natural y social, está constituida por los múltiples espacios de significación que elabora en su devenir histórico, individual y colectivo. Estos espacios de significación los designamos como representaciones; es decir, que *“conocer es representar y representar es conocer”*. (Valencia, 2006, p.1)

Estas representaciones dan un sentido a los sujetos sobre el mundo que los rodea, estas les permite construir un discurso con una carga ideológica, que posibilita a los individuos tomar una postura frente a las relaciones de saber y poder que se construyen en la sociedad. En ese sentido, en el constructivismo radical, el sujeto se adapta o ajusta y, por lo tanto, en este modelo son importante las ideas previas o preconceptos, sin tener en cuenta que *conocer no es develar sino construir desde la experiencia*. (Valencia, 2006, p.3)

Por lo tanto, el constructivismo reconoce que los sujetos tienen experiencias previas y unos contextos que permean su aprendizaje. Pero no podemos pensar que la

construcción de conocimiento es una reorganización continua de lo nuevo por lo viejo. (García, 1999, p. 75, citado por Valencia,2006) Por el contrario, la construcción de explicaciones se basa en gran medida de experiencias previas que al estar en contraste con las nuevas experiencias permiten construir explicaciones.

Por otra parte, las relaciones de poder-saber que se generan por un mundo globalizado y homogéneo inciden en los modelos pedagógicos y didácticos. Algunas veces estos modelos parecieran más una moda sin tener en cuenta el contexto y necesidades de los niños, como lo expresa Valencia (2006): ¿Qué o quién determina los contenidos deseables de las nuevas representaciones? ¿Con qué criterios se decide el tránsito de representaciones cotidianas a representaciones complejas y científicas? ¿Cuál es el papel de las disciplinas científicas en la definición de las secuencias de aprendizaje en la Escuela? (p.4)

En ese sentido, las representaciones que se dan en la escuela son fundamentales, para que los estudiantes no solamente conozcan su mundo, sino que también sean capaces de transformar sus realidades. Incluso se evidencia en los modelos occidentales de “desarrollo” y en los modelos pedagógicos en los cuales la Ciencia ocupa un estatus, debido a que se legitima como una verdad absoluta.

En contraste, las ideas de desarrollo han prevalecido en la escuela donde lo que genere dinero es el modelo que se debe seguir, olvidando incluso saberes ancestrales o saberes milenarios que algunas veces generan tensión al compararlo con el conocimiento científico. Pero estos no deberían compararse, sino que deberían tener el mismo reconocimiento, debido a que los dos permiten tener una visión más holística del mundo.

Por lo tanto, la construcción de conocimiento debe generar sujetos que se cuestionen sobre su realidad, sobre las formas en las que se les enseña y de cómo se constituye un conocimiento que es legítimo y homogéneo. Al igual se deben posibilitar espacios de transformación, como lo expresa Vargas (2006):

Relevante hablar de representaciones de los estudiantes o de los procesos de su constitución, sino de erigir la representación como la condición discursiva de lo humano, en donde lo que nos interesa es indagar por las reglas, los mecanismos, las formas de legitimación, las relaciones de poder-saber, que hacen posible unas determinadas prácticas sociales de enseñanza y cómo, en este ejercicio intelectual, es posible configurar nuevas formas de relación en la Escuela. (p.7)

En ese sentido, la representación es una dinámica social donde se posibilita la construcción de mundos, donde el discurso que se genera en el aula, permite a los estudiantes constituirse como sujetos de conocimiento que son críticos y reflexivos, pero que también son libres de construir su propio discurso y por ende múltiples realidades. Por lo tanto, el presente trabajo a través de la ruta metodológica tiene la intención de generar espacios donde los estudiantes puedan reconocer el suelo como ecosistema, donde puedan reconocer las propiedades físicas, químicas y biológicas; los ciclos catalíticos y la complejidad de los sistemas.

## PROFUNDIZACIÓN TEÓRICA

La profundización teórica tiene como propósito delimitar una serie de referentes disciplinares y pedagógicos que permitan comprender el suelo como ecosistema. En la profundización teórica disciplinar se presentan dos apartados, el primero titulado *Elementos de orden histórico-epistemológico que aportan a la comprensión del concepto ecosistema*, en este se realiza una explicación de la historia del referente que permite comprender por qué es un concepto científico que ha cambiado a lo largo de los años y cómo el contexto histórico-social ha influenciado en el mismo.

La segunda parte se titula *La complejidad como referente para la comprensión del suelo y su dinámica*, en este capítulo se evidencia como la complejidad se encuentra inmerso en el sistema, pues lo simple no es sinónimo de simplicidad, sino, por el contrario, también tiene una complejidad, por eso las dinámicas que se encuentran en el suelo también se pueden extrapolar en el ecosistema.

En la profundización teórica pedagógica se tienen cuatro apartados. El primero se titula *los Referentes Disciplinarios, Pedagógicos y Didácticos de los Problemas de Conocimiento*, donde se abordará la ciencia como una actividad cultural que posibilita la construcción de explicaciones del mundo natural y social a partir de una intervención en el aula. De igual manera, se describen las estrategias de los problemas de conocimiento que son: *el cuestionamiento de la experiencia básica, la artificialización del mundo natural y la complejización de las relaciones*. (Valencia et al. 2003, p.2) Las cuales, se tuvieron en cuenta en la realización de la intervención en el aula.

En el segundo apartado titulado, *El papel de la experimentación en la enseñanza de las Ciencias Naturales*, se menciona la diferencia entre experiencia y experimento desde otros autores. En ese sentido, se presentan las discusiones en torno a la praxis y la

teoría, debido a que es difícil distinguir una de la otra y, por el contrario, estas dos se complementan para construir explicaciones del mundo.

En el tercer apartado titulado *La representación en la enseñanza de las Ciencias Naturales*, se abordará cómo las representaciones son fundamentales en la enseñanza-aprendizaje, debido a que las nociones que los sujetos tengan sobre el mundo van a incidir en las formas de pensar, sentir y actuar.

En el último apartado se menciona sobre *El maestro como profesional reflexivo*, en donde el docente puede considerar su propia práctica como legítima, debido a que es aquel que conoce los problemas que se generan en su propia práctica y es desde esta perspectiva que debe partir y no de las experiencias de otros, para reconocer los aciertos y desaciertos de su misma labor.

## **PROFUNDIZACIÓN TEÓRICA DISCIPLINAR**

### ***Elementos de orden histórico-epistemológico que aportan a la comprensión del concepto ecosistema***

Antes de abordar el suelo como ecosistema, es importante analizar desde cuando se comenzó a hablar de ecosistema y qué puntos en común se encuentran en dichas conceptualizaciones. Así también, es relevante esta revisión histórica-epistemológica del concepto que permita comprender mejor los componentes y características del mismo. (Ver Anexo A)

Los primeros en abordar la ecología son Aristóteles, Teofrasto y Plinio el viejo. El primero lo realiza a través de sus obras *La historia de los animales*, al examinar las formas de vida y el carácter de los animales. Igualmente, Aristóteles es tenido en cuenta en el siglo VIII por Buffon y por Ernst Mayr en el siglo XX. En ese sentido, Teofrasto realiza su obra sobre la Historia de las plantas, muy parecida a lo realizado



por su maestro Aristóteles. Posteriormente, Plinio enriquece el bestiario de Aristóteles con algunas decenas de especies, en una época en donde toma relevancia los bestiarios, debido a que dan paso a las interpretaciones de plantas y animales fantásticos. (Deléage,1993)

A continuación, quienes contribuyeron en el conocimiento de plantas y animales en relación con su distribución geográfica son los naturalistas viajeros, uno de ellos bastante conocido es el joven Carl Von Lineé, que tan solo con 28 años realiza su obra “*Systema Naturae*”, en donde se promueve un método de clasificación para organizar eso que se encontraba en el mundo.

De igual forma, es importante mencionar que en el siglo XVIII surge la necesidad por organizar el mundo y de una teoría ecológica, como lo expone Giordan et al. (1988) haciendo referencia a Linneo: “porque creó una «herramienta» que todavía hoy en uso para cualquier inventario botánico y faunístico, y sobre todo, porque ser el primero en presentar la idea de la <<organización de la naturaleza>> parece ofrecer una primera y fascinante versión de una teoría ecológica global”.

En este momento Linneo menciona la economía de la naturaleza como una forma en que los hombres podían disponer de los seres vivos en nombre de un soberano creador, los cuales funcionaban con cuatro principios:

La propagación de las especies, la distribución geográfica, la destrucción y conservación inscrita en la estructura de cada individuo, esta categoría vale para los tres reinos, minerales, vegetales y animales.” (Deléage,1993)

En ese sentido, es evidente cómo las ideas de un creador que pone a la disposición los seres vivos para que los humanos los implementen en sus necesidades, pudo haber tenido como consecuencias grandes problemáticas ambientales, debido a que en este momento todo se organizaba para tener un control sobre los recursos que podrían generar riqueza.

En el siglo XIX ocurren tres momentos históricos que generan otras formas de comprender el mundo. El primero está relacionado con las expediciones científicas modernas donde se termina por conocer la distribución geográfica de las formas de vida. El segundo es la revolución de la concepción del tiempo, que se basa en los trabajos de Buffon, Lamarck, Hutton, Wallace y Darwin. El tercero es el resultado de una organización de la física y la química y los seres vivos. De igual forma, surge una nueva ciencia, la biología, que no solamente se basa en la clasificación de los seres vivos, sino que también busca comprender las estructuras y funciones de los mismos. (Deléage,1993)

En la mitad del siglo XIX, se multiplican las expediciones científicas, patrocinadas por los soberanos europeos y las academias con intereses económicos y políticos. Por ejemplo, Carlos III financia misiones botánicas para establecer el balance de los recursos vegetales en la América española. Además de eso, Carlos IV, su sucesor, encarga Alexander Von Humbolt y Aimé Bonpland a continuar la expedición por esta región, de la cual solo se hacen exploraciones en la costa y en algunas colonias españolas que se encontraban en el interior de la región. (Deléage,1993)

De forma análoga, son varios los autores que permitieron la construcción del concepto ecosistema, como Alexander von Humboldt, que propone las comunidades vegetales. En una de sus publicaciones titulada Ensayo sobre la geografía de las plantas, publicado en 1807, donde comienza a abordar la geografía botánica, se tiene en cuenta la distribución de las plantas de acuerdo a los diferentes climas y se tiene en cuenta el doble criterio de latitud y altitud. (Deléage,1993)

En 1855, Alphonse de Candolle a partir de la geografía botánica razonada aborda el tema de las leyes de la distribución actual de los vegetales, que podrían explicarse por

las condiciones actuales y anteriores de la zona. Estas tomarían el nombre de rotaciones vegetales, las cuales dependen en gran medida de las acciones de los animales y humanos. Posteriormente tomaría el nombre de “sucesiones”.

(Deléage,1993)

También, Candolle se pregunta sobre la distribución de las especies disyuntas, que viven en zonas separadas y, por lo tanto, no habrían podido dispersarse de un área a otra, donde coloca como explicación el tiempo, pero no la evolución. En comparación con Charles Darwin y Wallace que reorganizan totalmente las explicaciones que se daban en torno de la biogeografía, dinámica y la historia de las poblaciones a través de la idea sobre la herencia. (Deléage,1993)

Charles Darwin y Alfred Russell Wallace plantean entonces que los factores del medio afectan la distribución geográfica y esto estaba basado en los principios evolucionistas que estudiaban los dos científicos. De esta manera, Lamarck plantea que las tendencias a las complejidades se daban por las circunstancias y el medio. Igualmente, Darwin afirma que las variaciones se dan de manera individual y la selección natural tiene lugar de un enfoque estadístico de las poblaciones. En 1866 el biólogo alemán Haeckel, apasionado por los neologismos, propone por primera vez la palabra ecología e incluso da una definición de la misma. (Deléage,1993)

En 1875, Suess plantea una explicación sobre biosfera y en 1877 Karl Möbius sugiere el concepto de comunidad viva y la ecología bentónica. Donde realizó un estudio sobre la producción de ostras, en este analizó la salinidad, inestabilidad de sus condiciones físicas y los efectos de la pesca. (Deléage,1993) También, se le atribuye el concepto de biocenosis o comunidad de vida, que es equivalente al anglosajón «comunidad», fue bastante implementado en la primera mitad del siglo XX. (Giordan et al. 1988)

El concepto de ecosistema es ante todo un concepto científico, que muestra procesos de formalización y dependiendo del contexto histórico-social, se presenta una noción de concepto en particular. Esto se evidenció en el trabajo de la especialización donde al realizar la revisión se encontró que el concepto cambiaba dependiendo del sujeto investigador, al tener diferentes referentes estos tenían unas prácticas particulares.

De igual manera, desde el siglo XVIII, se pronosticaba que es ante todo un concepto susceptible al cambio, como lo expone Giordan et al. (1988): “Lejos de ser únicamente una palabra traída por la moda del ecologismo, el ecosistema es, ante todo, un concepto científico, es decir, que es susceptible a recibir una definición más precisa y «técnica»” (p.96). Por lo tanto, este es un concepto científico porque depende en gran medida del observador y del contexto en el que se desarrolla.

Igualmente, Clement propone en un primer momento el concepto de <<Superorganismo>>, en donde relaciona la sucesión ecológica con el desarrollo de un organismo, porque una formación nace, crece, madura y muere, pero estas analogías no deben tomarse de manera literal. Uno de sus opositores es Henry Gleason, que criticaba la relación de la sucesión vegetal a un organismo, pues para este el mundo vivo es algo continuo y no un mosaico de comunidades, que estaban en un equilibrio relativo y temporal. (Deléage,1993)

De esta forma, al igual que otros conceptos propios de la biología, el concepto ecosistema está determinado por una serie de condiciones técnicas y teóricas que influyen en la forma como es aplicado a la explicación de diferentes fenómenos y la manera como hace parte del discurso de las ciencias en un momento y lugar particular; en el presente trabajo se retoma el debate entre el reduccionismo y el holismo que ha generado tensiones sobre el concepto ecosistema, como plantea Giordan et al., (1988):

Para el reduccionismo, lo múltiple es un conjunto de unidades, y la totalidad como tal, una construcción del pensamiento. Para el holismo, según la fórmula clásica, el todo es

algo más que la suma de sus partes. Para el reduccionismo, el holista se conforma con palabras, atribuyendo una realidad a entidades abstractas. En cuanto al holista, su crítica del reduccionismo recurre a la metáfora naturalista: el árbol no debe ocultar el bosque.

Las discusiones presentadas entre el reduccionismo y holismo fueron una pieza fundamental para comenzar a realizar la construcción de la noción del suelo como ecosistema, debido a que entre las dos posturas se encuentra un punto en común y es el concepto de Tansley, que propone que se hable más bien de un sistema ecológico, donde se abarca el suelo y el clima. También se retoma el término sistema en el sentido en que se empleaba en la física. El ecosistema podría así formar parte de una escala de sistemas que iría del átomo al universo (Giordan et al., 1988).

De igual forma, el botánico inglés A. Tansley propone cambiar la noción de vegetación como organismo propuesto por Clement y Phillips por la de casi-organismo. También se menciona que el clímax no puede generalizarse, sino por el contrario debería tenerse en cuenta solo la región climática, por lo que propone el concepto de “clímax climático”. (Deléage,1993)

En el enfoque Trófico Dinámico representado por Raymond Lindeman que en 1942 realiza un análisis energético de las interrelaciones dinámicas de una biocenosis. Igualmente define las plantas autótrofas como productores y las plantas heterótrofas y los animales como consumidores debido a que implementan una parte de la energía potencial acumulada por los productores, pero en años anteriores estos términos ya habían sido implementados por Thienemann. Igualmente, define el ecosistema como

un conjunto de procesos físicos, químicos y biológicos que se dan durante una unidad de tiempo determinado de cualquier duración, o bien como la comunidad biótica más su medio abiótico” (Deléage,1993. p.145)

En 1963, Thomas Malthus publica Ensayo sobre el principio de población, donde se efectúa el primer análisis demográfico, es decir, donde se comienza a hablar sobre el

crecimiento geométrico de la población humana y la progresión aritmética de los recursos. En concordancia con lo anterior, expone:

La raza humana, escribe, crece según la progresión 1, 2, 4, 8, 16, 32..., mientras que los medios de subsistencia crecen según la progresión 1, 2, 3, 4, 5, 6,... Puede concluir que el obstáculo primordial para el aumento de la población es la falta de alimento, que procede de la diferencia entre los ritmos de crecimiento respectivo de la población y la producción". (Malthus, T. 1798 citado por Deléage, 1993. p.165 y 168)

Malthus también menciona tres postulados a lo largo de su obra, la primera es que la población está limitada por los medios de subsistencia, el segundo es que la población crece en los mismos lugares en los que crece actualmente, y el último es que hay unos factores que se oponen a este crecimiento, los cuales son límites morales, vicios y desgracias. Pero Verhulst en 1838 indica que la población tiende hacia un límite, debido a la finitud de los recursos. (Deléage, 1993, p.168)

Por otra parte, en 1885, uno de los primeros estudios que se relacionan en torno a este, es el realizado por con A. F. W. Schimper en su artículo de tratado de botánica, en donde se profundiza sobre los factores de los ecosistemas. Pero en el suelo, centra su atención en la microflora, en los procesos de nitrificación y desnitrificación, así como el papel complejo de las bacterias simbióticas y las micorrizas.

En 1897, Paul Marchal había dado una descripción detallada de las oscilaciones de las poblaciones de un sistema presa-depredador, dando como conclusión que las especies nunca pueden llegar al equilibrio numérico. Pero indica que las variaciones numéricas podrían representarse con una curva con varias oscilaciones. (Deléage, 1993, p.174)

En 1925, se publica *Elements of Physical Biología*, realizado por Alfred Lotka y Vito Volterra, los cuales cambian totalmente la mirada de la ecología teórica, donde a través

de la biología matemática se explica la mecánica de la evolución. De modo parecido, en ese mismo año Volterra emprende sus investigaciones matemáticas sobre las asociaciones biológicas y contribuye a la teoría energética. Debido a que la diferencia entre un sistema físico y un sistema vivo, es que estos últimos poseen el poder de la selección, por lo tanto, también pueden escoger y apropiarse de los factores energéticos.

En 1934, Georgii Gause realiza una serie de experimentos con protozoos en probetas de centrifugación en el cual observó las dinámicas particulares de los organismos. Sus observaciones lo llevaron a constituir el principio de exclusión competitiva, es decir, que dos individuos no pueden coexistir si comparten el mismo nicho, debido a que estarán continuamente en competencia por las condiciones. En cambio, en organismos en los cuales no compartan el mismo nicho, podrán sobrevivir como el experimento que hizo con *P. bursaria* y *P. caudatum*; el primero se mantenía en el fondo del tubo de ensayo y el segundo en la superficie, por lo tanto, no tenían por qué competir. Aunque fue reconocido por la comunidad científica, esta queda obstaculizada por el movimiento estalinista del momento.

De la teoría de la información realizada por L. Brillouin (1989): permite comprender fácilmente “cómo la sustitución de un individuo de una especie rara por una común, hace disminuir esta expresión numérica de la diversidad y viceversa”. (Deléage, 1993, p.196) En comparación para Paul Colinvaux (1982), este razonamiento tiene un error porque para esta teoría entre más abundantes sean los nudos, habrá más canales de sustitución, pero las redes tróficas no se comportan de esta manera, debido a que las plantas y animales, lo que hacen es bloquear el flujo de alimento. Por lo tanto, este modelo aplicado a la vida es absurdo para Colinvaux.

En 1971, es Odum quien plantea el concepto de ecosistema como una unidad que incluye todos los organismos en un área determinada que interactúan con el ambiente físico, y, por lo tanto, el flujo de energía define de manera clara la estructura trófica, la diversidad biótica y los ciclos de materiales dentro del sistema o el ecosistema. (Armenteras et al., 2016). En comparación con los otros conceptos se tiene en cuenta el flujo de energía y de los ciclos de materiales.

En 1976, Robert May, permite reconocer, a través de la teoría matemática del caos, explicar que desde el “caos estable”, se puede entender cómo algunas poblaciones sufrían variaciones muy fuertes, algo así como una inestabilidad generalizada, que permitía entender que una situación matemáticamente caótica era estable desde el punto de vista ecológico. Sucede, sin embargo, que la formalización matemática conduce a un juego estéril que es, en sí mismo, su propio fin. (Deléage, 1993, p.216) Esto sucede porque los modelos matemáticos se dan en condiciones idealizadas y no en ecosistemas reales donde es muy difícil controlar todas las variables.

De igual forma, Wladimir Vernadsky, se le considera como padre de la ecología global. Aunque el austriaco geólogo Eduard Suess ya había implementado el concepto de biosfera, es en los años veinte cuando Vernadsky define este concepto e incluso realiza un libro titulado Biosfera, publicado en 1926. Esta obra se hace en torno a la pedología, cuyo fundador fue su maestro Dokuchaev y también basada en varios naturalistas rusos.

Dokuchaev es el encargado de realizar un estudio de Chernozem (material importante del suelo para la agricultura), debido a los dos años secos que dañaron los cultivos de cereales. Igualmente, emprende un viaje en el cual recorre gran parte de Crimea hasta el Cáucaso-norte y desde el Mar negro a Besarabia. En 1882, realiza una publicación sobre los resultados obtenidos de su estudio basado en el valor agrícola del suelo, donde lo define como:



Una cobertura formada por la acción conjunta de los factores climatológicos, insolación, calor, humedad, electricidad atmosférica, con el concurso obligatorio de plantas y de los organismos animados, micro y macroscópicos. (Boulaine, p. 97, 1984, citado por Deléage, 1993)

De la misma manera Dokuchaev menciona que los campesinos, pedólogos, agrónomos y campesinos, aunque tienen el mismo objeto de estudio, es decir, la tierra y el suelo, sus relaciones respecto a este objeto son sensiblemente diferentes. “El suelo se analiza como un cuerpo autónomo de la naturaleza y espejo de paisaje, en la visión sistémica tan cara a la ecología”. (Deléage, 1993, p.224)

Por otra parte, uno de los impulsores de ecología global es Alfred Lotka (1925), quien llevo a cabo un desarrollo en el estudio de la geoquímica y termodinámica de la Ciencia Europea del siglo XX, donde realiza una modelización matemática que incluso se anticipa de la cibernética. En su obra *Elementos de biología física*, escribe que nuestro mundo es un escenario de tres pisos, donde se encuentra el cielo, las aguas del océano y la tierra firme; atmósfera, litosfera e hidrosfera, sus estudios se basan en las composiciones químicas de estos y las reflexiones en torno a los ciclos biogeoquímicos. Añadiendo a lo anterior, George Evelyn Hutchinson realizó un estudio muy detallado del ciclo del nitrógeno y un estudio sobre los efectos de los humanos en el ciclo del carbono y el fósforo. (Deléage, 1993, p.224)

En 1979, James Lovelock proclama la Tierra como un ser vivo, una entidad compleja, que comprende la biosfera terrestre, los océanos y la tierra; el conjunto constituye un sistema de feedback o cibernético que busca un entorno físico y químico óptimo para la vida del planeta. (Deléage, 1993, p.258)

Además, el mismo autor menciona que la preservación de condiciones constantes a través de un control activo y de manera satisfactoria recibe el nombre de homeostasis. Pero este postulado fue cuestionado en 1984 por Heinrich Dieter Holland debido a que

menciona que, aunque la hipótesis no carece de encanto, en definitiva, no es satisfactoria, debido a que en este mundo tan particular solamente viven los que están mejor adaptados.

También, Jacques Monod en 1973, realiza una crítica sobre el holismo o el organicismo debido a que es muy complicado creer que la tierra renace como el Fénix en cada generación y esta mirada es un tanto reduccionista debido a que pretende tomar las propiedades de una organización muy compleja y limitarlo a la “suma” de sus partes.(Deléage,1993) Monod, toma ejemplo un Marciano que trata de entender la Tierra, por lo cual es muy absurdo pensar que este va a comenzar a interesarse por las partes sino por el funcionamiento global del mismo, por lo tanto, indica que los holistas y reduccionistas, no son excluyentes, sino, por el contrario, son complementarios.

En 1992, Margalef, define el concepto de ecosistema como una “Entidad formada por muchas plantas y muchos animales de las mismas o de diferentes especies que actúan y reaccionan unos contra otros en el seno de un ambiente físico, que proporciona un escenario de características definibles”. (Armenteras, et al. 2016). Al realizar la revisión es bastante particular encontrar que el ecosistema se relaciona como una entidad. De manera similar, es importante reconocer la importancia del ambiente físico que se limita, por temperatura, salinidad, concentración de oxígeno, disponibilidad de agua, etc.

De esta forma, otro concepto de Ecosistema es el planteado por Morin, donde indica que es el conjunto de interacciones de las condiciones físicas con los organismos, este afirma que: “es un término que quiere decir que el conjunto de las interacciones en el seno de una unidad geofísica determinable que contenga diversas poblaciones vivientes constituye una unidad compleja de carácter organizador o de sistema”. (Morin, pág. 128-129, 2001 citado por Morin, 2002).

En años posteriores indica que la Eco-organización es una máquina organizada, que no necesita de un centro de control, sino que por sí mismo se auto mantiene el sistema, como toda organización compleja, experimenta, comporta/produce, donde se produce desorden y orden: y en donde se encuentran relaciones de competencia y de simbiosis. (Morin, 2002, p.36)

La complejidad incluida en el paradigma ecológico solo puede tener un desarrollo en donde el pensamiento haya reconocido el problema y la necesidad de la complejidad. (Morin, 2002, p.114) Es decir, que la complejidad necesita de la conciencia de un sujeto competente para integrar y relacionar diferentes campos del saber. La complejidad del principio ecológico se degrada en una ecología mental simplificadora, reductora, “cartesiana” o “maniquea”, que ya ha degradado el pensamiento sistémico y al pensamiento cibernético. (Morin, 2002, p.114)

En conclusión, en la comprensión del suelo como ecosistema es necesario reconocer la importancia de la organización, de un pensamiento complejo que posibilita relacionar la biocenosis y el biotopo. Asimismo, el pensamiento ecologizado aporta en dicha comprensión, al integrar el orden y el desorden como una característica fundamental en el auto-mantenimiento de los sistemas.

El ecosistema es en primera instancia un concepto científico como lo menciona Giordan et al. (1988), es decir, es ante todo un concepto científico que es susceptible a tener una definición más precisa y “técnica”, la rigurosidad del concepto se ha venido dando debido a los contextos sociales e históricos y en donde se presentan diferentes nociones que permean el mismo. Desde los fundamentos divinos de la naturaleza de Linneo, de la economía de la naturaleza de los naturalistas, de las ciencias de la naturaleza y los diferentes modelos que han surgido para explicar las interacciones de los mismos.

Una segunda condición del concepto de ecosistema es que debe delimitarse debido al ser un concepto abstracto debe generarse un límite y la misma palabra unidad indica que debe haber una especie de homogeneidad en sus componentes. La tercera es la de organización que podría tomarse de dos formas, una es que la naturaleza es organizada porque los sujetos desean estudiar el mundo natural y social; y la otra es que el ecosistema intrínsecamente tiene una organización efímera, como lo menciona Jacob (1999):

De este vaivén es de donde surge poco a poco, la arquitectura de lo vivo, que aparece en estratos cada vez más profundos. Tanto en el mundo viviente como fuera de él, se trata siempre de explicar lo visiblemente complejo mediante lo invisible simple como dijo Jean Perri.

La cuarta conclusión de la historia del concepto ecosistema es sobre como los componentes físicos y químicos interactúan con los componentes, los cuales regulan el flujo de materia y energía, ya que el ecosistema carece de un centro de control, son los mismos organismos que mantienen el sistema. En ese sentido, son los organismos que se encuentran en el suelo, los que permiten que este mantenga los flujos de materia y energía. De igual forma, es importante mencionar que el enfoque dinámico Trófico, nos permite comprender que las relaciones dinámicas que ocurren en el suelo son importantes en el auto mantenimiento del mismo.

En ese sentido, es importante reconocer que la complejidad es una de las características que más resuena en el concepto de ecosistema, debido a las múltiples relaciones que se representan en la diversidad de los organismos y en la regulación de los mismos a partir de medios cambiantes y estables. Es por esta razón que la complejidad es fundamental para explicar la tesis del suelo como ecosistema.

### ***La complejidad como referente para la comprensión del suelo y su dinámica***

En la teoría de la complejidad, se menciona que la comprensión del mundo se da desde una perspectiva que va desde lo simple a lo complejo, pero con esto se debe tener cuidado de no malinterpretar lo simple como "simplicidad", por el contrario, esto a

que atribuimos de simple también es complejo. “De hecho, no hay fenómeno simple” (Morin, 2004).

A este fenómeno que le atribuimos la palabra “simple”, parece que está más relacionado con la organización que se tiene del fenómeno, por ejemplo, cuando se menciona la organización de la materia, se comienza desde las partículas subatómicas, los cuales se organizan en átomos, que a su vez constituyen moléculas, que conforman organelos, células, tejidos, órganos, sistemas, individuos, poblaciones, comunidades y ecosistemas. Desde la pequeña partícula subatómica se tiene una complejidad, lo cual se evidencia en su funcionamiento y relación con el sistema, pero a medida que se profundiza en la organización es evidente que las interrelaciones de los sistemas van aumentando.

De igual forma, lo menciona Murray (1994), cuando su esposa le lee un poema de Arthur Sze donde menciona el quark y el jaguar, debido a que se ajusta un poco a la idea que quería representar, porque a partir de este poema relaciona las partículas subatómicas con un organismo complejo, como lo expone:

Los quarks son los ladrillos básicos que componen toda la materia. Todo objeto que vemos está constituido de quarks y electrones. Incluso el jaguar, ese antiguo símbolo de fuerza y ferocidad, es un manojo de quarks y electrones, ¡pero qué manojo! Exhibe una enorme complejidad, resultado de miles de millones de años de evolución biológica.” (p.8)

Aunque G. Murray no tuvo la experiencia de encontrarse con un jaguar si pudo encontrarse a pocos metros de un jaguarundi en la selva de Chan Chich de México, pero este simple hecho le permitió pensar en su tesis de la simplicidad y la complejidad, debido a que tal vez esto lo inundó de preguntas sobre ¿Cómo el funcionamiento y estructura del quark puede generar un animal tan majestuoso como el jaguarundi? ¿Cómo es la estructura y función de los quarks que permiten organizar animales tan complejos?

La experiencia relatada por el científico coloca al quark como algo que simboliza la simplicidad y al jaguar lo relaciona con la complejidad, pero los dos son complejos solamente que la categoría de simple y complejo esta dado es por la organización del sistema, como expone Murray (1994):

El quark simboliza las leyes físicas básicas y simples que gobiernan el universo y toda la materia que éste contiene...El jaguar representa la complejidad del mundo que nos rodea, especialmente tal como se manifiesta en los sistemas complejos adaptativos. (p.25)

Es decir, que el quark es un símbolo de las leyes físicas, que no se pueden observar a simple vista, pero el jaguar, es una metáfora de los sistemas complejos adaptativos. Por lo tanto, la complejidad de eso invisible a nuestra mirada puede ser observado a través de nuestros ojos, que posibilitan entender que ese macrosistema que se presenta a través de la mirada, es una representación de las leyes físicas de las partículas subatómicas.

De igual forma, el autor menciona como la complejidad de algunos sistemas pueden ser adaptativos tal como la dinámica de los ecosistemas o no adaptativos como las galaxias. Por lo tanto, los sistemas complejos adaptativos que adquieren información de su entorno y de las interacciones del mismo permite autorregularse y automantenerse, como menciona Murray (1994):

El sistema complejo adaptativo que adquiere información acerca tanto de su entorno como de la interacción entre el propio sistema y dicho entorno, identificando regularidades, condensándose en una especie de «esquema» o modelo y actuando en el mundo real sobre la base de dicho esquema. (p.31)

Es decir, que la complejidad de los sistemas es uno de los criterios que se implementará en el presente trabajo para comprender el suelo y su dinámica. Es claro que los cambios que se presentan fuera del sistema, van incidir en las interacciones y transformaciones que se dan en el mismo. Teniendo en cuenta, el postulado antes

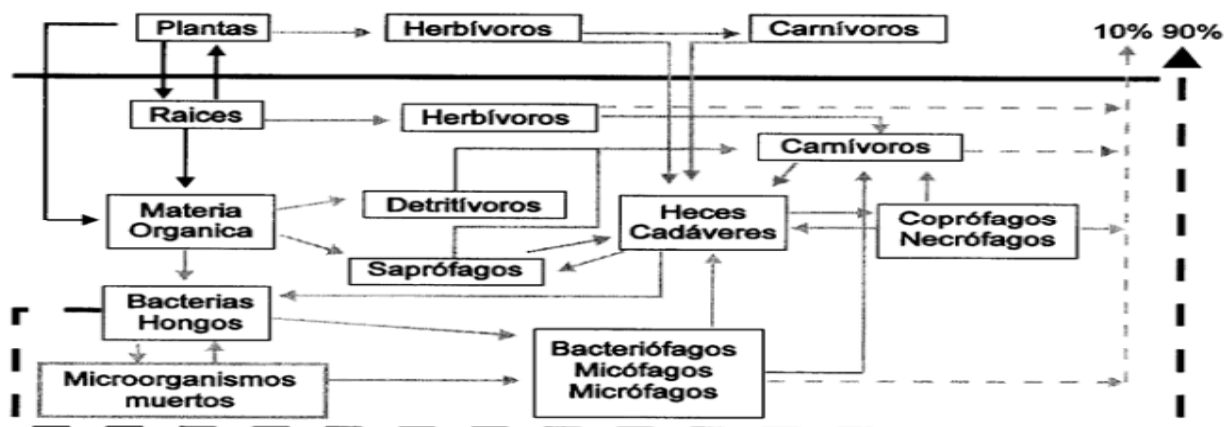
mencionado se generan una serie de cuestionamientos como: ¿Qué características tiene un sistema complejo adaptativo? ¿El suelo es un sistema complejo adaptativo?

Por otra parte, se debe tener en cuenta que las características de un sistema complejo adaptativo es que posee un “esquema”, según el mismo autor este ha sido implementado desde la psicología, donde es: “una estructura conceptual de la que el ser humano hace uso para comprender un conjunto de datos, para darle sentido”. (Murray, 1994, p.32)

El suelo es un sistema complejo adaptativo, ya que sus organismos tienen varias relaciones que dependen del entorno. Es importante mencionar que la energía que se produce en el suelo se mide a partir de la materia orgánica y los ciclos biogeoquímicos son los que permiten que el sistema se regule y automantenga. La energía que entra en el subsistema suelo ingresa a partir de la materia orgánica que se encuentra en la superficie del mismo o en el área radicular. Este esquema es una representación general de las relaciones que se tejen en el suelo, pero para conocer realmente lo que ocurre en este sistema, se debe conocer la alimentación de los carnívoros la presa habitual y presas alternativas- para poder conocer las relaciones de las redes tróficas. De igual forma en línea discontinua se presenta los diferentes organismos que se involucran en la respiración del suelo (Jordana, 1996).

## Figura 2

Red de relaciones tróficas. Fuente: Jordana (1999).



En el anterior esquema se exponen las relaciones de los organismos, que en este caso se representan por su tipo de alimentación o nicho ecológico. De igual forma los esquemas como lo menciona Murray permite generar predicciones. Por ejemplo, si un depredador aumenta su población en el suelo, esto afectará totalmente las dinámicas del mismo, de la misma manera sucederá con cualquiera de los organismos que se encuentran en la red trófica. (ver figura 2)

Asimismo, es importante reconocer que los sistemas complejos adaptativos tienen un flujo de información que permite que se mantenga el esquema a partir de unas leyes físicas que regulan la materia y energía, como lo sugiere Jordana (1996):

Los sistemas complejos adaptativos se hallan sujetos a las leyes de la naturaleza, que a su vez se fundamentan en las leyes físicas de la materia y el universo. Por otra parte, la existencia de tales sistemas solo es posible en condiciones particulares.

En ese sentido, el suelo es un sistema complejo adaptativo porque se encuentra bajo las leyes de la naturaleza, las leyes físicas y del universo, debido a que este se encuentra regulado principalmente por los organismos que, a partir de ciclos catalíticos, producen las enzimas que permiten regular los macro y micronutrientes. Por lo tanto, la relación entre la biocenosis y biotopo, es una relación de automantenimiento, donde los ciclos de materia y energía se mantienen por las diferentes formas de vida.

De esta manera, al revisar los ciclos biogeoquímicos se puede evidenciar un esquema que no es constante pero que sí permite comprender cómo son las dinámicas de los elementos en los ecosistemas, por ejemplo, el ciclo del nitrógeno en el suelo, posibilita entender por qué la disponibilidad de este elemento determina en gran medida el crecimiento vegetal y por qué en algunos cultivos se implementan sustancias químicas que conllevan a graves consecuencias ambientales.

El ciclo del nitrógeno involucra cuatro procesos microbiológicos: *Fijación de nitrógeno*, *mineralización (descomposición)*, *nitrificación* y *desnitrificación*. (Hayatsu et al.,



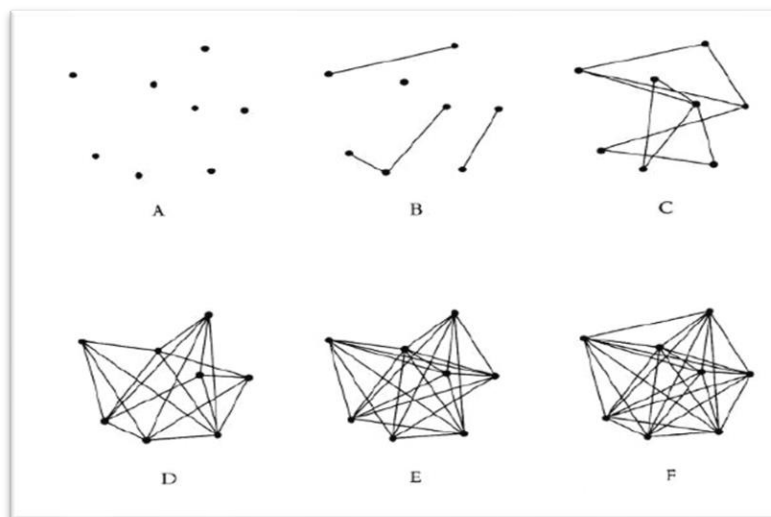
2008) En este ciclo los microorganismos son los que regulan los flujos de materia y energía, debido a que son los que capturan el nitrógeno de la atmósfera, el cual es después aprovechado por las plantas a partir de una relación simbiótica.

Por otro lado, es importante mencionar que es imposible predecir exactamente lo que va a ocurrir con el sistema, debido a que cualquier cambio en el mismo genera resultados diferentes, pero los esquemas posibilitan vislumbrar las posibles respuestas, donde algunas veces se tiende a confundir la complejidad con la incertidumbre y el caos.

De igual forma, es importante tener en cuenta que la complejidad se define en términos del observador, como lo indica G. Murray, en su famoso ejemplo de los ocho puntos. Es decir, que no podemos indicar que la figura A es menos compleja que la figura F, por el contrario, esto depende en gran medida del observador y de los instrumentos del mismo, de la descripción que realice y de la capacidad que tenga de describir las interrelaciones del sistema que está observando. (Ver figura 3) En ese sentido se podría indicar que: “Si la complejidad se define en términos de la longitud de una descripción dada, entonces no es una propiedad intrínseca de la cosa descrita. Es obvio que la longitud de la descripción depende también del descriptor”. (Murray, 1994 p. 47)

### Figura 3

*Algunos esquemas de conexión posibles entre ocho puntos. Fuente: Murray (1994).*



De igual forma, el autor menciona que la complejidad de la información depende del observador y el receptor, debido a que si este último conoce sobre el fenómeno pues no tendrá la necesidad de escuchar las observaciones, debido a que las descripciones realizadas por el emisor serán conocidas por el receptor y no tendrá sentido realizar dichas descripciones y representaciones.

En ese sentido la tesis del suelo como ecosistema depende del maestro que posibilita entender que este tiene diferentes flujos de materia y energía que se regulan a partir de las redes tróficas y los ciclos biogeoquímicos del sistema. Además, los procesos de enseñanza-aprendizaje del suelo con un enfoque complejo estarían relacionados con la interdisciplinariedad del mismo, donde los estudiantes pudieran comprender el suelo desde las propiedades físicas, químicas y biológicas, que permitan a los estudiantes tomar una posición crítica y reflexiva del mismo. Ahora bien, continuando con las preguntas que surgen del capítulo anterior, se podría decir que ¿La naturaleza tiene una organización intrínseca o esa organización es desde la perspectiva organizativa humana? ¿Es el suelo un sistema organizado? ¿Todos los sistemas tienen una organización intrínseca?

En un primer momento pareciera que la organización fue realizada, por el hombre, como una forma de comprender el mundo, desde que comienza la simbología y se pregunta por sus experiencias, pero cuando observamos nuestro propio entorno se evidencia una organización intrínseca incluso en la naturaleza, recordemos que como lo menciona Deléage (1993) es una organización efímera.

Por ejemplo, el suelo tiene una organización como la mayoría de los sistemas, las capas del suelo están en una disposición que depende de las transformaciones de las rocas madre que necesitan de un tiempo para transformarse, y que depende en gran medida de los procesos físicos y químicos para convertirse en rocas ígneas, sedimentarias o metamórficas.

De igual forma, uno de los principios de la complejidad es indicar que las reacciones tienen dos sentidos, es decir, que algunos procesos son reversibles. También indica que el tiempo es una característica de la materia física, como lo expone Meyer citado por Morin (2004): "*La materia tiene una historia*". Asimismo, lo menciona Oparin (1924) en su libro el Origen de la vida, donde se indica que todos los elementos que constituyen los organismos vivos también se encuentran en los cuerpos celestes del universo.

Además, el suelo posee dos tiempos espaciales, uno de forma vertical y otro horizontal, que a su vez se relaciona con la historia cronológica de la corteza terrestre, como lo expresa Jacob (1999):

El análisis geológico termina así por descomponer la corteza terrestre en dos series espaciales, una vertical y otra horizontal, que pueden transcribirse en una suerte de cuadro cronológico... Cada cuerpo presente en la corteza terrestre puede entonces caracterizarse mediante dos coordenadas: una que describe la época y la contemporaneidad, y otra que precisa la naturaleza y, en ciertos casos, el modo de formación. (p. 106)

Se puede concluir que la complejidad como referente para la comprensión del suelo y su dinámica, tiene principalmente un esquema que permite comprender algunas dinámicas del suelo como los ciclos biogeoquímicos y las redes tróficas. De esta manera, el suelo es un sistema complejo adaptativo debido a que se produce mediante esquemas que son regulados por los organismos que habitan dichos sistemas. El suelo tiene una organización efímera, ya que no es estática debido a que se producen cambios que presentan a lo largo de los años, y los cuales son necesarios para su formación.

### ***Los ciclos catalíticos, autorregulación y dinámicas energéticas como referente para la comprensión del suelo***

En el módulo de Eco-terrario: La comprensión de lo Vivo y su configuración como sistema complejo, se presentan algunas discusiones sobre los niveles de complejidad

que a través de los flujos de materia y energía se establecen con el entorno; y las dinámicas energéticas que tienen los organismos permite que el sistema se autorregule y se automantenga. (p.26)

Antes de continuar, es importante definir un ciclo catalítico, como un mecanismo de reacción provocada por un catalizador (Hwang, 2015) y según la Real Academia Española, un catalizador es una sustancia que incrementa la velocidad de una reacción química y se recupera sin cambios esenciales al final de la reacción. Es decir que no se encuentra asociado a los productos y reactivos de una reacción, sino a las enzimas que tienen los organismos.

Es claro que los sistemas no están aislados, debido a que hay procesos internos y externos que influyen en él. En el universo la materia se configura en entidades cada vez más complejas, donde las partes se cohesionan y comparten el mismo destino. Estas entidades configuradas son conocidas como sistemas. (Laszlo, 1993)

Desde una mirada de la investigación empírica es importante reconocer el carácter no accidental de la evolución de los sistemas que no están en equilibrio, debido a que tienen unas condiciones importantes de mencionar, primero que debe ser un sistema abierto, segundo que debe tener diversidad de componentes y por último debe haber retroalimentación y ciclos catalíticos

Es decir, que el sistema abierto, debe tener reactancias iniciales y deben permitir descargar sus productos finales. Asimismo, es importante que el sistema tenga una diversidad de componentes y complejidad de estructuras, para que pueda tener diferentes estados dinámicos estables (multiestabilidad). Y por último, es importante mencionar que debe haber una retroalimentación y ciclos catalíticos entre los componentes del sistema. (Laszlo,1993).

Los sistemas tienen en primera instancia una interrelación con un sistema más complejo, donde se tienen diferentes componentes y estructuras que permiten que esté en un estado dinámico estable. De igual manera, se menciona la importancia de los ciclos catalíticos que producen índices de reacción rápidos, que a su vez se encuentran dentro de hiperciclos emergentes.

También, se plantea la relación de entidades complejas como sistemas, que tienen unas características específicas, una de ellas es que está alejado del equilibrio, donde se realiza un trabajo y se está más cerca a la entropía, es decir, que los sistemas complejos son "multiestables". (Laszlo, 1993) Esto sucede continuamente con los ciclos biogeoquímicos donde continuamente se implementan diferentes rutas metabólicas (anabólicas y catabólicas) para mantener el ciclo del nitrógeno, fósforo y carbono.

Es importante profundizar en la última característica de los sistemas complejos, en donde los ciclos catalíticos son fundamentales porque son estables y producen índices de reacción rápidos, lo cual permite que los flujos de materia y energía se mantengan en el sistema, como lo afirma Laszlo (1993):

Los ciclos catalíticos tienen gran estabilidad y producen índices de reacción rápidos. Tienen dos matices: autocatálisis, cuando un producto de reacción cataliza su propia síntesis; y transcatálisis, donde dos productos diferentes (o grupos de productos) catalizan la síntesis.

En ese sentido podríamos indicar que el suelo, es un sistema abierto en donde se produce varios "hiper" ciclos transcatálíticos por ejemplo, la relación entre el *Rizhobium* y leguminosas; donde ocurren procesos fundamentales que son regulados por catalizadores. Este proceso tiene tres momentos, el primero se basa en la infección de las raíces de las plantas, seguido de la inducción o formación de nódulos dentro de las raíces y finalmente la fijación del nitrógeno que ocurre dentro de los nódulos (Hubble, 1986).

De igual forma, en la infección de las raíces están involucradas las lectinas que son proteínas o glicoproteínas que permiten la adsorción selectiva del rizobio, estas enzimas son pectinasas, celulasas y hemicelulasas, las cuales son implementadas por las bacterias para debilitar la pared celular, y poder tener una relación más cercana con la planta (Hubble, 1986). En este primer paso de infección algunas plantas no son específicas, pero otras plantas como las alverjas generan homoserina, sustancia que es utilizada principalmente por *R. leguminosarum* (Egerat, 1975, citado por Hubble, 1986)

Es evidente que los ejemplos antes mencionados implementan rutas metabólicas donde ocurren los ciclos catalíticos que posibilita que el nitrógeno sea implementado por las plantas a partir de la relación de las diferentes enzimas, que permiten que este elemento que se encuentra en la biosfera sea aprovechado por los organismos.

De igual forma, a continuación, se explicarán algunos pasos del ciclo del nitrógeno donde se puede evidenciar las diferentes rutas catalíticas que se generan para que este consiga automantenerse en el sistema. Antes de comenzar es importante mencionar que este presenta cuatro fases: *la mineralización, la nitrificación, la desnitrificación* (Hayatsu et al., 2008) y *la oxidación anaeróbica del amonio Annamox* (Hu et al., 2011). Los procesos de mineralización del nitrógeno dependen en gran medida de la aminación y degradación de materia orgánica, que responde a la degradación y disponibilidad del elemento. (Cerón y Aristizábal, 2012).

Igualmente, es importante mencionar que la disponibilidad del nitrógeno depende en gran medida de la simbiosis entre las bacterias y las plantas asociadas, es decir, las proteasas de origen bacteriano (*Vibrio sp., Bacillos sp., Thermoactinomyces sp., Paenibacillus sp., Clostridium sp., y Alicyclobacillus sp.*) son las principales responsables de la degradación proteica en los suelos. (Cerón y Aristizábal, 2012).

Dicho de otra forma, las enzimas de las bacterias permiten el catabolismo de las proteínas que se encuentran en el mismo.

Además, se evidencia que las bacterias quimiolitotróficas oxidantes del amonio (BOA), dependen de las condiciones de pH y la disponibilidad de nitrógeno, y del amonio ( $\text{NH}_4^+$ ) y dióxido de nitrógeno ( $\text{NO}_2^-$ ), como fuentes de energía. En la oxidación de amonio a nitrito le sigue la oxidación de nitrito a nitrato en donde se encuentran bacterias oxidantes de nitrito (BON). (Cerón y Aristizábal, 2012). En gran medida, los organismos que se encuentran permiten diferentes rutas metabólicas que posibilitan al sistema se mantenga en una especie de “equilibrio”, debido a que si falta unos microorganismos que realizan el metabolismo de amonio, puede que sea reemplazado por otras bacterias que tengan las mismas enzimas y se puedan mantener las rutas metabólicas.

La desnitrificación es el proceso más relevante en el ciclo del nitrógeno, éste devuelve el nitrógeno fijado a la atmósfera por procesos de respiración microbiana, a través de la reducción desasimilatoria de nitratos ( $\text{NO}_3^-$ ) y nitritos ( $\text{NO}_2^-$ ) a  $\text{N}_2\text{O}$  y  $\text{N}_2$ . Estos procesos se encuentran asociados a cuatro reacciones catalizadas por las enzimas: nitrato reductasa (Nar), nitrito reductasa (Nir), óxido nítrico reductasa (Nor), óxido nitroso reductasa (Nos), que son producidas por los microorganismos. (Cerón y Aristizábal, 2012).

Por lo tanto, estos sistemas alejados del equilibrio reciben el nombre de convergencia evolutiva, la cual es capaz de crear nuevos y más elevados sistemas, que permiten restringir internamente a los subsistemas y los incorpora en un modo colectivo. (Laszlo, 1993, p.5) Por consiguiente, a medida que se describen las redes tróficas del suelo se evidencia las múltiples reacciones que se generan y cómo las interacciones entre las propiedades física, químicas y biológicas del suelo permiten que este se configure en un sistema complejo.

Teniendo en cuenta lo anterior surgen otros cuestionamientos: ¿El suelo como ecosistema permite reconocer las interrelaciones que ocurren en el ecosistema a nivel macro? ¿Cómo se generan las propiedades emergentes en el sistema? ¿Es el suelo un sistema evolutivo?

Para concluir, se debe reconocer que el suelo presenta una organización efímera debido a las múltiples relaciones que se dan en un sistema abierto como el suelo. Los ciclos catalíticos nos permiten comprender que el suelo necesita de los organismos para regularse y automantenerse. Es importante mencionar que los ciclos catalíticos tienen otras rutas metabólicas como el anabolismo. De la misma forma, es relevante mencionar que el suelo es un sistema abierto debido a que no toda la energía del sistema se implementa, pero por lo menos a través de los ciclos catalíticos se mantiene “metaestable”. Y para finalizar, se podría indicar que los niveles de emergencia que ocurren entre los elementos asociados son propios de cada nivel de organización.

## **PROFUNDIZACIÓN TEÓRICA-PEDAGÓGICA**

### ***Referentes Disciplinarios, Pedagógicos y Didácticos de los Problemas de Conocimiento***

Los problemas de conocimiento son un referente de los sentidos orientadores del presente trabajo, en donde se profundizó en aspectos de orden epistemológico, pedagógico y didáctico que posibilitaron la construcción de explicaciones en torno al suelo. Y que permitieron establecer una propuesta de aula, que facilitara construir el discurso entre estudiantes y maestra en torno al objeto de estudio.

En un primer momento es importante mencionar algunas preguntas que se tuvieron en cuenta para la construcción de este capítulo, las cuales son: ¿Qué son los problemas de conocimiento? ¿Qué sentidos orientadores tienen los problemas de conocimiento? ¿Son los problemas de conocimiento una aproximación para construir explicaciones?



En ese marco de ideas, es relevante reconocer cómo se configuran los problemas de conocimiento que según, Valencia et al. (2003):

“Estos planteamientos vinculan concepciones desde las cuales se concibe la ciencia como una actividad de construcción de representaciones del mundo natural y social, las prácticas de su enseñanza como la emergencia de nuevas subjetividades y los problemas de conocimiento como una categoría alternativa para dar cuenta de su complejo devenir.” (p.1)

Por lo tanto, es el problema de conocimiento una categoría alternativa que tiene en cuenta la complejidad del mundo y donde la ciencia es una actividad de construcción de representaciones. Es importante reconocer, que estas serán posibilitadas por las prácticas de enseñanza que buscan identificar el papel fundamental que tienen las formas de enseñanza, las cuales van a incidir en cómo piensan, sienten y actúan estos sujetos.

A continuación, se realizará una breve descripción de los referentes epistemológicos, pedagógicos y didácticos en los que se basan los problemas de conocimiento. En los referentes epistemológicos tenemos que tener en cuenta que las representaciones tienen un carácter ideológico que depende en gran medida del contexto social. Así también, las 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 et al. 2003)

Pero en los problemas de conocimiento, lo que se busca es reconocer que estas formas de representación pueden transformar las relaciones que se dan entre los sujetos y los saberes que circulan en la escuela. Por lo tanto, se debe identificar que las representaciones que se encuentran en la escuela no son únicas, sino que son producto de un conflicto cultural, debido a que coexisten varios imaginarios, que deben permitir relaciones democráticas, libres y justas.

Por lo tanto, la ciencia como una actividad de construcción de representaciones inciden en las formas en cómo nos relacionamos con la naturaleza, el hombre y la sociedad; y posibilitan la construcción de diferentes realidades, donde la escuela termina por ser un “territorio de conflicto cultural”, donde es primordial reconocer la diversidad de pensamientos y formas de sentir.

Los problemas de conocimiento como una forma de configurar la construcción de explicaciones, alejadas de la dicotomía sujeto-objeto, tienen la intención de generar una serie de estrategias que permitan conocer el mundo natural y social, estas son: *el cuestionamiento de la experiencia básica, la artificialización del mundo natural y la complejización de las relaciones.* (Valencia et al. 2003, p.2)

En el cuestionamiento de la experiencia básica, se tiene en cuenta que el primer acercamiento de la experiencia es a través de los sentidos, en el cual el sujeto se maravilla y se sorprende de lo que está viendo, pero también se realiza los primeros cuestionamientos sobre los fenómenos observados, donde se realizan los supuestos, contrastación de teorías, entre otros.

En la artificialización del mundo natural tenemos que el sujeto establece una forma para construir objetos de conocimiento y definen estrategias para conocerlos. En otras palabras, el sujeto se ve en la necesidad de proponer modelos, diseñar experimentos, simular situaciones, acuñar conceptos, anticipar eventos, elaborar generalizaciones y definir criterios metodológicos que enriquecen las explicaciones al fenómeno conocido. (Valencia et al. 2003, p.4)

En la complejización de las relaciones, se reconocen los límites del pensamiento simplificador y se debe tener un pensamiento más complejo, el cual permita interaccionar con diferentes teorías y formas de ver el mundo. Es decir, que se busca la

manera de tener nuevas relaciones, de reconocer múltiples realidades, y de comprender las interacciones que se dan entre los sujetos y el contexto, a partir de una mirada más holística del mundo.

En cuanto a los referentes pedagógicos, se reconoce la escuela como un lugar de conflicto cultural donde los estudiantes se identifican como sujetos sociales de conocimiento, es decir, que un sujeto se construye y reconstruye a partir de las múltiples relaciones que se establece en su entorno y hace de la actividad de conocer una forma que posibilita cuestionar aquello que socialmente es válido. Es un sujeto que transforma las formas de relacionarse consigo mismo, con los otros y con su entorno. (Valencia et al., 2003)

En cuanto a los maestros estos deben dejar de ser los administradores de contenidos, de enseñar para la competencia, la globalización y la homogeneidad de los sujetos, porque deben ser los que permitan construir una cultura de transformación de realidades, en los problemas de conocimiento se menciona: *los riesgos de propositividad, azar y transformación*. (Morin, 1999 citado por Valencia et al., 2003, p.3)

De igual manera, la escuela no debe ser un lugar donde el conocimiento está acabado, donde solamente es importante las competencias que se registran en las pruebas de estado, en el que se olvidan las relaciones humanas, en donde la nota es más importante que el mismo conocimiento y en los lugares que se busca mantener a los sujetos en un sistema de consumo. Debe ser un espacio, que permita reconocer una ciencia más humana, donde el tejido social y las múltiples representaciones coexistan en una sociedad más equitativa.

Los problemas de conocimiento en la enseñanza de las ciencias constituyen una forma de acercarse al conocimiento, en donde se concibe la ciencia y la enseñanza como una

actividad de la cultura, el cual genera condiciones que permiten construir explicaciones sobre los fenómenos que nos rodean, permitiendo que se relacione con su mundo social y natural.

En cuanto a los referentes didácticos, estos buscan configurar una práctica alternativa de la enseñanza, debido a que se generan unos *criterios de actuación y formas de trabajo* que dependen en gran medida del contexto del aula, por lo tanto, estas no serán estáticas, sino dinámicas y deben responder a las necesidades de los sujetos. (Valencia et al., 2000)

Este referente posibilita reconocer al suelo como un objeto de estudio, pero al mismo tiempo un objeto de enseñanza, el cual configura las siguientes cuestiones: ¿Cómo la comprensión del suelo, desde la perspectiva ecosistémica termina complejizando las explicaciones? ¿Cómo los problemas de conocimiento permiten comprender el suelo como un ecosistema? Estas preguntas se tendrán presentes a lo largo del desarrollo del presente trabajo.

De esta manera, se evidencia que en la escuela coexisten diferentes formas de representar el conocimiento y por lo tanto se constituye el aula como un lugar donde confluyen múltiples realidades, donde se debe posibilitar que los estudiantes relacionen las diferentes formas de concebir el mundo.

Es importante reconocer la importancia de transformar las formas como se aborda el suelo, porque estas inciden en las acciones de los mismos, y al seguir con discursos extractivistas donde es solo un contenedor de nutrientes, un recurso natural o un factor abiótico estamos consolidando una idea reduccionista del mismo, en donde se elaboran prácticas cada vez menos armónicas con la naturaleza. Por esta razón, se deben posibilitar espacios donde los estudiantes se reconozcan como sujetos de

conocimiento, donde puedan tener una mirada más holística del mundo que permita transformar sus realidades.

### ***El papel de la experimentación en la enseñanza de las Ciencias Naturales***

Es importante mencionar la importancia del experimento, por ejemplo, el primero en sugerir la importancia de la experimentación fue el filósofo Francis Bacon. Algunos autores mencionan que Bacon señalaba una limitación con los sentidos y por eso proponía los instrumentos para comprender la naturaleza: Para Bacon los sentidos tienen sus dificultades sobre el intelecto, debido a que los hace presos del engaño y la omisión. Por otra parte, plantea que los sentidos permiten corregir los errores de la información sensible. (Manzo, 2001, p.8)

De igual manera, se plantea la necesidad de ayudar a los sentidos y al entendimiento a partir de la experimentación, por ejemplo, para Bacon la recuperación de la ciencia se realizaba a partir de determinar ciertas ayudas tanto al entendimiento como a los sentidos. En el primero se debía examinar los ídolos y la persuasión. En cuanto al segundo se debía realizar a partir del uso de instrumentos científicos y de la experimentación. (Manzo, 2001)

En esta última Bacon habla sobre la diferencia entre experiencia y experimentación, donde la primera no es buscada a comparación de la segunda que es intencionada y tiene un método propio de la investigación científica. *“Resta la mera experiencia, la cual, si simplemente sucede, es denominada azar; si fuera buscada se llama experimento”* (Manzo, 2001, p.9)

Por otra parte, es importante reconocer que no siempre la teoría va a preceder la experimentación, pues a lo largo de algunos experimentos, algunos científicos como

Hooke y Newton, no tenían una idea previa solamente fue algo de curiosidad, como lo expone Hacking (1996):

Por supuesto que Bartholin, Grimaldi, Hooke y Newton no eran empiristas insensatos sin ninguna idea en la cabeza. Ellos vieron lo que vieron porque eran curiosos, inquisitivos, gente reflexiva. Estaban tratando de formar teorías. Pero en todos estos casos está claro que las observaciones precedieron a cualquier formulación teórica. (p.184)

En la experimentación siempre se ha debatido la importancia de la teoría y la experimentación, incluso se debate sobre cuál es el orden entre estas; lo cual es muy ambiguo debido a que algunas experimentaciones han posibilitado nuevas teorías; y algunos científicos han generado experimentos sin teorías, solo a partir de la curiosidad y de algunas hipótesis. Por lo tanto, en la enseñanza de las Ciencias Naturales se debe presentar la complementariedad de la teoría y la praxis, sin generar un límite, sino presentando la relevancia de ambas metodologías.

Es difícil afirmar que la experimentación dará por sí sola una teoría, al igual que es complicado afirmar que todas las teorías fueron precedidas o dieron origen a algún experimento, por lo tanto, entre la dicotomía entre la teoría y la praxis, depende de otros factores como por ejemplo en el momento histórico en el que se estaba viviendo. Pero algo que sí debemos tener en cuenta es que, de la experimentación, surgió una habilidad especial para hacer que la naturaleza se comporte de nuevas maneras. (Hacking, 1996, p.186)

Es decir, que la teoría y la experimentación no están separadas ni tienen un orden específico, por el contrario, en los desarrollos científicos se evidencia que los dos son fundamentales en el método científico, por lo tanto, se puede concluir que los dos son relevantes en el estudio de los fenómenos que nos rodean; y que cualquier visión específica del experimento está seguramente equivocada. (Hacking, 1996)

La discusión entre la teoría y la práctica son el punto de partida de varias discusiones en la experimentación, debido a que es muy variable y compleja, porque no tienen un

orden específico. (Malagón et al., 2013) En ambas posturas se toma como sustento una separación entre teoría y práctica, o, en otras palabras, una separación entre el *mundo de las ideas y el mundo sensible*, y se considera que, a través del experimento, de alguna manera se establece un nexo entre estos dos mundos. (Malagón et al., 2011).

De forma equivalente, se debe tener en cuenta que la experimentación es fundamental para la construcción de explicaciones, que junto con la teoría permiten comprender mejor los fenómenos estudiados, debido que las experiencias sensibles después de contrastarlo con los referentes conceptuales nos permiten percibir de una manera diferente el fenómeno, incluso a medida que se avanza en las conceptualizaciones tenemos que el lenguaje se tecnifica y el fenómeno se transforma por que el sujeto no lo observa de la misma manera.

Es decir, que las expresiones desde los cuales se aborda las disciplinas científicas están relacionados a las percepciones de los sujetos, las cuales tienen cierta relación con la experiencia, pero no son la experiencia, sino es el proceso de reflexión que posteriormente permite postular procesos de formalización. (Sandoval et al., 2018):

En concordancia con lo anterior, se expone en otros textos la importancia de realizar la distinción entre estos dos tipos de experimentación. En una palabra, se debe diferenciar entre experimentación exploratoria y guiada (por una o más teorías). Debido a que la experimentación exploratoria es la que contribuye al desarrollo de nuevos conceptos y la experimentación guiada emplea diferentes diseños experimentales que se encuentran en función de las teorías relevantes (Ferreiros y Ordóñez 2002)

Se puede concluir de este capítulo, que la experimentación y la experiencia son diferentes, debido a que el experimento tiene una intención frente al fenómeno, en comparación con la experiencia que no tiene, pero que es fundamental en los procesos

de enseñanza-aprendizaje. De la misma forma, es importante reconocer los tipos de experimentación exploratoria y guiada, debido a que varios de los experimentos se podrían llegar a clasificar de esta manera. También es importante reconocer que la teoría y la práctica están relacionadas, incluso que es muy difícil colocar un orden entre las mismas debido a que las dos son fundamentales en la construcción de explicaciones.

### ***La representación en la enseñanza de las ciencias naturales***

Las representaciones pueden ser imágenes o palabras, tratando de ser similares al mundo del observador. Hacking propone que las primeras palabras tal vez se dieron en grupos de personas que estaban descansando y no como en otras teorías que se menciona que fue por la supervivencia. En igual medida, propone que esta acción es netamente humana, pues en ningún animal se presenta dicha acción. Es decir que, representar es algo netamente humano. (Hacking, 1996)

Las representaciones no solamente son visuales, aunque probablemente en las primeras poblaciones humanas esta tuvo un rol primordial. Asimismo, se debe tener en cuenta que estas representaciones son públicas, donde debe haber una persona que desea comunicar algo y otros espectadores que tratan de describir el mundo tal y cómo es a través de unos símbolos que pueden ser imágenes, palabras o sonidos (Hacking, 1996).

En ese sentido, la representación es la primera invención humana y posteriormente surge un concepto de segundo orden que es la realidad, como lo exponen Hacking, es decir, primero se generaron los códigos como símbolos e imágenes que posteriormente posibilitaron la construcción de un lenguaje, que permitió la comunicación entre los individuos y posteriormente se genera un cuestionamiento de eso que se está representando, en el cual se sintetiza en la siguiente pregunta: ¿Será que es real o no lo es?



Estas representaciones dependen en gran medida de las destrezas de representación del grupo de personas, y estas buscan ser similares a lo que se desea representar. Por lo tanto, la noción generalizada de similitud es, como una idea de realidad, que depende en gran medida de las prácticas de representación de unos grupos sociales en particular. (Hacking, 1996)

Estas buscan ser similares a lo que desean representar, por ejemplo, las piezas arqueológicas que se han encontrado en el mundo son similares a las personas, animales o piezas de las comunidades, por ejemplo, las piezas prehispánicas del territorio colombiano que se encuentran en el Museo del Oro, tienen figuras antropomorfas y quimeras como el hombre-murciélago, el hombre-delfín y el hombre jaguar, que tenían la intención de comunicar.

Las teorías pueden mostrar diferentes realidades debido a que esto depende en gran medida de los sistemas alternativos de representación. Por ejemplo, la representación de Ptolomeo y Copérnico eran dos formas de representación diferentes que mostraban dos puntos de vista diferentes que correspondían a los instrumentalistas y realistas. Es decir, que cuando Kuhn se refería a las revoluciones eran nuevas teorías que representan diferentes mundos. (Hacking, 1996)

En ese sentido hay diferentes maneras de representar la realidad, las cuales pueden ir cambiando a lo largo de la historia, que depende en gran medida del contexto social. La representación no es una verdad absoluta, sino es algo que busca ser similar a esa realidad, por ejemplo, en física se hace a través de teorías, sistemas de modelación, desarrollo de estructuras, cálculos y aproximaciones.

Es importante reconocer la diferencia entre representar e intervenir. En la representación se busca ser muy cercanos al objeto observado y plasmar en palabras

o imágenes aquello que se mira. En cambio, en la intervención esta “realidad” es afectada, por ejemplo, la experimentación estaría relacionada con la intervención, como lo presenta Hacking, (1996):

Una es la realidad de la representación, la otra es la idea de lo que tiene un efecto sobre nosotros y sobre lo que podemos influir. El realismo científico se discute por lo general bajo el título de representación. Discutámoslo ahora bajo el título de intervención. Mi conclusión es obvia, incluso trivial. Consideremos real lo que podemos usar para intervenir en el mundo para afectar algo más, o lo que el mundo puede usar para afectarnos. (p. 174)

Por ejemplo, en las representaciones del suelo en la política pública se mantiene la idea de un recurso renovable o un factor abiótico, lo cual genera que los estudiantes intervengan en este como algo estático y que no tienen ninguna relación con los ecosistemas. Esto mismo ocurre cuando se mantiene la idea del suelo agroecológico, donde estos imaginarios fortalecen las prácticas de destrucción del ecosistema.

En conclusión, las representaciones nos permiten reconocer cómo los sujetos están relacionados con su mundo, ya sea a través de una obra de arte o una teoría, es una forma de acercarse a eso que se desea representar. En cuanto a la intervención, está relacionado con el cambio de esa “realidad”. La representación como dinámica social es fundamental en la construcción del discurso de los sujetos, los cuales, a través de la construcción de conocimiento de forma individual y colectiva, permiten el debate en la escuela, posibilitando comprender cómo aprenden y se relacionan con su entorno, para que a través de la creatividad y la curiosidad transformen sus realidades.

### ***El maestro como profesional reflexivo***

Es importante reconocer la importancia del maestro reflexivo que trata de reconocer sus avances y desaciertos desde la práctica docente, donde se debe tener en cuenta los términos de profesional reflexivo y enseñanza reflexiva. Este movimiento surge principalmente en contra de una educación tradicional donde el docente es un participante pasivo y un técnico de la educación, donde solo se limita a transmitir información a unos sujetos que no conocen. Pero es entonces la profesión reflexiva la

que permite al maestro reconocerse como un sujeto que construye conocimiento sobre la enseñanza, donde dicho conocimiento puede ser legítimo y situado. (Zeichner,1993).

El concepto de maestro reflexivo reconoce la importancia de la reflexión de los maestros desde su misma experiencia, teniendo en cuenta que es aquel que conoce los problemas que se generan en su propia práctica y es desde esta perspectiva que debe partir y no de las experiencias de otros, como menciona Zeichner(1993):

El concepto del maestro como profesional reflexivo reconoce la riqueza de la maestría que encierran las prácticas de los buenos profesores. Desde la perspectiva del maestro concreto, significa que el proceso de comprender y perfeccionar el propio ejercicio docente ha de arrancar de la reflexión sobre la propia experiencia, y que el tipo de sabiduría que se deriva por completo de la experiencia de otros (aunque también sean maestros), en el mejor de los casos, se encuentra empobrecida y, en el peor, es ilusoria. (p.2)

Los docentes al realizar intervenciones en el aula partiendo desde la misma experiencia permiten un ejercicio más contextualizado y enriquecedor. De igual forma, es importante reconocer que el ejercicio reflexivo es permanente y continuo, que debe estar dispuesto a estar en constante investigación sobre la misma práctica docente y que debe comprometerse con su propio desarrollo profesional.

En 1993, John Dewey publicó su libro *How We Think* (ed. cast.: *Cómo pensamos. Cognición y desarrollo humano*), en el cual implementó la expresión de práctica reflexiva, estableciendo una diferencia crucial entre la acción humana reflexiva y rutinaria, en la cual menciona que esta última se basa fundamentalmente en el impulso, la tradición y la autoridad. (Zeichner,1993).

Es decir, los profesores y maestros que no reflexionan sobre su ejercicio docente terminan por aceptar de manera acrítica su realidad y centran todos sus esfuerzos por alcanzar objetivos y resolver problemáticas que habían sido definidos por otros y que no tenían que ver con su propia experiencia.

En consecuencia, para John Dewey (1993) menciona que un maestro reflexivo debía tener tres actitudes, la primera está relacionada con una apertura intelectual, es decir, el deseo de atender más de un punto de vista para reconocer las posibles alternativas e incluso reconocer la posibilidad de errores. La segunda es una actitud de responsabilidad, esta tiene en cuenta que todas las acciones tienen una consecuencia personal, académica y socio-política. La tercera actitud es la sinceridad, pues los maestros debían ser responsables de su propio aprendizaje. (Zeichner, 1993).

Es de esta manera, que el proceso de reflexión debe ser contextualizado y debe responder a las necesidades de los estudiantes, por lo tanto, no podemos seguir transmitiendo conocimiento como una receta de cocina donde los estudiantes y docentes son sujetos pasivos de la escuela. La reflexión debe ser realizada antes y después de la acción (Dewey, 1993). Es decir, es un proceso de retroalimentación continuo porque actuando aprendemos y aprendemos en la acción.

La enseñanza reflexiva no critica la teoría, sino que permite a los maestros reconocer lo que favorece el aprendizaje y aprender de los errores que se cometen en la práctica, ya sea solo el docente reflexivo o en conjunto con otros pares, donde se permita generar intervenciones en el aula que transformen realidades.

El maestro debe tener la posibilidad de pensar sobre su quehacer docente y sobre cómo está llevando a cabo su propia práctica, debe también tener en cuenta que el aula como un sistema de relaciones poseen diferentes actores con intereses propios y algunas veces el mismo currículo y el poco tiempo, terminan por ser un factor limitante de los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Para concluir, el maestro como profesional reflexivo, tiene la posibilidad de construir su propia ruta de intervención partiendo del contexto de los estudiantes, donde se reflexiona antes y después de la experiencia. El maestro termina por ser un sujeto investigador de su propia práctica donde identifica las problemáticas de su propio

quehacer docente y posibilita espacios de reflexión individual y colectiva, donde se construya conocimiento legítimo y contextualizado.

## INTERVENCIÓN EN EL AULA

### **Contexto institucional**

El Colegio Mayor de San Bartolomé es una Institución Educativa que hace parte de la Compañía de Jesús en Colombia. Este fue fundado en 1604 por el arzobispo de Santafé de Bogotá Bartolomé Lobo Guerrero. Es uno de los colegios más antiguos de Colombia, cuenta con cuatrocientos quince años de servicio educativo.

### ***Proyecto educativo institucional***

Este se encuentra en el marco del modelo del Paradigma de la Pedagogía Ignaciana, el cual está comprendido por cinco momentos, que son secuenciales e interactivos del proceso educativo, los cuales están orientados y dirigidos por el educador favoreciendo la formación integral de los estudiantes.

El primer momento es el *Contexto*, que es el punto de partida que debe tener el docente para situarse en el lugar donde se encuentra el estudiante y en ese sentido se tiene en cuenta el contexto de este, teniendo en cuenta aspectos importantes como su realidad personal, familiar y social. El segundo se llama, *la Experiencia*, se entiende como la apertura del sujeto a toda realidad, son las formas en que el sujeto percibe su mundo interno como externo. (ACODESI, 2006).

El tercero es *la Reflexión*, en este momento, el estudiante indaga el significado, la importancia y las implicaciones de lo que está trabajando y experimentando con el tema. El cuarto momento, es la *Acción*, este se basa en la experiencia sobre la que se reflexionan actitudes personales y opciones interiores, así como las acciones externas que están en coherencia con las convicciones del mismo. (ACODESI, 2006).

El quinto momento es la *Evaluación*, este se basa en valorar los conocimientos, habilidades y destrezas, que se hace de manera continua y permanente con los estudiantes en el desarrollo de los procesos de enseñanza-aprendizaje, para mejorar y readaptar sus condiciones. (ACODESI, 2006).

Estos momentos de la pedagógica ignaciana, son los elementos que se tienen en cuenta en las actividades que se realizan en el colegio, los cuales influyen en las formas y ritmos de trabajo de los estudiantes. Es relevante mencionar que las formas de proceder en la institución se encuentran en concordancia con los sentidos orientadores del presente trabajo, debido a que se parte de un contexto del estudiante, ya sea personal o familiar.

De igual forma, para la presente propuesta es importante la experiencia, debido a que es una forma de conocer, donde el estudiante de manera individual se acerca a eso que le produce curiosidad, que a pesar que todos estén en el mismo espacio viviéndola, es algo que se da de forma individual a partir de los sentidos y con un sentido.

En los problemas de conocimiento la forma en que se acercan a los objetos de estudio por primera vez, toma el nombre de experiencia básica, que también permite a los estudiantes aproximarse a los eventos del mundo natural y generar preguntas en torno al mismo (Valencia et al. 2003). En esta primera práctica el sujeto se maravilla, sorprende e inquieta sobre lo que se encuentra en la experiencia, a partir de un ejercicio de pensamiento que permite ver el fenómeno de otra manera, complejizando sus explicaciones, formulando preguntas y construyendo supuestos. (Valencia et al. 2003).

Esta experiencia debe estar mediada por una reflexión, o de lo contrario pasará desapercibida y no tendrá ninguna relevancia en la construcción de explicaciones. Las reflexiones permiten generar nuevas preguntas sobre el objeto de estudio y permite a partir de los diálogos en grupo, contrastar las propias observaciones con las de los otros, generando diferentes formas de formalización.

En la acción, es importante tener en cuenta que las reflexiones que se dan en el aula deben generar transformaciones en los sujetos y en sus realidades, por lo tanto, las prácticas que se realizan deben estar permeadas por las reflexiones elaboradas

durante los espacios de construcción de conocimiento. Esta se encuentra en concordancia con la artificialización del mundo, en donde, el sujeto se abastece de elementos para la construcción de objetos de conocimiento y establece estrategias para elaborar variables, construir relaciones y elaborar principios que permiten comprender el fenómeno. (Valencia et al., 2003).

En cuanto a la evaluación es un proceso que permite al estudiante de forma autónoma conocer sus aprendizajes, pero esto no está ligado a una nota sino principalmente a las formas de construir un saber, de aquello que permite comprender el mundo natural y social.

### ***Descripción de los actores.***

La intervención en el aula se llevó a cabo con estudiantes de séptimo grado, con edades entre 11 y 14 años. Las actividades se realizaron con grupos del grado séptimo, debido a que se tenían el espacio y las condiciones adecuadas para el desarrollo de las experiencias. Es importante mencionar que se realizaron de forma presencial en el tercer periodo académico y se implementaron durante las dos unidades de clase de la asignatura de Ciencias Naturales.

### **Sentidos orientadores**

Los sentidos orientadores del presente trabajo se basan en los criterios de actuación de los problemas de conocimiento, donde se involucra la cotidianidad y las experiencias que ocurren en el aula, pero sobre todo se parte desde las transformaciones que suceden en las preguntas y en las acciones. Estos criterios de actuación son: las situaciones desencadenantes, las relaciones alternativas y los ambientes comunicativos.

En las situaciones desencadenantes tenemos que son las actividades intencionadas de propósitos y que orientan los procesos en el aula. El maestro desempeña un papel fundamental en dichos procesos porque es el que reconoce los intereses de los



estudiantes, posibilitando espacios en los que se pueden asombrar de aquello que se presenta frente a su mirada.

Las situaciones desencadenantes son espacios que permiten la problematizar las experiencias permitiendo que los individuos puedan delimitar sus intereses y de esta forma poder configurar sus objetos de estudio. Estas se generan a partir de las preguntas que se hacen los estudiantes, lo cual permite configurar prácticas que posibilitan construir preguntas, a medida que va avanzando la ruta metodológica.

En las *relaciones alternativas*, desde las perspectivas de los problemas de conocimiento se generan diferentes relaciones con las fuentes de conocimiento, con los otros, el entorno y la experiencia. En cuanto a las relaciones alternativas de la información estas terminan por ser referentes de las preguntas que se construyen a partir de las experiencias y de los saberes que circulan en el aula, permitiendo construir explicaciones.

En cuanto a las *relaciones alternativas con los otros*, se debe tener en cuenta que el docente no es la persona que lo sabe todo, por el contrario, se debe tener en cuenta que el discurso que se construye en el aula, se genera a partir de los diálogos que se construyen entre maestros y alumnos. Esta relación, posibilita espacios, que a pesar que son orientados por el maestro, son las preguntas de los estudiantes las que direccionan las diferentes formas de conocer, permitiendo que se construya y reconstruya el conocimiento continuamente.

*Las relaciones alternativas con el entorno natural* se fundamentan en que el sujeto se reconoce como parte del sistema, en donde las problemáticas del entorno son también de los sujetos, debido a que pertenece al espacio en el que se configura, por lo tanto, las relaciones entre el hombre y la naturaleza son fundamentales siempre y cuando se reconozca que hacemos parte de está.

*En las relaciones alternativas con la experiencia* se debe tener en cuenta que estas son una forma de conocer, las cuales se generan de forma particular e individual, porque permiten que los sujetos a través de sus sentidos traten de comprender su mundo, generando una curiosidad que puede ser comprendida a la base de una artificialización del mundo.

En cuanto a los *ambientes comunicativos*, se debe tener en cuenta que el sujeto se comunica a partir de diferentes representaciones, pero en el aula es importante lo que se construye a partir de las palabras, como afirma Valencia et al. (2003):

Reconocer que el sujeto es y se configura a través de la palabra hace necesario propiciar actividades en el aula que permitan a los individuos hablar, escribir y escuchar como elementos indispensables para el intercambio de opiniones, puntos de vista, pareceres, deseos, inquietudes. (p.10)

Es decir, que la palabra es fundamental en los procesos de construcción de aprendizaje porque nos permite vislumbrar que eso que colocamos en palabras, también constituye una forma de comprender cómo se realizan los procesos mentales en los estudiantes; porque en parte el discurso constituye una forma de representar el mundo. A continuación, se explicará cómo estos sentidos orientadores permitieron establecer una forma de acercarse al conocimiento a partir de diferentes formas de trabajo.

### **Descripción de la propuesta**

Los criterios de actuación anteriormente descritos permitieron configurar la ruta de intervención del presente trabajo que tiene como propósito: “*Caracterizar las propiedades físicas, químicas y biológicas de algunos componentes del suelo aportando a su comprensión como ecosistema*”. Esta propuesta consta de tres fases, las cuales se titulan: *Vive Colombia: conociendo algunos ecosistemas colombianos*, *Experimentando con el suelo* y *Construyendo explicaciones en torno al suelo*.

La primera fase titulada: “*Vive Colombia: conociendo algunos ecosistemas colombianos*”, tenía el propósito de reconocer como las condiciones influyen en los organismos y estos últimos son fundamentales en dichos ecosistemas. En la primera unidad, se realizó una explicación de manera general sobre el biotopo y la biocenosis de los ecosistemas, para que los estudiantes pudieran comprender algunos elementos importantes sobre la complejidad de los mismos, como lo son las propiedades emergentes. (Ver Anexo B)

Posteriormente, se dividió el curso en grupos de seis o cinco estudiantes, en donde debían preparar una exposición sobre un ecosistema, en esta actividad se les facilitó unos artículos científicos elaborados por la docente en la Especialización de Docencia de las Ciencias para el Nivel Básico, los cuales trataban sobre algunos ecosistemas colombianos como: arrecifes coralinos, bosque de niebla andino, páramo, bosque húmedo tropical, bosque seco tropical, sabanas inundables y manglares, en los que se encontraba información de la precipitación, altitud, suelo, temperatura e impacto antropogénico.

Se presenta el esquema general de la red de conceptos en donde los estudiantes debían relacionar las condiciones con la flora y fauna de cada uno de los ecosistemas, el cual debía ser hecho en el papel Kraft con marcadores, algunos estudiantes colocaron imágenes que habían traído de sus casas y pusieron lanas para unificar los conceptos estructurantes. Estas formas de representación son importantes porque incluso en la dirección de las flechas se debe tener algún sentido -también dice algo- y en las relaciones que se establecieron entre las condiciones y las formas de vida se podían evidenciar de forma visual en la cartelera.

Teniendo en cuenta la explicación de los ecosistemas, se propone la artificialización del objeto de estudio, que para este caso es un terrario, en donde los estudiantes tenían la posibilidad de observar que sucede en el crecimiento de una planta de *Lens culinaris*

que son colocados en diferentes componentes del suelo. Primero debían colocar diferentes capas de rocas de colores, los cuales simulaban los perfiles del suelo, para que los estudiantes tuvieran en cuenta que este no es homogéneo y estático. Asimismo, se implementaron diferentes componentes como arena, rocas, humus y greda; que tenía la intención de que los estudiantes realizaran diferentes tipos de hipótesis.

De igual forma, se presenta a los estudiantes las tablas de seguimiento que deben realizar como grupo, en donde se registró el tamaño del tallo, color del tallo, número de hojas, color de hojas y la observación. Igualmente, se debía realizar un registro fotográfico sobre el crecimiento de las raíces o plántulas y cada uno de los estudiantes tomaba un componente del suelo y registraba los datos en una tabla general, esto permitió que los estudiantes contrastaran los resultados obtenidos por sus compañeros, debatieran en torno a los resultados y generaran nuevos interrogantes. (Ver Anexo B)

En la misma unidad de clase se realizó la explicación de los ecosistemas colombianos en donde los estudiantes mostraban las relaciones de las condiciones con los organismos a partir del esquema que se les presentó como base. En el que se debía escribir el título del ecosistema, las condiciones de altitud, temperatura, precipitaciones y suelos en relación con la flora y la fauna. En esta actividad los estudiantes solo escogían uno o dos organismos representativos para realizar las descripciones y relaciones, debido a que era muy complicado hacerlo con varios organismos, pero esto se podría tener en cuenta en próximas prácticas. (Ver Anexo B)

La segunda fase titulada: Experimentando con el suelo, tenía como propósito, identificar algunas propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo a través de una actividad experimental que permitiera comprenderlo como un sistema. En la unidad de clase tres: se presentó un documental titulado *La vida en el suelo*. En este video se menciona la importancia del flujo del agua en el suelo y como el hombre hace parte de la naturaleza.

También se presentan diferentes pruebas para tener un suelo “saludable”, que se basa en los ciclos biogeoquímicos de la misma naturaleza y posteriormente se implementan en la agricultura. Aunque no se quiere limitar la visión simplista del suelo como recurso, este video muestra la importancia de los microorganismos- bacterias, hongos y actinomicetos- en la regulación de flujos de materia y energía del sistema.

En el video de *La vida en el suelo* se presentan algunas preguntas orientadoras como: ¿Por qué el tiempo es un factor importante en la creación del suelo?, ¿Cuál es la importancia de los microorganismos en el suelo?, ¿Cómo se relacionan los organismos que se encuentran en el suelo?, ¿Por qué es importantes el Rizobium en el metabolismo del nitrógeno?, ¿Cuál es la diferencia entre un suelo sano y un suelo enfermo? y ¿Por qué se puede indicar que el suelo es un ecosistema? Los estudiantes debían resolver las preguntas en parejas y compartir sus explicaciones de forma general en la clase comunitaria.

Estas preguntas permitían comprender en primera instancia que el suelo necesita un tiempo para formarse y que también son indicadores de un tiempo determinado. Igualmente, se quería resaltar la importancia de los microorganismos en el suelo y como estos permiten el crecimiento y desarrollo de algunas plantas. Aunque en el video se utiliza la palabra “suelo sano”, este hace más referencia a un suelo en “equilibrio” con la biota y no se implementa la palabra fértil que está más relacionado con la productividad del mismo.

En el video *El chicharrón (problema) de la Tierra en Colombia*, se presentaron las siguientes preguntas orientadoras: ¿Cuál es el problema de la Tierra en Colombia?, ¿Cuáles son los principales perjudicados del mal manejo de tierras en nuestro país?, ¿El suelo colombiano solo se debe destinar para el cultivo de alimentos y ganadería? y ¿Cuál es la importancia del suelo en los ecosistemas colombianos? Estas preguntas orientadoras permitieron generar más inquietudes en los estudiantes como, por ejemplo, ¿Cuáles son las consecuencias del uso de pesticidas o el glifosato en el suelo de los ecosistemas colombianos?

A pesar de que en el video se tenía una connotación hacia la agricultura, las intenciones que se tenían al presentarlo, era sobre como el principal problema del territorio colombiano es que es un suelo que poseen unos pocos, en los cuales no se tienen en cuenta la complejidad de los ecosistemas y que la producción de carne es un factor que ha generado el daño de varios suelos y en consecuencia de hábitats. También se tenía la intención de que los estudiantes reconocieran que el suelo no es solamente la producción agrícola, sino por el contrario son también sistemas complejos y dinámicos.

Posteriormente, se presentaron algunas propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, a través de una clase comunitaria y un material digital realizado por la docente. Primero se realiza la explicación de la formación del suelo, en donde se muestran los factores como: el clima, los organismos, el relieve, el material parental y el tiempo, que permiten comprender porque el suelo no es estático y sin historia.

Se exponen los perfiles del suelo, para que los estudiantes reconozcan que este tiene diferentes componentes que se generan a partir de procesos de meteorización. Estos procesos son físicos, químicos y biológicos, los cuales generan algunos perfiles como: el perfil orgánico, superficial, eluviación, subsuelo, sustrato y roca madre.

De igual forma, se mencionan algunas propiedades físicas como: textura, porosidad, color, estructura y consistencia, las cuales son relevantes porque influyen en el flujo de sustancias entre los perfiles como el agua y el aire. En las propiedades químicas se presenta, la capacidad de intercambio catiónico, que está relacionada directamente con la disponibilidad de nutrientes y en las propiedades biológicas se expuso la importancia de los organismos en la regulación de los ciclos de materia y energía.

Teniendo en cuenta este panorama, se realizó la tercera fase titulada: *Construyendo explicaciones en torno al suelo*, que tenía como propósito, establecer un discurso a través de las observaciones realizadas a los montajes-terrarios con diferentes

componentes del suelo. En esta práctica se presenta la organización del artículo científico con algunas modificaciones, para que los estudiantes puedan registrar las observaciones de los diferentes componentes del suelo con el crecimiento de la planta *Lens culinaris*. También se da un tiempo para que los estudiantes hablen en relación a la experiencia y puedan escribir lo observado con las plántulas y los diferentes terrarios.

Para finalizar la ruta de intervención, los estudiantes debían escribir lo observado en los diferentes terrarios, como se menciona en los ambientes comunicantes de los problemas de conocimiento, ya que lo que escriben y hablan nuestros estudiantes posibilita comprender cómo se están constituyendo los procesos mentales. Para concluir, aunque no se realizaron todas las actividades planeadas por la ruta de intervención se generó un material que puede inspirar a otros maestros en concebir la idea del suelo como ecosistema.

## EJERCICIO DE RECUPERACIÓN DE LA EXPERIENCIA EN EL AULA

En este capítulo primero se presenta la importancia de la recuperación de la experiencia en procesos de reflexión y posteriormente se trata sobre cada una de las agrupaciones que surgieron en cada una de las fases, teniendo en cuenta los testimonios y los referentes disciplinares y pedagógicos. La primera agrupación se titula: *De la descripción de las condiciones a la comprensión de las relaciones*, la segunda agrupación se denomina, *De la artificialización del suelo a la profundización de las relaciones* y la tercera se rotula, *Construyendo explicaciones en torno al suelo*.

En el presente trabajo se tenía la intención de realizar una sistematización sobre la ruta de intervención en el aula, pero debido al poco tiempo que se tuvo para implementar las actividades no se desarrolló a totalidad las experiencias diseñadas y es por esta razón que se hace un ejercicio de reflexión en torno a la recuperación de la experiencia de lo realizado en el aula, posibilitando comprender los alcances y errores de la misma. En este ejercicio de recuperación de la experiencia, a través de una intervención en el aula busca relacionar algunos elementos de orden pedagógico, didáctico y disciplinar que permitan documentar si es posible entender el suelo como un ecosistema.

Asimismo, es importante reconocer que el maestro debe reflexionar sobre su propia práctica para que pueda proponer nuevas formas de conocer el mundo. En donde la sistematización es un proceso que en sí mismo no tiene una relevancia, pero al realizar la reflexión esta cobra un sentido, como se menciona a continuación:

Asumimos que la sistematización como concepto y práctica metodológica no tiene un significado único. Por el contrario, gran parte de su riqueza radica en la diversidad de enfoques que se utilizan y que dan cuenta de la contextualización y sentido práctico que se otorga a la reflexión de la experiencia". (Martinic, 1998 citado en Barnechea et al., 1994)

Por consiguiente, es importante que los Docentes de Ciencias Naturales reconozcan que la recuperación de la experiencia en el aula permite cuestionar la práctica docente



y responder a preguntas ¿Cómo? y ¿Por qué? ocurrieron las cosas de una manera y no de otra. De igual forma, la reflexión del maestro permite comprender cómo el discurso realizado por éste permea la disertación de los estudiantes, donde el primero debe posibilitar un espacio de apertura hacia la construcción de explicaciones, ya sea a través de experiencias o experimentos, que permitan conocer a los sujetos y maravillarse del universo.

En consecuencia, se debe tener una disposición por aprender de nuestras propias prácticas en el aula, ya que por más sencillas que parezcan las experiencias posibilitan construir diferentes sentidos orientadores y generar nuevas intervenciones en el aula que permitan a los estudiantes elaborar sus propios significados sobre el mundo natural y social.

Por lo tanto, es relevante pensar la experiencia y sobre la experiencia (Larrosa, 2006). En ese sentido se realiza una reflexión sobre las experiencias que suscitan la enseñanza del suelo como ecosistema, donde surgieron varios interrogantes y argumentaciones, uno de ellos era la de posibilitar espacios de experiencias en torno al suelo, para que los estudiantes reconocieran las propiedades físicas, químicas y biológica, pero debido al tiempo solo se realizó una experiencia con una propiedad física.

El papel de la experiencia es fundamental en el desarrollo de las actividades porque permite a los estudiantes interrogarse sobre el fenómeno, generar preguntas y debatir con sus compañeros sobre el objeto de estudio. En vista de ellos, es importante mencionar que a pesar de ser el mismo experimento cada uno de los estudiantes tienen un acercamiento diferente, la cual se concibe de forma individual, debido a que esto depende en gran medida de su percepción. Por lo tanto, después de la práctica se dejaba que los estudiantes debatieran sobre lo observado en clase, para conocer sus representaciones y permitir el consenso o desaprobación de algunas explicaciones.

Entendiendo que la experiencia es algo que es único al sujeto, es decir, “es lo que nos pasa” (Larrosa, 2006). De modo que se podrían tener en cuenta tres experiencias diferentes, la primera hace referencia a la práctica realizada por la docente al elaborar la ruta de intervención, la segunda que está relacionada con la aplicación de la propuesta de aula y la tercera, es concebida por los estudiantes al ejecutar la propuesta. En este caso solo centraremos la mirada en la experiencia de los estudiantes y en las reflexiones de la docente, que se dan a partir de los testimonios de estos.

En cuanto a las experiencias que los estudiantes tuvieron, una de ellas estaba relacionada con el seguimiento de la planta *Lens culinaris*, en la que los niños llegaban sorprendidos porque algunas plántulas crecían en los componentes de arena o rocas donde ellos no esperaban que creciera. En otros momentos los estudiantes trataban de responder a sus compañeros teniendo como referente sus propias experiencias y estos diálogos posibilitaban enriquecer sus propios argumentos y las de sus compañeros. -

Por consiguiente, el “principio de transformación” que menciona Larrosa (2006) es importante debido a que la experiencia no solamente es algo que nos pasa, sino que nos transforma. “De ahí que el resultado de la experiencia sea la formación o la transformación del sujeto de la experiencia.” (Larrosa, 2006) Es decir, que el sujeto genera transformaciones a partir de sus experiencias, las cuales van a permear sus creencias, ideas y saberes, porque constituyen una forma de conocimiento.

Es precisamente en este sentido de transformación que la experiencia permite construir una ruta de intervención que posibilite a los estudiantes reconocer el suelo como ecosistema. Es decir, que la experiencia es significativa cuando se transforma algo en el sujeto como las palabras, los pensamientos o las acciones, donde se puede cambiar e intervenir las realidades.

En correspondencia con lo anterior, se realizaron unas agrupaciones a partir de las reflexiones que surgieron de la interpretación de lo acontecido en el aula, que al

contrastarlas con los sentidos orientadores, se organizaron a partir de tres etiquetas, la primera de ellas titulada: *De la descripción de las condiciones a la comprensión de las relaciones*, la segunda denominada *De la artificialización del suelo a la profundización de las relaciones* y la tercera rotulada *Construyendo explicaciones en torno al suelo*. (ver Anexo C)

En los testimonios aparece la siguiente nomenclatura: G1, G2, G3, G4, G5 y G6, los cuales corresponden a los grupos que estaban conformados por cinco o seis estudiantes. A continuación, se describe cada una de estas agrupaciones y se presenta un testimonio en concordancia con lo mencionado en la explicación de cada una de estas. De igual forma, se encuentra una correspondencia entre el propósito de la propuesta y las declaraciones de los estudiantes.

### **Primera agrupación: De la descripción de las condiciones a la comprensión de las relaciones**

La primera agrupación se estructura a partir de la primera actividad realizada en la ruta de intervención, en esta se realizaron las exposiciones de algunos ecosistemas colombianos, que permiten reconocer ciertas relaciones entre la presencia de fauna y flora y las condiciones propias del lugar, como por ejemplo las relaciones entre agua-planta, composición del suelo-crecimiento, entre otros. En esta sesión los estudiantes podían caracterizar los ecosistemas colombianos a través del reconocimiento de condiciones, formulación de preguntas y establecer supuestos sobre el suelo.

En la mayoría de los ecosistemas los estudiantes colocaban solo un representante de cada uno de los organismos, ya que se les dificultaba exponer más ejemplares y relacionarlos con las condiciones, por ejemplo, para el grupo del Bosque húmedo tropical el organismo elegido fue el oso perezoso, los estudiantes escriben en el mapa mental lo siguiente:

“En Colombia se divide en tres especies una de ellas *Bradypus*, un oso perezoso que mide 40 y 75 centímetros, una de las características principales en su cabeza y su boca que parece

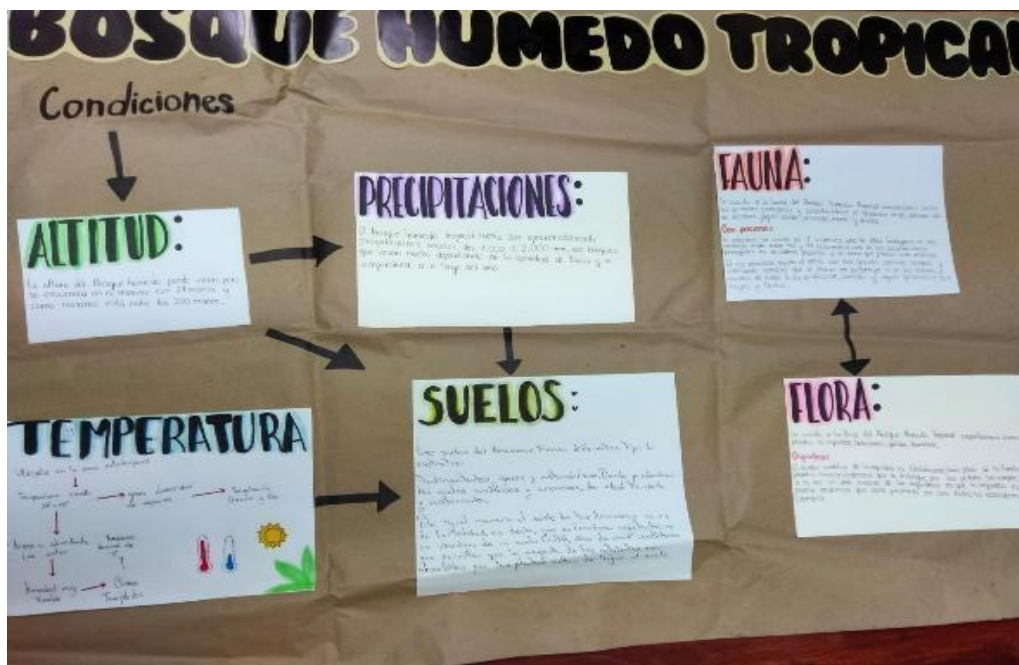
una sonrisa. El oso perezoso ayuda al árbol con sus garras creando campos y plantando semillas que se atora en su pelaje se las come, a cambio el árbol le da protección, comida y agua a través de sus hojas y frutas”. (G3)

Es importante mencionar que, al realizar la actividad, los estudiantes no entendían cómo las condiciones afectaban al organismo, pero a medida que se realizó el ejercicio se identifica como estos establecían conexiones entre el medio y los organismos, incluso sugieren algunas relaciones simbióticas y de competencia entre los mismos. Este tipo de testimonios van muy de la mano de los planteamientos de Odum (1971) quien plantea el concepto de ecosistema como:

Una unidad que incluye todos los organismos en un área determinada que interactúan con el ambiente físico, y por lo tanto el flujo de energía define de manera clara la estructura trófica, la diversidad biótica y los ciclos de materiales dentro del sistema o el ecosistema. (Armenteras et al., 2016)

**Figura 4**

Cartelera de Bosque Húmedo Tropical. Foto tomada por García, A. (2022)



En el mismo grupo se señala que el suelo del Amazonas a pesar que no es fértil posee una gran diversidad, por lo tanto, se puede inferir que los estudiantes reconocen que el suelo fértil no es una relación directa de la diversidad del bosque amazónico, sino por el contrario de unas condiciones del ecosistema que permiten que se desarrollen los organismos, como lo afirma el grupo 3 (G3):

“De igual manera, el suelo del Amazonas no es de fertilidad, es decir, que su frondosa vegetación, no es sinónimo de un suelo fértil, sino de unas condiciones que permiten que la mayoría de los nutrientes absorbidos por las plantas se transporten antes de llegar al suelo”. (ver el anexo C):

Se podría deducir que los estudiantes reconocen que el suelo fértil no es una relación directa de la diversidad del bosque amazónico, sino por el contrario de unas condiciones del ecosistema que permiten que se desarrollen los organismos, a partir de unas dinámicas particulares que ocurren en el suelo, en donde la humedad y la materia permiten el flujo de materia y energía.

De la misma forma, se identifican algunas características del suelo en ecosistemas como los manglares, donde se puede identificar cómo los estudiantes reconocen que el suelo no es estático y sin historia, sino por el contrario se presentan cambios en la materia a partir de la descomposición de sustancias en el suelo que muy probablemente son completados por microorganismos que soportan altos niveles de salinidad y que posibilitan los procesos de transformación, como se evidencia en la siguiente afirmación:

“El suelo de los manglares es un lodo negruzco azulado, sumamente blanco y compacto que posee abundantes minerales. Con sustancias putrefactas malolientes ricas en bacterias”. (G2)

En esta afirmación se entiende la putrefacción como la descomposición de sustancias, que está en concordancia con lo que plantea Jordana (1996): *“Hay que tener en cuenta que la energía que entra en el subsistema suelo lo hace en forma de materia orgánica*

*en superficie, o en forma de materia orgánica de origen radicular*". Es relevante examinar que la energía del suelo se genera a partir de la descomposición de la materia orgánica, que es transportada a través de las raíces de la planta permitiendo que el sistema se automantenga.

Durante, la exposición del grupo de sabana inundable abordaron como las altas precipitaciones del sistema permiten unas condiciones particulares, en donde los reptiles y anfibios, se han acostumbrado a las dinámicas estacionarias y estos ecosistemas también son hábitats de aves acuáticas.

La sabana inundable se representa por sus grandes cantidades de agua y de vegetación, los seres vivos que habitan en este lugar se alimentan de los frutos de la flora y algunos pececillos. Con toda la vegetación y cantidades de agua los animales sobreviven cada día y la vegetación crece con abundancia." (G2)

En consecuencia, en cada una de las exposiciones se evidencia que los estudiantes relacionaron las condiciones con las formas de vida que se encontraban en cada uno de los ecosistemas, como menciona Jacob (1999): *"El organismo no puede dissociarse de su medio. Es el conjunto lo que se transforma y modifica"*. Esto es importante en la constitución de la presente propuesta ya que se tiene la intención de que los estudiantes reconozcan no solamente que las condiciones influyen en el sistema, sino que estos organismos también regulan los flujos de materia y energía de dichos ecosistemas.

### **Segunda agrupación: De la artificialización del suelo a la profundización de las relaciones**

En esta segunda agrupación se basa en el diseño e implementación de montajes experimentales que aportan en la comprensión de las relaciones entre propiedades del suelo y el desarrollo en plantas. Esta agrupación está relacionada con tres actividades realizadas en la ruta de intervención, la primera fue la explicación de las propiedades

físicas, químicas y biológicas. La segunda actividad consistió en realizar una actividad experimental de la permeabilidad a través de tres montajes que tenían algunos componentes del suelo, como arena, rocas y humus, los cuales estaban organizados en disposición diferente y en el cual se agregaba agua de color, para que los estudiantes pudieran observar cómo se comportaba el agua en estos (Ver anexo 3)

La tercera actividad consistió en la presentación de un documental que se titula la vida en el suelo en el cual se menciona la importancia de los microorganismos en el suelo y su relación con el crecimiento y desarrollo de las plantas. En esta actividad se realizaron algunas preguntas orientadoras que los estudiantes debían contestar en grupos, durante esta actividad se generaron varios debates en torno a las propiedades de la tierra.

En la primera actividad los estudiantes toman apuntes sobre las propiedades físicas, químicas y biológicas. En donde se presenta las propiedades físicas como la textura, porosidad, color, estructura y consistencia, esto con el fin de que los estudiantes reconocieran como estas afectan el flujo de sustancias en el suelo. En las propiedades químicas solo se presentó la capacidad de intercambio catiónico, para que los estudiantes reconocieran que algunos materiales tienen más afinidad con los componentes, que permite que las plantas puedan absorber o no absorber los elementos dependiendo de la composición del suelo. En las propiedades biológicas se presenta una red alimentaria del suelo, para que los estudiantes identifiquen que los flujos de materia y energía que se ven de manera macro en los ecosistemas también suceden en el suelo.

En la segunda actividad se encontraron varias explicaciones sobre la permeabilidad, donde también podían relacionar algunas propiedades físicas como la textura o la porosidad, por ejemplo, el grupo 3 (G3) mencionaba que, en donde se encuentra mayor cantidad de humus, es donde menos agua decantada sale y en los montajes donde hay más rocas son los montajes donde se absorbe menos agua. De igual modo, los

estudiantes relacionan el orden de las capas con el flujo del agua en el montaje. Por ejemplo, el grupo afirma lo siguiente:

“Dependiendo del orden y la cantidad de capas en el suelo el montaje, se evidencia un cambio en la absorción del agua, esto afecta a la permeabilidad porque cada capa tiene diferentes componentes”. G5

En este caso se evidencia cómo el sujeto a partir de experimentos del suelo, puede construir explicaciones en torno al objeto de estudio, donde se reconoce primero que el suelo no es homogéneo y también que cada una de las características de los componentes, permiten el flujo del agua en el montaje, en otras palabras, es importante la artificialización del mundo porque permite generar preguntas en torno al fenómeno. (Valencia et al. 2003, p.4)

Así también, el grupo uno menciona que cada uno de los componentes tienen unas propiedades particulares que influyen en el flujo de agua en las capas de cada uno de los montajes. El grupo menciona lo siguiente:

“El montaje más permeable es el montaje 3 porque la porosidad que tiene, primero una arcilla poco compacta, seguido de una tierra con gran capacidad de adsorción y por último la arena que es muy permeable y la capa no es tan gruesa.”

En este caso se menciona que la capacidad de adsorción de la tierra es mayor que los otros componentes, debido a que en este montaje el agua decantada fue menor a comparación de los otros montajes. Igualmente, el grupo dos menciona:

“El montaje más permeable es el dos ya que el agua corre rápidamente por la arena y la tierra. Por otro lado, corre lentamente por la greda.”

En este apartado se podría interpretar que los estudiantes también tienen en cuenta el tiempo en que se demora el agua en pasar por cada una de las capas como una forma de caracterizar si es o no permeable los componentes.



En una de las explicaciones se menciona la porosidad como un factor determinante de la permeabilidad y también se evidencian nuevos conceptos como compactación para indicar el movimiento del agua entre las capas, el grupo seis afirma:

“El componente más permeable sería la arena ya que es el componente con granos más grandes y esto hace menos compactación.

En este caso los estudiantes relacionan la permeabilidad con el tamaño de la partícula y la compactación de los componentes del suelo. En la tercera actividad, en donde se presentan unos videos se evidencia que los estudiantes comienzan a reconocer la importancia de los organismos en el crecimiento y desarrollo de las plantas, debido a que se menciona cómo las bacterias que se encuentran en las raíces benefician la nutrición de las plantas, como lo afirma el grupo cuatro: “Los microorganismos son importantes para el suelo porque ayudan a descomponer la materia orgánica y se relaciona a partir de relaciones de competencia y simbiosis”.

Esta explicación se basa en una de las partes del video que mostraba cómo una colonia de bacterias podía eliminar a otras e incluso generar daños a las plantas, en donde también había relaciones de simbiosis entre bacterias que ayudaban al metabolismo de algunos elementos como el nitrógeno y el fósforo.

Estas respuestas están en concordancia con lo que se plantea sobre la eco-organización como una organización espontánea que surge entre el orden y el desorden, donde la vida y la muerte son necesarias para que el sistema se automantenga, como lo afirma Morin (2002):

Desde la primera consideración, las interacciones que se operan en la biocenosis son de carácter bien sea complementario (asociaciones, sociedades, simbiosis, mutualismo), bien sea concurrente (competiciones, rivalidades), bien sea antagonista (parasitismo, fagias, predaciones). (p.38)

Durante las explicaciones se hizo referencia a las múltiples relaciones que se daban entre organismos, en donde estas no solamente eran de competencia como

habitualmente se menciona en los libros, sino que también están relacionadas con relaciones de complementariedad como la simbiosis.

Por ejemplo, las relaciones que se tejen entre el *Rizhobium* y algunas plantas, donde estos microorganismos posibilitan que las plantas puedan metabolizar el nitrógeno que se encuentra en la atmósfera, fueron algunas de las afirmaciones que realizaron los estudiantes, como lo afirma el grupo cinco (G5):

“El *Rizhobium* absorbe los nutrientes del suelo y del aire, como el nitrógeno y se los da a las plantas para que crezca”.

De igual forma, se presenta otras afirmaciones en donde se evidencia que el suelo no es un lugar estático, sino por el contrario los estudiantes reconocen que hay organismos que se pueden observar a simple vista, en donde estos pueden hacer parte de procesos importantes en el suelo y en especial en la regulación de los macro y microelementos, como lo menciona el grupo dos (G2):

“El *Rizhobium* proporciona nitrógeno a la planta y también fósforo nutriendo a la misma”.

En esta agrupación se identifican las relaciones que se tejen entre las propiedades físicas, químicas y biológicas, aunque no se vieron en montajes es evidente que las tres se entrelazan y generan propiedades emergentes. En el video de *La vida en el suelo* permite a los estudiantes generarse una idea sobre las diferentes formas de vida que se encuentran en el suelo y su relación con el crecimiento y desarrollo de las plantas. Estas afirmaciones del suelo están en sintonía con lo que se menciona del ecosistema conformado por la biocenosis y biotopo como lo afirma, Morin (2002):

El ecosistema es el conjunto de las interacciones en el seno de una unidad geofísica determinable que contenga diversas poblaciones vivientes que constituye una unidad compleja de carácter organizador o sistema (para las primeras definiciones sistémicas). (128-129, p.)

Es decir, que las relaciones que se tejen entre los organismos del suelo y las condiciones de luz, aire y agua, constituyen una forma de ecosistema, debido a que se generan no solamente relaciones de competencia, sino que también de solidaridad en donde los flujos de materia y energía son regulados por los organismos, en donde la eco-organización se mantiene a través de la necesidad del orden y el desorden del sistema.

### **Tercera agrupación: Construyendo explicaciones en torno al suelo**

En esta última agrupación se presenta la construcción de artículos científicos que permite explicitar las relaciones que los estudiantes establecen entre el suelo y la planta. En esta última agrupación los estudiantes toman elementos importantes de las etapas anteriores, donde pueden implementar los referentes conceptuales de la formación del suelo y las propiedades físicas, químicas y biológicas del mismo que permitan construir explicaciones sobre el crecimiento de la plántula de *Lens culinaris*.

El grupo uno menciona que el suelo es un ecosistema porque tiene condiciones y formas de vida que interactúan entre sí. También, se menciona la simbiosis que ocurre entre el suelo y las plantas, en donde este posee nutrientes para la vegetación y éstas protegen el suelo de la erosión, el grupo afirma lo siguiente:

“El suelo es un ecosistema porque el suelo debe cumplir con ciertas condiciones como temperatura, precipitación, humedad e iluminación, para que la planta pueda crecer. También se podría decir que es una relación favorable porque los suelos absorben los nutrientes del suelo y las plantas protegen al suelo de la erosión”. (G1)

Asimismo, algunos grupos mencionan que no hay un crecimiento en la arena y tampoco en las piedras debido a que estos componentes no tienen nutrientes y por lo tanto la planta no crecía de forma adecuada, el grupo cuatro afirma:

“La planta en el humus, crece fácilmente en sus nutrientes, la tierra era fértil para el crecimiento de la planta era muy rápida. En comparación con la arena donde las semillas si se abrieron, pero no se desarrollaron. En la piedra creció, pero muy poco, las raíces son muy poco profundas, la planta murió a los 14 días.” (G4)

Se evidencia que los estudiantes dejan de reconocer el suelo solo como un factor abiótico sino por el contrario mencionan que el suelo tiene una relación directa con las condiciones que se generan del aire, el agua y la luz, como se evidencia en la siguiente explicación:

“La cantidad de aire, agua y luz, afecta al suelo; si hay mucha agua la superficie se vuelve más humedad y si hay más luz solar el suelo puede ser muy seco. El aire ayuda a que se condense y fluya por el ambiente. El agua mediante la permeabilidad y la humedad. La luz es la encargada de la resequead y también la humedad.” (G3)

El mismo grupo indica que la planta debe tener unas condiciones mínimas como: nutrientes, agua, luz y suelo, para que pueda crecer de forma adecuada. También los estudiantes reconocen la importancia de un suelo que permita el paso de las raíces para que puedan crecer de manera adecuada:

“Se puede concluir que las lentejas necesitan unas condiciones mínimas para el crecimiento y desarrollo. Al igual que otros tipos de plántulas se necesitan nutrientes provenientes del suelo como el agua, la luz del sol y un suelo que permita a las lentejas enteras sus raíces de tal forma que puedan crecer adecuadamente.”(G3)

El grupo 2, indica que es importante las propiedades y nutrientes del suelo para el crecimiento de la planta, incluso le da el nombre de un “suelo sano”, esto probablemente fue porque en el video mostrado durante la clase comunitaria se indicaba que el suelo sano era aquel que tenía microorganismos que mantenían el “equilibrio” en el suelo. Este afirma lo siguiente: “Se concluye que una semilla crece y se reproduce mejor en un suelo que tenga las propiedades y nutrientes necesarios haciendo que germine mejor y tenga un crecimiento sano.”(G2)Se relaciona

directamente las propiedades y nutrientes del suelo con el crecimiento adecuado de las plantas.

Igualmente, se evidencia que los estudiantes mencionan la importancia de las propiedades de los componentes con el crecimiento de la planta, donde no solamente se encuentran relaciones de simbiosis, sino que también de competencia como ocurrió con varios terrarios de los estudiantes donde al agregar mucha agua y al ser tarros de vidrio que no podían decantar el agua, generaron condiciones óptimas para el crecimiento del moho:

“Del suelo depende el crecimiento y desarrollo de forma de vida de la planta porque en este se desarrollan. Se puede evidenciar que, en unos materiales del suelo, crecían las plantas de forma por las condiciones en las que se encontraban, como en la situación de la tierra. Por ejemplo, en uno de los montajes estaba muy húmedo y creció un hongo y no dejó que una de las lentejas creciera. Las propiedades de los distintos suelos favorecen o afectan al crecimiento.” (G2)

En esta última agrupación se identifica cómo las actividades relacionadas se complementaron y aportaron en la construcción de explicaciones sobre el crecimiento de la planta en diferentes componentes del suelo. De igual forma, se reconoce la importancia de las condiciones de luz, aire y agua en cada uno de los montajes que permite comprender la relación planta-suelo.

Se puede concluir que las diferentes agrupaciones permiten vislumbrar la importancia de los criterios de actuación que fueron los sentidos orientadores del presente trabajo, porque estos posibilitaron tomar decisiones frente a la ruta de intervención, en donde cada una de las fases respondía a un propósito y en el cual se evidenciaban algunos testimonios que permitían comprender que las intenciones del docente se evidencian en la construcción de explicaciones y por lo tanto, en la configuración del discurso en torno al suelo.

## PRODUCCIÓN DISCURSIVA

En este capítulo se recogen reflexiones de tipo disciplinar y pedagógico que son relevantes en la constitución del trabajo y que aportan en la configuración de una mirada particular del suelo como objeto de estudio para la biología y su enseñanza en la Educación Básica.

En ese orden de ideas, se desarrollarán tres momentos, el primero titulado: *El papel de la profundización teórica en la comprensión del suelo como ecosistema*, en donde se abordarán algunos elementos de la historia del concepto de ecosistema que permiten caracterizarlo. El segundo titulado *Diseño de la propuesta en el Aula*, en donde se mencionan algunas cuestiones de orden técnico y teórico sobre el material diseñado en el presente trabajo. En el tercer apartado denominado *La recuperación de la experiencia como parte del rol docente de ciencias* se abordarán algunas reflexiones sobre el maestro como un profesional reflexivo.

### **El papel de la profundización teórica en la comprensión del suelo como ecosistema**

En este apartado se tendrán en cuenta los aportes de los estudios históricos-Epistemológicos en la comprensión del suelo como ecosistema, debido a que la historia del concepto permite caracterizar los elementos del sistema y comprender cómo se realizó el desarrollo de este concepto científico. Asimismo, se abordará la complejidad del suelo a partir de la construcción de una ruta de intervención, que se establece a partir de las dificultades que se encontraron en los textos escolares, los cuales crearon varias reflexiones desde lo teórico y lo técnico del objeto de estudio.

Es importante reconocer que los aportes de la historia del concepto ecosistema en la comprensión del suelo están mediados por unas imágenes de conocimiento y modelos particulares que depende en gran medida del contexto socio-cultural, como lo presenta

el Seminario de Historia y Epistemología de la Ciencia II, donde se estudian las corrientes contemporáneas en historia, filosofía y sociología de la ciencia, que se encuentran en la segunda mitad del siglo XX, donde se aborda el comienzo y estructura del conocimiento científico; de analizar la actividad que hace posible dicho conocimiento y de estudiar las relaciones que tiene la ciencia con la cultura y de mostrar las condiciones que permiten el progreso y desarrollo del mismo.

Igualmente, estos estudios nos permiten identificar algunos intereses sociopolíticos y económicos que permean el desarrollo de las ciencias, donde se evidencia el progreso y desarrollo científico, en ese sentido es el suelo un concepto científico que también esta en constante cambio.

Por otra parte, el desarrollo del concepto de ecosistema surge del interés por organizar la naturaleza, esto comienza desde Aristóteles, Teofrasto y Plinio el viejo. De esta manera, Aristóteles es producto de dos tradiciones, la primera está relacionada con la historia natural y la segunda es el enfoque filosófico-deductivo, el cual queda consignado en su libro *La historia de los animales*, en donde se realiza la descripción del tamaño, aspecto y carácter de estos organismos.

Posteriormente, Plinio consigna en sus escritos sobre la organización armoniosa de la madre de todas las cosas, es decir, la naturaleza. Después de que el cristianismo occidental hubiera ganado contra el paganismo, se genera una separación de la naturaleza y el hombre, dejando a este último como ser superior, formando el imaginario que el mundo y que las otras especies han sido “creadas” para ellos. Esta mirada probablemente genero un daño ambiental

En este periodo de tiempo, se comienza a desarrollar una economía de la naturaleza, donde el Soberano creador había colocado en función a los seres naturales para satisfacer las necesidades humanas. En ese mismo sentido, Carl von Linné publica en 1735 el *Systema Naturae*, en donde realiza un método de clasificación, en el marco

positivista, donde la jerarquía del sistema de la naturaleza va en sintonía con la visión cristiana del mundo, de una creación divina.

Asimismo, comienza un periodo en donde los naturalistas viajeros generan un gran aporte a la descripción de las plantas y animales a través de la distribución geográfica, en el cual es muy importante mencionar a Alexander von Humboldt y Bonpland, reconocidos por sus estudios en la geografía botánica, debido a que se realizaron unas observaciones en torno a la distribución de las plantas según su altitud, la forma en que se agrupan, la historia de los continentes y la historia de las plantas cultivadas para beneficio humano. (Giordan, et al. 1988)

Charles Darwin y Alfred Russel plantean que los factores del medio afectan a la distribución geográfica y esto estaba basado en los principios evolucionistas. Es decir, que las variaciones que se dan de forma individual, las cuales estaban relacionadas con la selección natural. Asimismo, en el caso del suelo se debe tener en cuenta que las poblaciones de los organismos son diferentes, estas dependen en gran medida de la clasificación de las formas de vida que se encuentran en el suelo. Pero algo que es importante en tener en cuenta es que los cambios se presentan de forma individual, las cuales posteriormente quedan transcritas en el código genético. En cuanto a la selección natural depende en gran medida de los genes del organismo y las condiciones del ambiente.

Posteriormente, en la historia de la ecología y del concepto ecosistema surgen algunos conceptos importantes que aún en la actualidad tienen vigencia. Uno de los aportes de la historia del concepto ecosistema, es el de comunidades vegetales propuesto por Candolle y Warning, en el cual aparece la necesidad de definir un límite espacial de un ecosistema y por otra parte la vegetación, termina por ser una red de intersección entre el suelo, el clima y la población de animales, pero a su vez la vegetación influye en estos mismos factores. (Giordan, et al. 1988)



De igual forma, Candolle nos permite a partir de la geografía botánica razonada, explicar cómo las condiciones vegetales nos permiten comprender las condiciones actuales y pasadas de la zona, algo que posteriormente se llamarían “sucesiones”. Es importante reconocer que el suelo presenta diferentes sucesiones a lo largo del tiempo, que también influyen en gran medida de las condiciones ambientales.

Es decir, que el ecosistema debe tener un límite para ser estudiado, en ese caso, el suelo podría ser una forma de estudiar los ecosistemas a través de la implementación de terrarios donde se puede tener en cuenta los flujos de materia y energía, los ciclos catalíticos y la historia del mismo.

De igual forma, el concepto de ecosistema ha sido enriquecido por una gran variedad de conceptos que permiten consolidarlo como un concepto científico, por ejemplo, la significación de biosfera propuesto por Suess, en el cual se menciona la noción de biosfera, para hablar de las relaciones de las diferentes formas de vida y sus condiciones. Posteriormente, Kostitsin propone un modelo de circulación de gases y Vernadsky define el concepto de biosfera, el cual tenía influencia de Humboldt y de la humanidad de Lev Tolstoi, el cual también está relacionado con los ciclos biogeoquímicos.

De igual forma, Moebius propone el concepto de biocenosis o comunidad de vida, el cual permite comprender por qué una especie responde efectivamente a las variaciones de las condiciones de vida en relación a sus adaptaciones y en concordancia con un mismo tiempo y hábitat.

Es importante mencionar que los estudios científicos de los suelos son obras de agrónomos y químicos alemanes. Carl Sprengel, alumno de Berzélius, es el primero en escribir sobre Bondekunde, es decir sobre la ciencia del suelo, en el cual trata de mostrar que el valor del suelo no depende solamente de las propiedades físicas y

químicas, sino que también de su situación climática. Por otra parte, Frank Albert Fallou, inventa la palabra pedología-la ciencia general del suelo. (Deléage, 1993)

Posteriormente, el geógrafo y edafólogo Dokuchaev, en 1872 se le propone que viaje a una parte del sur de Rusia debido a la sequía que presentaba el país, se proponen generar una comisión para que realice diferentes pruebas del Chernozem de la región, en sus reflexiones se explica cómo los agrónomos, agricultores, científicos entre otros, a pesar de tener el mismo objeto de estudio, sus relaciones son sensiblemente diferentes. Probablemente esta idea de la importancia del suelo en la agricultura se a mantenido debido a las dinámicas actuales, en las cuales el suelo es abordado como un recurso, sin tener en cuenta su importancia ecosistémica.

Con la pedología se sientan las bases de los ciclos biogeoquímicos, donde Dokuchaev, maestro de Vernadsky, propone el concepto de “el suelo como un cuerpo natural” y también es reconocido como el fundador de la ciencia del paisaje. Vernadsky formó los grandes minerólogos de la unión soviética postrevolucionaria. También se conoce su interés en colocar la ciencia como un instrumento indispensable en la modernización económica de Rusia. En ese sentido el suelo se sigue manteniendo como un manantial de riquezas donde solamente sirve su fertilidad en cuanto a la productividad agrícola, pero no se tienen en cuenta que algunos suelos aunque no sean fértiles las dinámicas ecosistémicas hacen que este sean importantes para las formas de vida que habitan en el sistema.

Es importante reconocer que, en el desarrollo de la ecología, el suelo ya tenía un papel relevante debido a que algunos científicos han realizado los estudios pertinentes para aportar en el conocimiento del ecosistema. Pero también es importante reconocer que el estudio del suelo en sus inicios fue a partir de los intereses económicos en especial los agrónomos, pero no podemos mantener esta idea debido a que esto genera que los suelos sean utilizados indiscriminadamente por desconocer la complejidad del mismo,

es por esta razón que los docentes deben generar ruta de intervención donde se reconozca la formación del suelo, sus propiedades y sus interacciones.

Las ideas que se presentan entre los reduccionistas y holistas nos permiten comprender que ambas posturas son importantes en la construcción del concepto de ecosistema, ya que se complementan. En ese sentido es importante reconocer que las dos posturas son importantes para abordar el concepto de ecosistema, por ejemplo, al abordar las cadenas tróficas se realizan a partir de una mirada reduccionista y cuando se estudian las redes tróficas esto se hace a partir de una mirada holística. Es por esta razón que las dos posturas son importantes en el momento de abordar el suelo.

Estos aportes histórico-epistemológicos permiten al docente de ciencias acercarse al suelo de una forma diferente donde se reconozca primero que el límite del ecosistema depende del observador, al igual que las relaciones que se producen en el mismo. Asimismo, la historia del concepto ecosistema nos permite reconocer características del mismo y cómo estas pueden ser abordadas con el suelo, como un sistema donde ocurren procesos catalíticos, en donde los organismos son fundamentales en la regulación de los ciclos biogeoquímicos.

Es importante mencionar que, al realizar la revisión de los referentes conceptuales, se encontraba que la ciencia del suelo, surge de una necesidad por mejorar la producción agrícola, tal vez, esta sea la razón por la cual en la mayoría de los textos escolares se aborda de esta manera. Pero el suelo no se puede reducir solo a la fertilidad, partiendo de la productividad agrícola sino por el contrario se debería tener en cuenta que los suelos infértiles también son importantes en los ecosistemas porque esto también depende de las particularidades de cada sistema, como el Amazonas donde el suelo infértil permite una gran diversidad de organismos.

En el segundo apartado titulado *Dinámica y complejidad del suelo* son aspectos relevantes desde lo teórico y lo técnico, ya que al tener en cuenta las relaciones que se tejen en torno a este, se podrían abordar en el aula de clase, partiendo desde el hecho que el suelo tiene una dinámica particular, en las cuales también se encuentran redes tróficas, relaciones de competencia y simbiosis entre los organismos y como los ciclos catalíticos que ocurren en este son regulados por las enzimas de los organismos.

Cabe destacar que la complejidad mencionada desde Morin (2002), propone concebir el ecosistema como una eco-organización, es decir cómo una “organización espontánea” que desde el pensamiento complejo se tiene en cuenta que el biotopo y biocenosis son complementarios y estas relaciones son a través del orden y el desorden, que permite que el sistema se automantenga.

Al concebir el suelo como un sistema complejo adaptativo, se debe tener en cuenta que los ciclos catalíticos que se generan en los ecosistemas son regulados por las enzimas que generan los organismos, como se expone a continuación:

El suelo es el organizador central de los ecosistemas terrestres en el cual los minerales, la materia orgánica y los microorganismos son sus principales componentes sólidos, y no son entidades separadas sino que interactúan entre ellas controlando reacciones biogeoquímicas como la formación de óxidos metabólicos, la catalización de la cristalización de la formación de sustancias húmicas, la estabilidad y actividad enzimática, la transformación de minerales, la agregación, los ciclos del C, N, P y S, y la transformación y destino de contaminación en el suelo. (Huang et al., 2005 citado por Jaramillo, 2014, p. 347)

En ese sentido, los microorganismos son los que generan la materia orgánica de los suelos a través de ciclos catalíticos, que permiten convertir las macromoléculas en moléculas más sencillas de metabolizar por los organismos. Las reacciones y procesos biogeoquímicos dependen en gran medida de los microorganismos que se encuentran en el suelo.

Es decir, que la historia y epistemología del ecosistema permite reconocer cómo el concepto ha cambiado a lo largo de los años, ya que este se ha transformado debido al contexto socio-cultural del momento, por ejemplo, al mantener la idea de un creador o un ser superior, conserva la idea reduccionista de que el suelo es un recurso ilimitado y que puede renovarse.

Asimismo, es importante resaltar el papel de la profundización teórica al configurar el suelo como ecosistema, porque permite a los docentes reflexionar en torno a las prácticas pedagógicas, de cómo las intenciones que tiene el maestro se verán reflejadas en la construcción de explicaciones de los estudiantes y también en la importancia de la experiencia como una forma de conocimiento, donde el docente debe propiciar espacios que permitan reconocer el suelo y su relación con la planta, así como las múltiples relaciones que se encuentran entre el biotopo y biocenosis.

De igual manera, los referentes histórico-epistemológicos posibilitaron reconocer el avance del conocimiento científico y cómo el desarrollo del concepto de ecosistema permite abordar el suelo como un sistema, favoreciendo de esta forma el progreso y desarrollo de la ciencia como una actividad cultural, en donde los maestros reconozcan que a partir de la palabra intencionada se pueden transformar realidades.

También, es importante reconocer que la teoría de la complejidad en la que se basó el presente trabajo permitió reconocer las múltiples relaciones que se generan en los suelos, la importancia de los organismos en ciclos catalíticos y los ciclos biogeoquímicos. De igual manera, es importante mencionar que la complejidad depende en gran medida del observador, por lo tanto, los docentes de Ciencias Naturales deben propiciar espacios que permitan primero al estudiante observar el objeto de estudio y posteriormente que se generen dinámicas en las cuales los estudiantes puedan establecer relaciones entre los componentes del ecosistema, para que en ese sentido el estudiante construya explicaciones en torno al suelo. Finalmente, al revisar la historia del concepto de ecosistema no solamente permitió caracterizarlo,

sino que también posibilitó reconocer las diferentes definiciones que posee y cómo estas pueden ser tenidas en cuenta a la hora de establecer una intervención en el aula.

### **El diseño de la propuesta en el aula**

Es importante mencionar que los diseños de aula posibilitaron la reflexión acerca de la situación de estudio en la enseñanza de las ciencias, que en este caso es la enseñanza del suelo como ecosistema. Debido a que el suelo queda solo mencionado como un factor del ecosistema, desconociendo sus factores de formación, su historicidad y sus propiedades físicas, químicas y biológicas.

En las políticas públicas educativas con relación al suelo se evidencia una correlación con los textos escolares donde solo queda mencionado como un recurso renovable, un contenedor de nutrientes y su función solo se limita a la producción agrícola. Estas nociones del suelo han generado en los procesos de enseñanza-aprendizaje reforzar la idea de un suelo estático y sin historia, que no permite comprender la complejidad de los ecosistemas.

De igual forma, las exigencias institucionales no permitieron desarrollar la ruta de intervención inicial, por lo tanto, se toma la decisión de ver solo algunas de las actividades que se tenían programadas para tratar de generar espacios de formación en torno al suelo, que permitiera a los estudiantes reconocer los factores de formación, las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, la incidencia de los organismos en las dinámicas del suelo y algunas problemáticas del mismo. Asimismo, la realización del terrario posibilita a los estudiantes realizar comparaciones sobre los diferentes componentes del suelo a partir de la experiencia.

Las experiencias realizadas con el suelo sobre la permeabilidad permitieron a los estudiantes reconocer algunas propiedades físicas como la textura, el color, porosidad, profundidad y permeabilidad, esta última es muy importante porque esta puede generar cambios en el flujo del agua en el suelo. De igual manera, los estudiantes reconocían algunos cambios químicos como el cambio de color en algunos montajes como

producto de la interacción de la arena y también reconocían que el suelo no era un cuerpo sólido, sino que podía estar compuesto por diferentes capas de suelo que podían comparar con los perfiles.

Las dinámicas escolares de las instituciones educativas algunas veces no tienen en cuenta que los aprendizajes son procesos que necesitan de tiempo para que el estudiante pueda construir explicaciones. Asimismo, algunas veces los docentes terminan por ser administradores de contenidos, debido a que deben cumplir con unos referentes conceptuales que no tienen en cuenta los contextos y necesidades de los estudiantes, que a comparación de la ruta de intervención se tuvo en cuenta los contextos, comenzando por los ecosistemas colombianos y posteriormente se realizaron actividades que buscaban que los estudiantes reconocieran las propiedades del suelo y su complejidad.

En el presente trabajo se recopila un material didáctico que surge del interés por constituir el suelo como ecosistema, en donde se tiene en cuenta la profundización teórica y disciplinar. Es importante mencionar, que las propuestas de aula que incorporan el suelo como objeto de estudio en la Educación básica, deben posibilitar una postura crítica y reflexiva del estudiante sobre la formación del suelo, en donde no se puede limitar solo a la producción agrícola, o en términos de fertilidad debido a que hay varios suelos infértiles en algunos ecosistemas colombianos, que poseen una gran diversidad, pero que dependen en gran medida de los ciclos catalíticos que permiten los flujos de materia y energía.

En cuanto a los sentidos orientadores es importante mencionar que *las situaciones desencadenantes* son fundamentales en los procesos de enseñanza debido a que permite a los estudiantes centrar la mirada en los objetos de estudio, como se realizó en la fase uno de la intervención en el aula, donde los estudiantes comenzaron a acercarse al suelo de una forma diferente a partir de una lectura de siete ecosistemas colombianos, donde posteriormente se realizarían unas exposiciones. En cuanto a las *relaciones alternativas con los otros*, es primordial posibilitar espacios, donde los

estudiantes se cuestionen sobre lo observado, como ocurría en las actividades experimentales de la permeabilidad del suelo, que también permite a los estudiantes construir explicaciones sobre el fenómeno que se observa. En cuanto a *las relaciones con el entorno*, es importante mencionar que el sujeto debe reconocerse como parte de un sistema, por ejemplo, cuando se presentaba el video del “Chicharrón de la tierra” en Colombia, los estudiantes quedaban preocupados al ver que la mayoría de la tierra en Colombia tiene dueño y que en su mayoría esta destinada a la ganadería.

En cuanto a las *relaciones alternativas con la experiencia*, se debe tener en cuenta que la experiencia al ser una situación que ocurre de forma única en cada persona, es una situación que debe ser reflexionada para constituirse como conocimiento. Por ejemplo, cuando los estudiantes hacían los terrarios, tenían la posibilidad de observar el crecimiento de las plántulas, generarse preguntas y realizar un seguimiento, que posteriormente al contrastar las explicaciones de sus compañeros con la información de las fuentes de conocimiento y con las explicaciones de la docente, permitirían construir explicaciones sobre el suelo.

De igual forma, en los referentes pedagógicos abordados en el presente trabajo se tuvieron en cuenta los problemas de conocimiento que tiene una serie de estrategias que permitieron abordar el suelo como ecosistema. Los problemas de conocimiento tienen una serie de estrategias que son: el cuestionamiento de la experiencia básica, la artificialización del mundo natural y la complejización de las relaciones.

En la experiencia básica se debe tener en cuenta que el primer acercamiento de la experiencia es a través de los sentidos, en el presente trabajo se realizaron una serie de exposiciones en torno a unas infografías realizadas por la docente donde se mencionaban algunos ecosistemas colombianos. Posteriormente se realizó una actividad experimental de la permeabilidad del suelo, en donde los estudiantes podían contrastar sus observaciones con las de sus compañeros y generar una serie de cuestionamientos sobre lo que observaban.



En la artificialización del mundo natural, se realizaron unos terrarios con diferentes componentes del suelo, en donde los estudiantes construían diferentes explicaciones en torno a lo observado. Estas actividades posibilitaron que los estudiantes contrastarán lo observado con la información de los libros y las explicaciones de la docente. Incluso entre los mismos estudiantes se realizan conclusiones de porque si o no había crecido la planta, algunos estudiantes que tenían experiencias previas en la siembra de plantas ayudaban a sus compañeros a enriquecer las construcciones de los compañeros.

### **Implicaciones de orden pedagógico y didáctico en la constitución del suelo como objeto de estudio en la educación básica**

La docente genera la producción de un material didáctico a partir de los referentes teóricos que permite enriquecer la práctica, por lo tanto, en el presente trabajo se realiza el desarrollo de una estrategia en donde se evidencia el interés del docente por construir un material didáctico y pedagógico que posibilite a otros docentes tomar al suelo como un referente de ecosistema.

Al enseñar los ecosistemas se tiende a mencionar los factores bióticos y abióticos, lo cual produce una noción muy reduccionista del mismo, debido a que se limitaba solo a mencionarlos, pero no se establecen relaciones. A comparación con la ruta de intervención del presente trabajo, donde se realizaron unas infografías sobre los ecosistemas colombianos, que a través de mapas mentales los estudiantes tenían la posibilidad de relacionar las condiciones con la flora y fauna.

Por lo tanto, es relevante mencionar que las intervenciones en el aula no solamente afectan al docente, sino también a los estudiantes que tienen diferentes formas de comprender su realidad, por lo tanto, en el proceso de recuperación de la experiencia

se presentan diferentes intereses (docentes, estudiantes, rectores), como afirma Barnechea et al. (1994):“La práctica se realiza articuladamente con otros actores, cuyas vivencias, visiones e intereses son diversos, como también sus formas de intervención y sus interpretaciones sobre la práctica y sus efectos”.

Estos intereses particulares permean las relaciones de poder que se encuentran en el aula y que principalmente recaen en el docente, que debe tratar de permitir dialogar con los diferentes actores en torno a la educación, posibilitando construir explicaciones del mundo a partir de la experiencia y la experimentación, pero sobre todo a partir de las reflexiones individuales y colectivas.

### **Materiales didácticos y Criterios de actuación**

La ruta de intervención tenía como sentido orientador los problemas de conocimiento, que es una forma de acercarse al conocimiento donde se concibe la ciencia como una actividad cultural y se construyen explicaciones sobre el mundo natural y social. De igual forma, los estudiantes tienen la posibilidad de tener experiencias en torno a un objeto de estudio, donde son capaces de maravillarse y construir explicaciones.

En ese sentido, el papel de los materiales didácticos y los criterios de actuación son fundamentales debido a que las intenciones que tenga el docente son esenciales para la construcción del material, porque el sentido orientador de la propuesta direcciona las explicaciones de los estudiantes, que se evidenciaba en el lenguaje de los mismos.

Los videos permitieron discusiones en término social y cultural, debido a que la ruta de intervención permitió que los estudiantes debatieran en torno a los microorganismos que se encuentran en el suelo, sobre sus interacciones de competencia y de simbiosis, que permiten los flujos de materia y energía. De igual forma, se evidencia la

importancia de los organismos en la regulación de los ciclos biogeoquímicos, debido a que son estos los que poseen las enzimas que permiten los ciclos catalíticos.

En el segundo video, los estudiantes debatían en torno a la importancia del campesino, debido a que a pesar de que son los principales productores no se les reconocía su labor. Asimismo, se habló sobre la posesión de la tierra en Colombia, donde son muy pocos los dueños de la tierra y un bajo porcentaje de la tierra se implementa para la agricultura y un alto porcentaje es implementado para la ganadería.

Pero también se debatió en relación a la importancia de los suelos de los páramos y de las selvas colombianas, debido a que las condiciones particulares de estos ecosistemas permiten una gran diversidad de especies, por lo tanto, el suelo no se puede medir solo por fertilidad en términos de producción agrícola.

Es por esta razón que en los procesos técnicos y teóricos de la ruta de intervención es fundamental que el docente tenga una mirada crítica y reflexiva sobre su entorno debido a que, si continuamos con la mirada reduccionista del suelo como un recurso, entonces se seguirá pensando que su única función es entorno a la agricultura. Al igual que ocurre con el imaginario de que es un contenedor de nutrientes, donde no se tienen en cuenta las redes tróficas, los ciclos catalíticos y los ciclos biogeoquímicos que ocurren en este.

### **La recuperación de la experiencia como parte del rol docente de ciencias**

En este apartado se presentarán dos momentos, el primer momento titulado *Reflexiones derivadas de la recuperación de la experiencia* en donde se menciona la importancia de la práctica en la construcción de explicaciones y en el segundo momento se abordarán los *limitantes, las proyecciones y las recomendaciones del presente trabajo*.

### ***Reflexiones derivadas de la recuperación de la experiencia***

Es importante antes de continuar responder la pregunta ¿Qué es la experiencia? “eso que me pasa”, es decir que la experiencia es algo externo al sujeto, pero el lugar de la experiencia es el mismo sujeto, aunque esta debe pasar por el ámbito reflexivo para que tenga un sentido (Larrosa, 2006)

Es decir, que la experiencia es algo único e intransferible a cualquier persona, por lo tanto, es individual, como lo expone Villoro (1996): “la experiencia constituye una forma de conocer, es preciso tener o haber tenido una experiencia personal y directa, para que se reconozca que se conoció algo”.

En ese sentido, es importante mencionar que los ejercicios de recuperación de la experiencia de los docentes configuran un discurso desde lo pedagógico, debido a que este puede reflexionar en torno a las rutas de intervención y transformar aquellas actividades que deben ser mejoradas o descartadas.

A partir de las experiencias que se realizaron en torno al suelo, la primera actividad donde los estudiantes realizan prácticas sobre la permeabilidad, como se menciona en los problemas de conocimiento en el cuestionamiento de la experiencia básica es importante que después de aproximarse a los acontecimientos, “vincularse a un ejercicio de pensamiento” (Valencia et al., 2003), en donde se implementen una serie de preguntas orientadoras para que los estudiantes puedan realizar sus propias preguntas y construir explicaciones sobre el objeto de estudio.

Sobre la artificialización del mundo de los problemas de conocimiento, es el sujeto que construye el fenómeno a medida que establece unas condiciones controladas y no controladas, que permiten establecer variables que determinan unos cambios y los procesos que lo componen (Valencia et al., 2003). En este caso, los terrarios que los estudiantes realizaron permitieron reconocer variables, elaborar preguntas y discusiones en torno a las observaciones realizadas a partir del crecimiento del suelo.

En ese marco de ideas, los estudiantes pudieron enriquecer sus experiencias a partir de la construcción del artículo científico, en donde realizaban comparaciones y debatían en torno a las observaciones realizadas, que permitían comprender las actividades experimentales de permeabilidad con los diferentes componentes del suelo, pero sobre todo les permitía plasmarlo en palabras.

Por lo tanto, las reflexiones de la experiencia no solamente se fundamentan en algunos referentes conceptuales, sino que permite construir un conocimiento sobre lo que se interviene a partir de un ejercicio reflexivo del docente y estudiante, que posibilita la construcción del discurso de ambas partes a través de las discusiones y debates.

Las prácticas educativas son legítimas en la medida en que se realiza una documentación, una sistematización, una recuperación de la experiencia, pero sobre todo si se realiza un “ejercicio de pensamiento”, es decir se reflexiona sobre las prácticas. Es por esta razón, que es importante en la recuperación de la experiencia que se reconozca la importancia de los testimonios que realizan los estudiantes, aunque no todos nos van a servir para realizar un proceso de sistematización, nos permite reconocer que procesos mentales se están haciendo en los estudiantes. Por otra parte, es importante reconocer que, a partir de la recuperación de la experiencia, se puede construir un discurso didáctico y pedagógico que puede transformar la práctica del maestro.

### ***Limitantes, proyecciones y recomendaciones***

Las limitaciones del trabajo estuvieron en el marco del tiempo, debido a que por algunas dinámicas particulares de la institución no se pudo cumplir con la totalidad de las actividades, debido a que se tenían que abordar otros referentes conceptuales y por esta razón se decidió revisar la ruta de intervención y modificarla para poder abordar algunas temáticas.

Algunas proyecciones que se tienen frente al trabajo es que sea referente para otros trabajos que deseen implementar el suelo como ecosistema, debido a que esto permitiría comprender que los sistemas tienen un límite que se lo da el observador, que los flujos de materia y energía están regulados por los organismos que son los generadores de enzimas que permiten regular los ciclos catalíticos.

Asimismo, el material realizado en el presente trabajo puede ser un referente para abordar el suelo, de una forma en la cual se pueda reconocer la complejidad del ecosistema a partir de las relaciones que se generan entre las condiciones y los organismos que permiten que se automantenga el sistema, a partir de los flujos de materia y energía del mismo.

De igual forma, es importante mencionar que la complejidad de los sistemas depende del observador, por lo tanto, el maestro debe posibilitar espacios de formación, donde los estudiantes aprendan a observar las relaciones que se dan en el sistema. También, el maestro debe generar estrategias donde el estudiante comprenda que los ciclos catalíticos dependen de los organismos, que son los que poseen las enzimas y permiten que los sistemas se mantengan a través de las relaciones de competencia y solidaridad.

Para finalizar, es importante mencionar que el maestro debe ser un profesional reflexivo, debido a que este debe pensar sobre su propia experiencia, teniendo en cuenta que es aquel que conoce los problemas que se generan en su propia práctica y es desde esta perspectiva que debe partir, para mejorar y transformar sus prácticas.

Es decir, que debe tener una apertura intelectual, reconociendo las diferentes alternativas de su práctica, una actitud de responsabilidad debido a que las intenciones que tenga el maestro se constituyen en una forma de posibilitar el discurso de los niños y posiblemente va incidir en las acciones de los mismos. Finalmente, los maestros

deben reflexionar sobre su labor, debido a que inciden directamente en la sociedad, donde se debe pensar en la construcción de un país democrático y justo.

## BIBLIOGRAFÍA

ACODESI. Manual del Aula de Clase, 2006. Compañía de Jesús. Bogotá, Colombia.

Armenteras, D., González, T., Vergara, L., Luque, F. Rodríguez, N., y Bonilla, M. (2016). Revisión del concepto de ecosistema como “unidad de la naturaleza” 80 años después de su formulación. *Ecosistemas*, 25(1), 83-89.

Barnechea, M., González, E. y Morgan, María de Luz (1994). La sistematización como producción de conocimientos. Publicado en la Revista “La Piragua” N°. 9. Consejo de Educación de Adultos de América Latina (CEAAL), Santiago, 2do. Semestre de 1994.

Camacho, F. y Valenzuela, C. (2014). Diseño de unidad alternativa, para el fortalecimiento de la enseñanza-aprendizaje, del concepto estructurante ecosistema. Universidad Pedagogía nacional. Bogotá. Colombia.

Cerón L. y Aristizábal, F. (2012). Dinámica del ciclo del nitrógeno y fósforo en suelos. *Revista colombiana de Biotecnología*, 14(1), 285-295.

Deléage, J. (1993). *Historia de la ecología: una ciencia del hombre y de la naturaleza* (Vol. 61). Icaria Editorial.

De la Puente, F. (1999). Pedagogía Ignaciana: un planteamiento práctico (1993). In *La pedagogía de los jesuitas: ayer y hoy* (pp. 329-383). Universidad Pontificia Javeriana.

Ferreiros, J. y Ordóñez, J. (2002). Hacia una filosofía de la experimentación (Towards a Philosophy of Experiment). *Crítica: revista hispanoamericana de filosofía*, 47-86.



Giordan A., Raichvarg D., Drouin J., Gagliardi R., Canay A. (1988) Un éxito reciente. Historia del concepto de ecosistema. Conceptos de biología 1. Labor. Barcelona.

Golley, F. (1991) The ecosystem concept: a search for order. *Ecological Research* 6: 129-138.

Hacking, I. (1996) Representar e intervenir. Universidad Nacional autónoma de México. Paidós, problemas filosóficos y científicos. México.

Hayatsu, M., Tago, K., y Saito, M. (2008). Various players in the nitrogen cycle: diversity and functions of the microorganisms involved in nitrification and denitrification. *Soil Science and Plant Nutrition*, 54(1), 33-45. Recuperado de <https://www.tandfonline.com/doi/epdf/10.1111/j.1747-0765.2007.00195.x?needAccess=true&role=button>.

Hubbell, D. (1986). El Proceso de Infección de las Leguminosas por *Rhizobium*, *Ceiba*, 27 (1), 5-16.

Jacob, F. (1999) La Lógica de lo viviente. Una historia de lo viviente. Tusquets Editores. Barcelona. España.

Jaramillo, D. (2002). Introducción a la ciencia del suelo. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Escuela de Geociencia. Medellín. Colombia.

Jaramillo, D. (2014). Introducción a la ciencia del suelo. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Escuela de Geociencia. Medellín. Colombia.

Jordana, R. (1996). Ecología y aspectos funcionales de la biodiversidad en el suelo. Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica. Pamplona-Iruña, septiembre.

Larrosa, J. (2006). Sobre la experiencia. *Aloma. Revista de Psicología i Ciències de l'Educació*, 2006, num. 19, p. 87-112.

Malagón, J., Ayala, M., y Sandoval, S. (2011). El experimento en el aula. Comprensión de fenomenologías y construcción de magnitudes. Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá, Colombia.

Malagón, F., Sandoval, S., y Ayala, M. (2013). La actividad experimental: construcción de fenomenologías y procesos de formalización. *Praxis filosófica*, (36), 119-138. Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá, Colombia.

Manzo, S. (2004). Francis Bacon: la ciencia entre la historia del hombre y la historia de la naturaleza. *Cronos*, 7.

Morin, E. (2004). La epistemología de la complejidad. *Gazeta de Antropología*. Universidad de Granada. España.

Morin, E. (2001). El método I. La naturaleza de la naturaleza. Sexta Edición. Edición Catedra. Fuenlabrada, Madrid. España.

Morin, E. (2002). El método II. La vida de la Vida. Quinta Edición. Edición Catedra. Fuenlabrada, Madrid. España.

Morin, E. (1996). El pensamiento ecologizado. Gaceta de Antropología. Grupo de Investigación Antropología y Filosofía (SEJ-126). Universidad de Granada. Recuperado de [https://digibug.ugr.es/bitstream/handle/10481/13582/G12\\_01Edgar\\_Morin.pdf?sequence=10&isAllowed=y](https://digibug.ugr.es/bitstream/handle/10481/13582/G12_01Edgar_Morin.pdf?sequence=10&isAllowed=y)

Murray, G. (1994). El quark y el jaguar: aventuras en lo simple y lo complejo. Editorial Tusquets, Libros para pensar la Ciencia. Barcelona, España.

Oparin, A. (1924) El origen de la vida. Recuperado de <http://www.librosmaravillosos.com/elorigendelavida/pdf/El%20or%C3%ADgen%20de%20la%20vida%20-%20Aleksandr%20Ivanovich%20Oparin.pdf>

Valencia, S. (1999). Eco-perspectivas en educación ambiental. Tecné, episteme y didaxis: revista de la Facultad de Ciencia y Tecnología, 114-125. Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá, Colombia.

Valencia, S., Orozco, J., Méndez, O., Jiménez, G., y Pablo, G. (2003). Los Problemas de Conocimiento una perspectiva compleja para la enseñanza de las Ciencias. Tecné, Episteme Y Didaxis(14), 55-74. doi: <https://doi.org/10.17227/ted.num14-5574>

Valencia, S., Méndez O., y Jiménez, G. (2006). Los saberes de la representación, o de cómo imaginar la escuela. Revista electrónica interuniversitaria de formación del profesorado. Bogotá, Colombia.

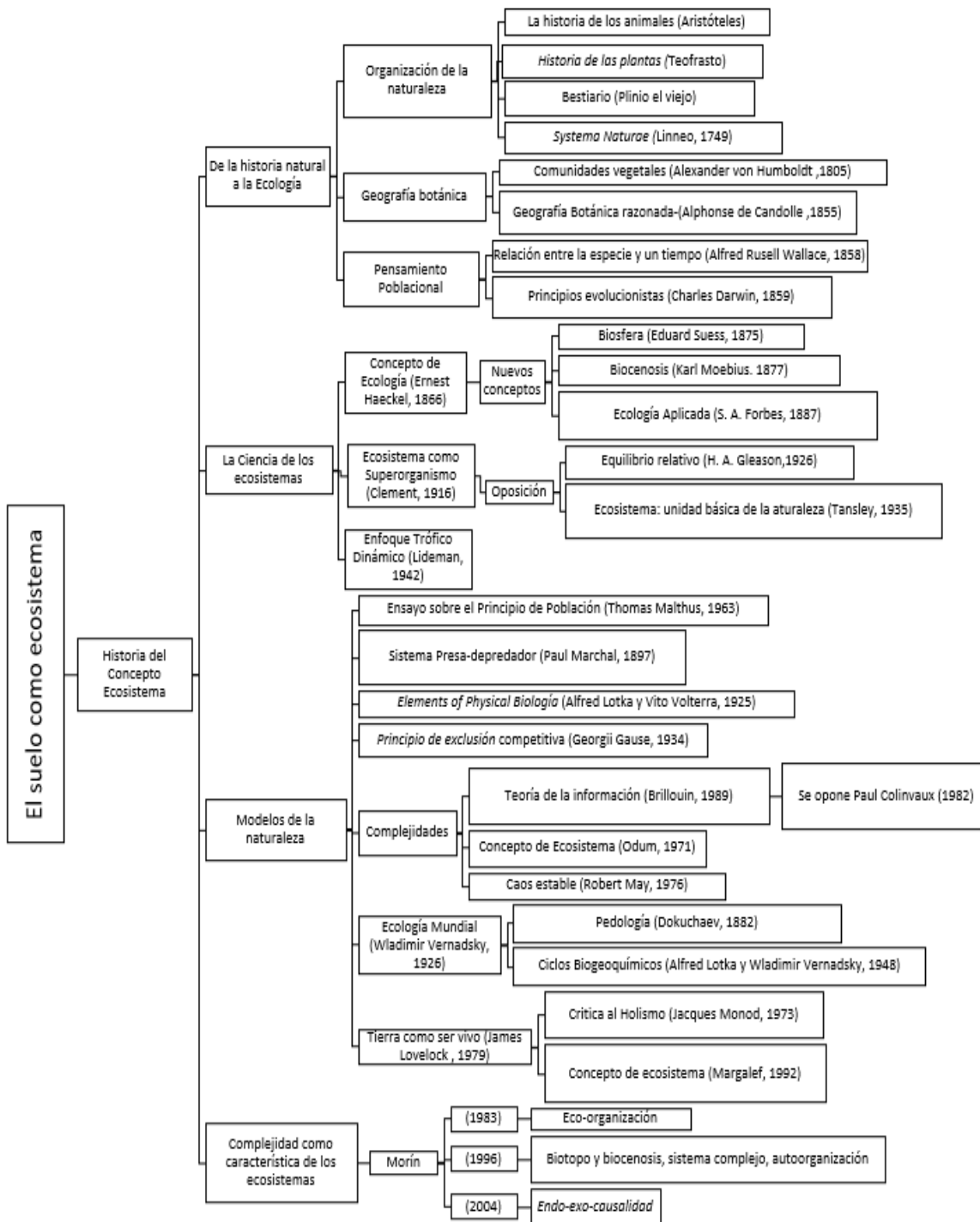
Villoro, L. (1996). *Creer, saber, conocer*. Siglo XXI. Recuperado de <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=30fN2UA3RTUC&oi=fnd&pg=PA9&dq=Villoro,+1996&ots=V4y8EZOV2B&sig=AqJRN4gdIxZ6RK25EjdXv1Xa--4#v=onepage&q=Villoro%2C%201996&f=false>

Willis, A. 1997. The ecosystem: An evolving concept viewed historically. *Functional Ecology* 11:268-271.

Zeichner, K. (1993). El maestro como profesional reflexivo. Biblioteca digital. Ministerio de Educación de Chile. Recuperado de <https://bibliotecadigital.mineduc.cl/handle/20.500.12365/18007>

## **Anexos**

**Anexo A. El suelo como ecosistema. Creación propia basado en Deléage (1993) y Morin (1993-2004)**



## Anexo B. Ruta de intervención

OBJETIVO PROPUESTA	Caracterizar las propiedades físicas, químicas y biológicas de algunos componentes del suelo aportando a su comprensión como ecosistema.		
FASES	PROPÓSITO	ACCIONES	RECURSOS
1. <b>Vive Colombia, conociendo algunos ecosistemas colombianos</b>	Establecer algunas relaciones entre condiciones, fauna y flora presentes en 7 ecosistemas colombianos	<b>Unidad de clase 1:</b> Trabajo con fichas de los ecosistemas colombianos Infografías en papel Kraft y socialización de los diferentes ecosistemas colombianos.	Fichas de ecosistema EDCNB INFOGRAFÍAS (Kraft, Imágenes, fichas bibliográficas)
		<b>Unidad de clase 2:</b> Propuesta de los montajes- terrario, para que los estudiantes tomen el registro fotográfico y escrito del crecimiento de las plántulas (Registro fotográfico y escrito) Explicación de las exposiciones sobre los ecosistemas colombianos	Terrario de cada estudiante Estrategia de seguimiento al terrario Cartelera elaboradas por los estudiantes
2. <b>Experimentando con el suelo</b>	Identificar algunas propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo a través de una actividad experimental que permite comprenderlo como un sistema.	<b>Unidad de clase 3:</b> Video La vida en el suelo y El chicharrón (problema) de la Tierra en Colombia. <b>Unidad de clase 4:</b> Presentación de algunas propiedades del suelo (físico, químico y biológico) por parte de la docente. Experiencias para la caracterización de algunas propiedades del suelo: Propiedades físicas: permeabilidad.	Folleto Infografía Taller de propiedades físicas, químicas y biológicas Taller del video “la vida en el suelo”

<b>3. Construyendo explicaciones en torno al suelo</b>	Construcción de explicaciones a través de la observación de montajes-terrarios con diferentes componentes del suelo.	<b>Unidad de clase 5:</b> Escrito sobre el crecimiento de las plantas en los diferentes montajes.	Articulo Científico
--	--	--	---------------------



## Anexo C. Agrupaciones de Recuperación de la experiencia.

Agrupación	Descripción	Testimonio
<p><b>De la descripción de las condiciones a la comprensión de las relaciones</b></p>	<p>El estudio algunos ecosistemas colombianos, permite reconocer ciertas relaciones entre la presencia de una fauna y flora y las condiciones propias del lugar (agua-planta, composición del suelo-crecimiento, precipitaciones, altitud y suelo).</p> <p>El aporte de la información en la caracterización de los ecosistemas colombianos (reconocimiento de condiciones, formulación de preguntas, establecimiento de supuestos).</p>	<p>“En Colombia se divide en tres especies una de ellas <i>Bradypus</i>, un oso perezoso que mide 40 y 75 centímetros, una de las características principales en su cabeza y su boca que parece una sonrisa. El oso perezoso ayuda al árbol con sus garras creando campos y plantando semillas que se atora en su pelaje se las come, a cambio el árbol le da protección, comida y agua gracias a sus hojas y frutas”. (G3)</p> <p>“De forma análoga, el suelo de las amazonas no es de fertilidad, es decir, que su frondosa vegetación, no es sinónimo de un suelo fértil, sino de unas condiciones que permiten que la mayoría de los nutrientes absorbidos por las plantas antes de llegar al suelo.”(G3)</p> <p>“El suelo de los manglares es un lodo negruzco azulado, sumamente blanco y compacto abundantes minerales, compacta con abundantes minerales. Con sustancias putrefactas malolientes ricas en bacterias.” (G2)</p> <p>“Los manglares protegen a los peces más jóvenes que luego van a mar abierto, también provee de alimento a mamíferos como son: monoaraña o monoauallador, que se alimenta con frutos carnosos que proveen los manglares. También se conocen como rompeolas ya que al ser tan grandes evitan el paso de las olas”. (G2)</p> <p>“Las sábanas inundables se representan por sus grandes cantidades de agua y de vegetación, los seres vivos que habitan en este lugar se alimentan de los frutos de la flora y algunos pececillos. Con toda la vegetación y cantidades de agua los animales sobreviven cada día y la vegetación crece con abundancia.” (G2)</p>
<p><b>De artificialización del suelo a la profundización de las relaciones</b></p>	<p>El diseño e implementación de montajes experimentales aporta en la comprensión de las relaciones entre propiedades del suelo y el desarrollo en plantas. En esta agrupación se encuentra las explicaciones que se dan de la propiedad física de permeabilidad, teniendo en cuenta tres componentes del suelo como lo es la arena, la greda y el humus. En esta agrupación también se</p>	<p>Dependiendo del orden y la cantidad de capas en el suelo el montaje, se evidencia un cambio en la absorción del agua, esto afecta a la permeabilidad porque cada capa tiene diferentes componentes. G5</p> <p>Si, influye el orden de las capas que no dejan pasar el líquido, primero la tierra deja suspendido el líquido y lo que paso de greda, no lo dejaron pasar porque esta compactada bien. G6</p> <p>El orden de las capas afecta a la permeabilidad ya que podemos observar que al tener la greda de ultimas no deja pasar el agua lo más rápido posible por su estructura. (G3)</p> <p>El montaje más permeable es el montaje 3 porque la porosidad que tiene, primero una arcilla poco compacta, seguido de una tierra con gran capacidad de adsorción y por último la arena que es muy permeable y la capa no es tan gruesa. (G1)</p> <p>La tierra adsorbe el agua, pero no le permite pasar y la greda como es impermeable no permite pasar el agua. (G2)</p> <p>El montaje más permeable es el dos ya que el agua corre rápidamente por la arena y la tierra. Por otro lado, corre lentamente por la greda. (G2)</p>

	<p>encuentra la importancia de los organismos que permiten el desarrollo de algunas plantas por medio de la simbiosis.</p>	<p>El componente más permeable sería la arena ya que es el componente con granos más grandes y esto hace menos compactación. G6</p> <p>En algunos suelos, cuando llueve, la textura cambia y se puede volver más compacta o menos compacta. Esto ayuda o perjudica al paso del agua en el suelo por las capas. (G1)</p> <p>El <i>Rizhobium</i> proporciona nitrógeno a la planta y también fósforo nutriendo a la planta. (G2)</p> <p>Para que la planta tenga nitrógeno y fósforo. Los microorganismos descomponen las hojas caídas con ayuda de los bichos. G5</p> <p>Los microorganismos son importantes para el suelo porque ayudan a descomponer la materia orgánica y se relaciona a partir de relaciones de competencia, simbiosis, etc (G4)</p> <p>El aire influye en que puede transportar bacterias y microorganismos. G5</p> <p>Se necesita demasiado tiempo para poder crear un suelo fértil y que puedan crecer distintas especies de flora. G6</p> <p>El suelo es un ecosistema porque tiene una gran variedad de microorganismos (G3)</p> <p>Porque se necesita bastante tiempo para que emerja un suelo fértil. (G1)</p>
<p><b>Construyendo explicaciones en o al suelo</b></p>	<p>La construcción de artículos científicos permite explicitar las relaciones que los estudiantes establecen entre el suelo y la planta.</p>	<p>El suelo es un ecosistema porque el suelo debe cumplir con ciertas condiciones como temperatura, precipitación, humedad e iluminación, para que la planta pueda crecer. También se podría decir que es una relación favorable porque los suelos absorben los nutrientes del suelo y las plantas protegen al suelo de la erosión. (G1)</p> <p>Podemos identificar que según las condiciones y diferencias de suelo la planta de lentejas crece de forma variada y diferente, como puede ocurrir que no crezca según lo documentado unas plantas, se crecieron y otras nada. G6</p> <p>La planta en el humus, crece fácilmente a sus nutrientes, la tierra era fértil para el crecimiento de la planta era muy rápida. En comparación con la arena donde las semillas si se abrieron, pero no se desarrolló. En la piedra creció, pero muy poco, las raíces son muy poco profundas, la planta murió a los 14 días. (G4)</p> <p>Se puede concluir que las lentejas necesitan unas condiciones mínimas para el crecimiento y desarrollo. Al igual que otros tipos de plántulas se necesitan nutrientes provenientes del suelo como el agua, la luz del sol y un suelo que permita a las lentejas enteras sus raíces de tal forma que puedan crecer adecuadamente. (G3)</p> <p>Concluimos que dependiendo de que tipo de suelo y en que condiciones crezca la lenteja va a tener diferentes resultados, ya que en el caso de las piedras y la greda se puede evidenciar la presencia de microorganismos dañinos. (G1)</p> <p>La cantidad de aire, agua y luz, afecta al suelo; si hay mucha agua la superficie se vuelve más húmeda y si hay más luz solar el suelo puede ser muy seco. El aire ayuda a que se condense y fluya por el ambiente. El agua mediante la permeabilidad y la humedad. La luz es la encargada de la sequedad y también la humedad. G5</p>

		<p>Según el tipo de suelo (humus, piedras de colores y greda), la planta crece con distintas condiciones como pueden ser: cambio de color del tallo, más altura o menos hojas. (G3)</p> <p>Se concluye que una semilla crece y se reproduce mejor en un suelo que tenga las propiedades y nutrientes necesarios haciendo que germine mejor y tenga un crecimiento sano. (G2)</p> <p>Del suelo depende el crecimiento y desarrollo de forma de vida de la planta porque en este desarrollan. Se puede evidenciar que, en unos materiales del suelo, sino también de las condiciones en las que se encuentre, como en la situación de la tierra. Por ejemplo, en uno de los montajes estaba muy húmedo y creció un hongo y no dejó que una de las lentejas creciera. Las propiedades de los distintos suelos favorecen o afectan al crecimiento. (G2)</p>
--	--	---

## Anexo D. Cartilla del suelo como ecosistema

### EL SUELO COMO ECOSISTEMA. UNA APROXIMACIÓN A LA COMPRENSIÓN DE SU COMPLEJIDAD A TRAVÉS DE LOS PROBLEMAS DE CONOCIMIENTO



REALIZADO POR  
ANDREA GARCÍA POVEDA



## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo se realiza en el marco de la Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales de la Universidad Pedagógica Nacional. Este trabajo se basa en los problemas del conocimiento como una estrategia de enseñanza y aprendizaje.

Los problemas de conocimiento son un referente de los sentidos orientadores de orden epistemológico, pedagógico y didáctico que posibilita profundizar en la comprensión del suelo como ecosistema y configurar una propuesta de aula, que permitirá construir el discurso entre estudiantes y docentes en torno a los fenómenos del suelo.

## ACTIVIDAD DESENCADENANTE

### *El cuestionamiento de la experiencia básica*

Microcosmos es una película documental de 1996 realizada por Claude Nuridsany y Marie Pérennou producida por Jacques Perrin. Es, principalmente, una grabación de un conjunto de detalladas interacciones de insectos y pequeños animales, sin comentarios y con música de Bruno Coulais. El rodaje duró tres años y el montaje seis meses.



## ACTIVIDAD

Ver la película *Microcosmos*

1. ¿Te habías fijado en la cantidad de organismos que crecen en las praderas?
2. ¿Por qué crees que se llama *microcosmos*?
3. ¿Qué preguntas te genera la película?
4. ¿Qué es lo que más te llamó la atención del video? Argumenta tu respuesta
5. Dibuja lo que más te llamó la atención de la película.

## VISITA AL BIOPARQUE CASA-COLIBRI



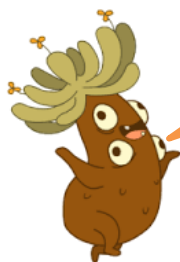
Sabias que...

La casa colibrí es un proyecto eco-sensible. Esta reserva busca resaltar los saberes ancestrales de los pueblos originarios muisca. ¿Qué ecosistemas estaban en el bioparque casa colibrí?

Los ecosistemas que se encontraban en el Bioparque era el bosque alto andino y el páramo.

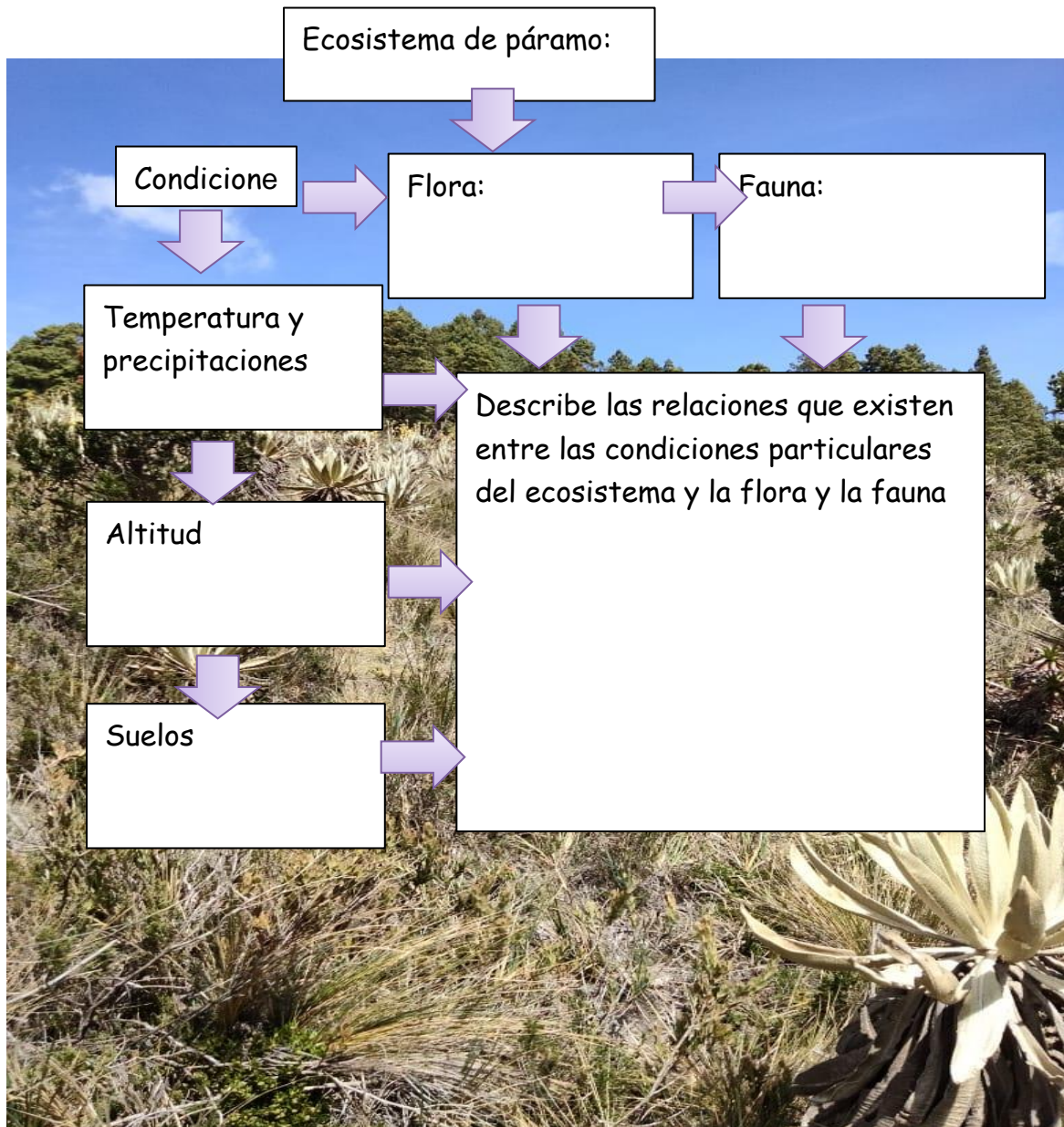


El carácter húmifero del suelo de alta montaña es causado por la lenta descomposición de la materia orgánica por temperaturas bajas y características específicas de cenizas volcánicas. Estos suelos negros y profundos son esponjas naturales capaces de contener hasta dos veces su peso seco en agua. (Ruiz, 2009)



Teniendo en cuenta la salida vamos a tratar de completar el siguiente esquema que nos permita comprender mejor las dinámicas del suelo.







## DISEÑO EXPERIMENTAL DEL SUELO

### MATERIALES

- Arena de colores
- Arena
- Greda
- Humus
- Piedras de colores
- Lentejas
- 4 recipientes transparentes del mismo tamaño
- Cartulina
- Cuchara pequeña
- Agua
- Vinipel|



### Procedimiento





# Procedimiento



Repetir el procedimiento con la greda, humus y piedritas de colores.



Colocar ocho semillas de lentejas en cada recipiente y agregar la misma cantidad de agua.



Cubrir con vinipel en la parte superior del recipiente.



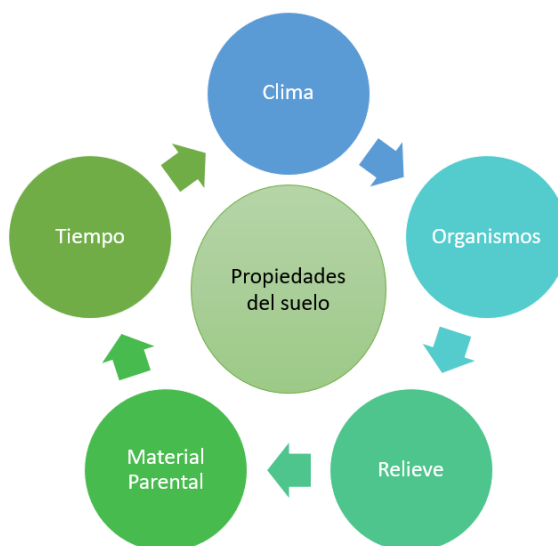
Dejar en un lugar donde pueda recibir Sol



Los resultados obtenidos deben ser registrados durante 20 días, en la tabla de Excel que será compartida a cada uno de los grupos, recuerda que al finalizar el trabajo debes presentar el artículo científico y la exposición.

## FORMACIÓN DEL SUELO

La formación del suelo se realiza a partir de diferentes factores como el clima, los organismos, el relieve, el material parental y el tiempo. (García y García, 2013). Aunque se presentaron los factores de formación de manera separada, esto no quiere decir que estén aislados, sino por el contrario están relacionados y generan unas propiedades emergentes como consecuencia de estas interacciones.



### Organismos



Los organismos del suelo son diversos, debido a que se pueden encontrar en los tres dominios. (Sensu Woese et al., 1990 citado por Swift et al., 2012)

Al realizar la clasificación de estos, se encuentran diferentes categorías, algunas las han realizado por tamaño y otras por la función ecosistémica.

Relación de los factores formadores del suelo y sus propiedades a través de los procesos de formación. Basado en el esquema de García y García (2013).

1. La descomposición de materia orgánica, que ocurre principalmente por actividad enzimática de bacterias y hongos, ayudan a triturar residuos de plantas y animales y dispersar los propágulos microbianos.

2. Ciclo de nutrientes: Está relacionado directamente con la descomposición, que realizan los microorganismos que son los mediadores de las transformaciones en los ciclos. Los microorganismos ayudan en la absorción de nutrientes por la vegetación, debido a que realizan asociaciones simbióticas como las micorrizas y la fijación de N<sub>2</sub> en nódulos de raíces.

3. Bioturbación: Las raíces de plantas, lombrices de tierra, termitas, hormigas y algunos de la macrofauna del suelo, se mantienen físicamente activos dentro del suelo, ayudan a la formación de poros, agregados y montículos, y movimiento de partículas de una capa a otra.

4. Enfermedades y control de plagas: la biota del suelo incluye virus, bacterias, hongos y animales invertebrados que pueden causar enfermedades y la muerte en animales y plantas, incluso en humanos. Las plagas son reguladas por otros miembros de la biota, como microbívoros (se alimentan de microbios) y micropredadores (se alimentan de animales) y estos también tienen unas interacciones antagónicas microbianas.

Este tipo de organización se realiza teniendo en cuenta las funciones que generan estos organismos en los ecosistemas, debido a que la clasificación que se presenta permite tener en cuenta una amplia biodiversidad de organismos del suelo. En la FAO también se realiza una organización sobre el tamaño de los organismos, la

cual tiene ciertas dificultades porque los tamaños pueden variar en los individuos y es algunas veces el organismo puede variar en su clasificación.

	Tamaño	Clasificación	Algunos Ejemplos
Microbiota	<0.1 mm de diámetro	microflora	Algas, bacterias, arqueas, cianobacterias, hongos, levaduras, mixomicetos y actinomicetos
		microfauna	Nematodos, protozoos, turbelarios, tardígrados y rotíferos
Mesobiota	0.1 a 2 mm de diámetro		microartrópodos, como pseudo-escorpiones, protura, diplura, colémbolos, ácaros, pequeños miriápodos y los enquitreidos
Macrobiota	> 2 mm	vertebrados	serpientes, lagartos, ratones, conejos, zorros, tejones, topos.
		invertebrados	hormigas, termitas, milpiés, ciempiés, lombrices de tierra, chinches, orugas, larvas de insectos, tijeretas, peces plateados, caracoles, arañas, cosechadores, escorpiones, grillos y cucarachas.

Fuente FAO. Adaptado de <http://sintrainduscafe.org/secciones/organismos-en-el-suelo/>

## El clima



El clima y la topografía son factores muy importantes en la formación del suelo y sus propiedades. De los factores climáticos que inciden en la formación de los suelos encontramos, las precipitaciones y la temperatura, estas varían de acuerdo a la altitud y longitud de la tierra y la radiación solar. (García y García, 2013).

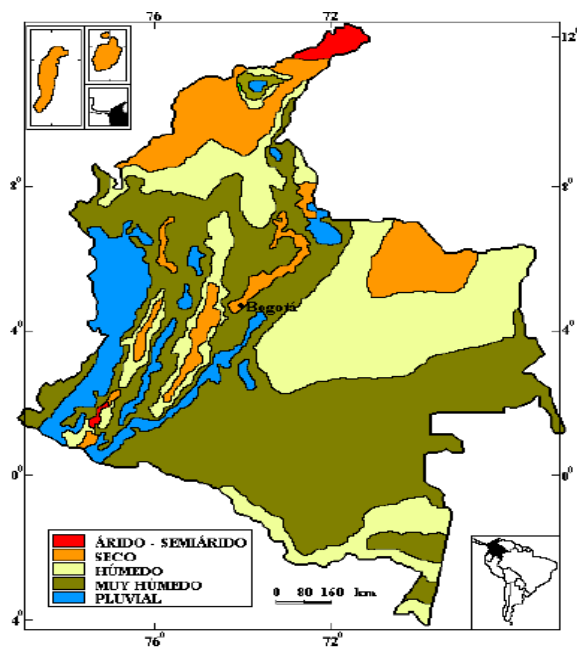
En un lugar como Colombia es importante reconocer el espacio geoespacial que tiene y el relieve que tiene, debido a que esto va incidir en las condiciones climáticas. De forma equivalente es importante reconocer la importancia de la **evapotranspiración potencial (ETP)**. Ésta determina la cantidad de agua necesaria para suplir las necesidades de las plantas y de la evaporación características de la zona que se estudia. (Jaramillo, 2002)

La unidad natural climática básica del sistema de clasificación del clima se la denomina **Zona de Vida** y es un área que tiene iguales condiciones de **biotemperatura, precipitación y condición de humedad** promedio anual. (Jaramillo, 2002).

## Relieve



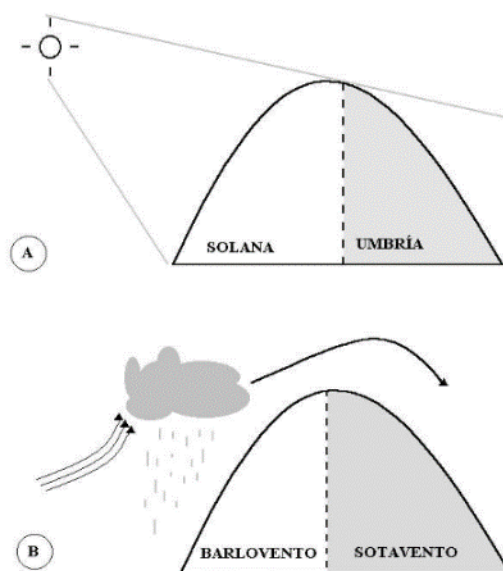
El relieve puede considerarse, de una manera simple, como el conjunto de formas que se presentan en la superficie de la tierra (Jaramillo, 2002).



Espinal (1991 citado por Jaramillo 2002). Zonas de vida

La composición y propiedades de los suelos están relacionados principalmente con el relieve, el cual puede actuar de manera directa (erosión y migración de elementos) e indirecta (caracteres hidromórficos, radiación solar y evapotranspiración dependiendo de la altitud). (García y García, 2013).

De igual manera la incidencia de mayor o menor absorción de radiación solar dependiendo de la zona solana y umbría por el relieve.



Efectos del relieve en el clima y en la vegetación A. Según las horas de sol recibidas. B. Según la dirección habitual del viento. Recuperado de

<http://ficus.pntic.mec.es/ibus0001/rural/factores.html>



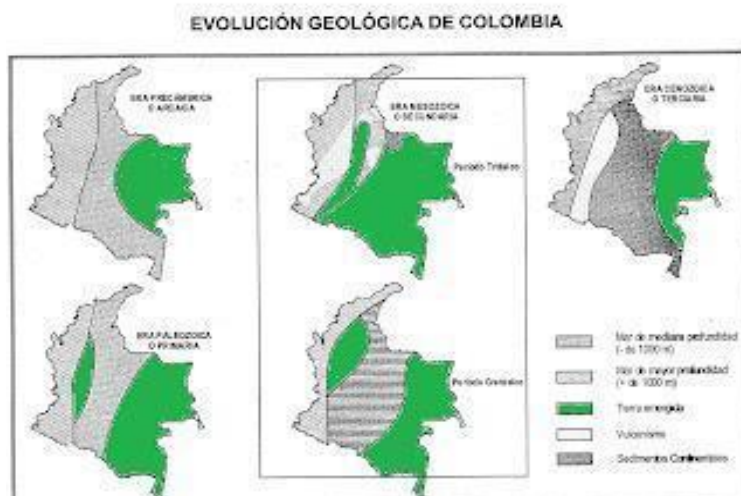
## Tiempo



Uno de los factores de formación es el tiempo, debido a que se necesita tiempo para los procesos de meteorización, pero también es importante reconocer que el suelo tiene un tiempo como lo expone Jacob (1999):

*La corteza terrestre en dos series espaciales, una vertical y otra horizontal, que pueden transcribirse en una suerte de cuadro cronológico. Una que describe la época y la contemporaneidad, y otra que precisa la naturaleza y, en ciertos casos, el modo de formación. (p. 106)*

Los suelos colombianos se han formado hace millones de años, debido a que el territorio ha sufrido varios cambios debido a que las condiciones han cambiado desde hace años.



Recuperado de: <http://socialesjaiensec.blogspot.com/2013/>

## Material Parental



La corteza terrestre está conformada principalmente por el ácido silícico que se encuentra combinado principalmente por sodio, aluminio, potasio, calcio, hierro y iones de oxígeno. El material parental influye en las características en el suelo, por ejemplo, **El Regolito** que es el material suelo, que se encuentra en la litosfera de la superficie. **El saprolito** es el residuo en el suelo de la roca degradada que mantienen algunas características de la estructura parental, por ejemplo, de rocas arcillosas y otros materiales. (García y García, 2013)

## LAS PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DEL SUELO

Las principales características de la roca madre que intervienen en la formación de suelos, según García, G. y García, S. (2013):

**La composición:** Rocas con minerales inestables evolucionan fácil y rápidamente para formar suelos.

**Permeabilidad:** la fragmentación, alteración y translocación de la roca madre condicionan de forma fundamental la penetración y circulación del aire y el agua en el suelo.

**Granulometría:** se puede decir que los materiales como arenas presentan una gran estabilidad frente a la alteración y origina materiales muy porosos y de fácil drenaje



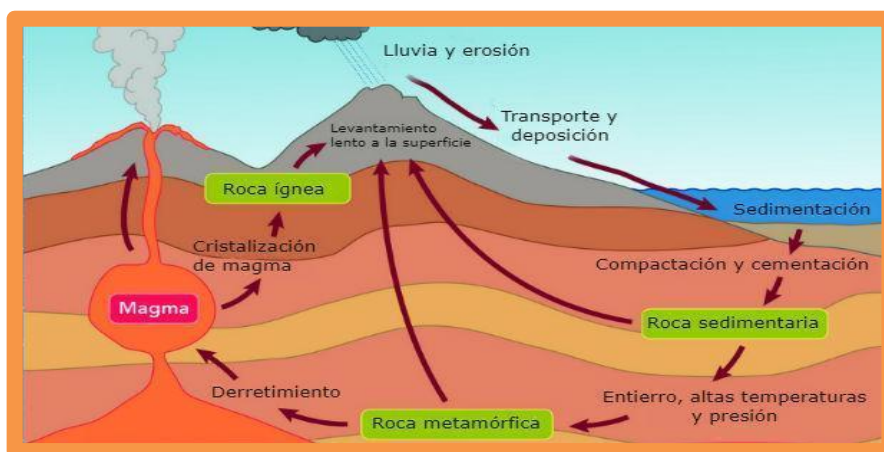
De igual forma García y García (2013) Clasifican los tipos de rocas de la siguiente manera:

**Las rocas ígneas** están formadas por la solidificación del magma.

**Las rocas sedimentarias** con el producto de la meteorización de las rocas ígneas y metamórficas, y se forman después de la deposición por el viento y agua.

**Las rocas metamórficas** provienen de las rocas ígneas y sedimentarias.

A continuación, se evidencian las diferentes transformaciones que surgen las Rocas ígneas, Rocas sedimentarias y Rocas metamórficas.



Formación de Rocas. Tomado de <https://geobax.com/geologia/ciclo-de-rocas/>

## EL PERFIL DEL SUELO

Es la exposición vertical de una porción superficial de la corteza terrestre que incluye todas las capas u horizontes. Los horizontes son las unidades para el estudio y la clasificación de los suelos. Estos se representan con una letra en mayúscula. Para identificar estos perfiles se tiene en cuenta el color, la textura y la estructura. García, G. y García, S. (2013), los expone de la siguiente manera:

**Horizonte H.** Está formado por acumulación de materia orgánica sin descomponer (más 20-30%) en la superficie. Generada en condiciones anaeróbicas y exceso de agua.

**Horizonte O:** Es una capa orgánica desarrollada bajo condiciones aeróbicas, sin saturación de agua. Presenta materia orgánica, es la capa de hojarasca que recubre los bosques.

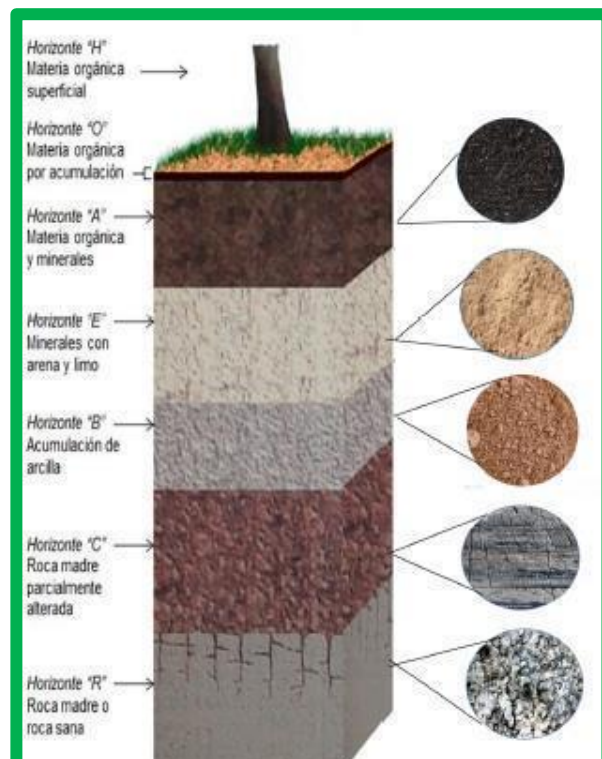
**Horizonte A:** Aluvial. Es el suelo superficial, es donde se encuentra en mayor parte la materia orgánica procedente de las raíces y otros restos de la superficie.

**Horizonte E:** es el horizonte mineral en el que el rasgo principal es la pérdida de arcilla, de hierro, o de aluminio, dejando concentraciones de limo y arena.

**Horizonte B:** En los horizontes B se han destruido todo o la mayor parte de la estructura original de la roca. Presenta concentraciones de arcilla, hierro, aluminio, humus, carbonatos, yeso, sílice, solas o en combinación.

**El horizonte C:** Es aquel que está poco afectado por proceso de formación del suelo y carecen de los horizontes O, A, E, o B, E, muchos de estos son capas de minerales.

**El horizonte R:** Es el material parental o roca endurecida (regolito), son difíciles de excavar. Las rocas pueden tener grietas que permiten el paso de las raíces, o pueden tener arcilla u otro material. No es un horizonte del suelo.



Perfil del suelo, modificado. Recuperado de: <https://about-haus.com/prueba-de-sedimentacion/perfil-de-suelo/>

## PROPIEDADES DEL SUELO

Las propiedades del suelo según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) pueden ser físicas, químicas y biológicas. Estas propiedades al estar interrelacionadas permiten generar propiedades emergentes que hacen del suelo un ecosistema.

### PROPIEDADES FÍSICAS



Las condiciones físicas del suelo son importantes porque están relacionadas estrechamente con las propiedades biológicas y químicas.

Algunas de las propiedades del suelo son, según Rucks, L., García, F., Kaplán, A., Ponce de León, J., y Hill, M. (2004)

**La textura:** Principalmente se debe tener en cuenta que la roca madre a través de procesos de meteorización tendrá una tendencia a generar suelos arcillosos, limoso o arenosos. De igual forma la formación del humus depende de diferentes factores que condicionaran su naturaleza.

**Porosidad:** Los espacios que no están ocupados por sólidos, se llaman poros. Estos dependen de la textura y la estructura del suelo. *Los macroporos* son los que no retienen el agua en contra de la fuerza de gravedad y los *microporos* son los que retienen el agua, la cual esta disponible para las plantas.

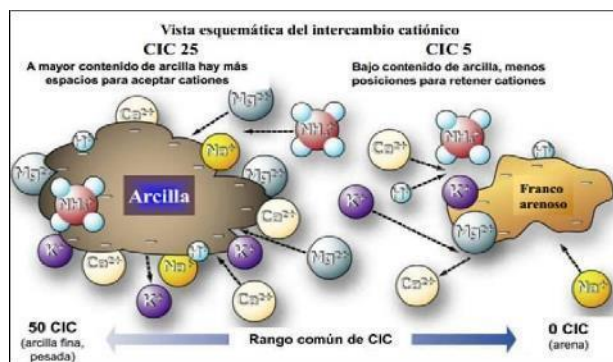
**Color:** es un carácter del suelo, fácil de observar y permite identificar un tipo de suelo dentro del cuadro regional o local, debido a que dependiendo del color se pueden inferir el tipo de componentes.

**Estructura:** Se la define como el arreglo de las partículas del suelo. Se debe entender por partículas, no solo las que fueron definidas como fracciones granulométricas (arena, arcilla y limo), sino también los agregados o elementos estructurales que se forman por la agregación de las fracciones granulométricas.

**Consistencia del suelo:** es usualmente definida como el término que designa las manifestaciones de las fuerzas físicas de cohesión y adhesión, actuando dentro del suelo a varios contenidos de humedad.

## PROPIEDADES QUÍMICAS

La química de suelos es aquella parte de la ciencia del suelo que estudia la composición, las propiedades y las reacciones químicas de los suelos. (Fassbender, 1982 citado por Jaramillo, 2002).



Capacidad de Intercambio Catiónico. Tomado de <https://www.intagri.com/articulos/suelos/la-capacidad-de-intercambio-cationico-del-suelo>

Según la FAO, la descripción de una de las propiedades químicas más importante es:

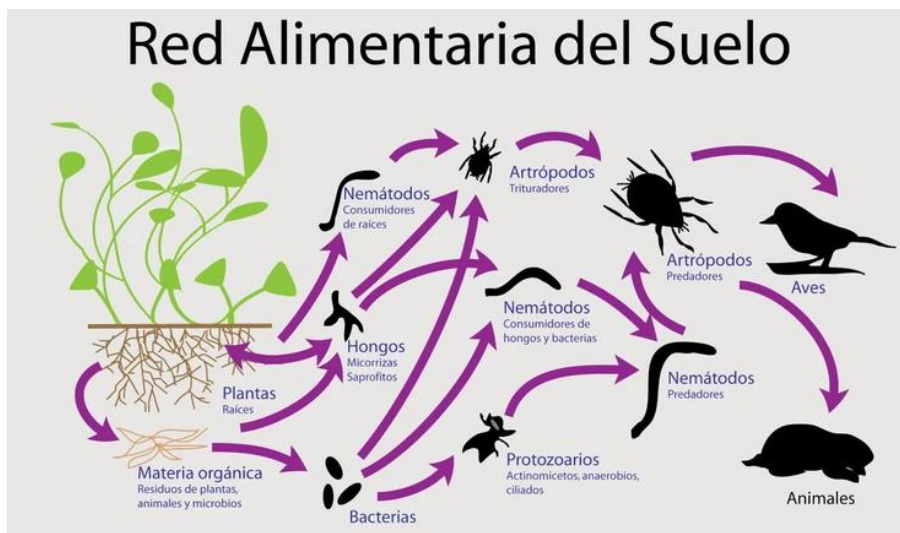
La Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) es una medida de cantidad de cargas negativas presentes en las superficies de los minerales y componentes orgánicos del suelo (arcilla, materia orgánica o sustancias húmicas) y representa la cantidad de cationes que las superficies pueden retener (Ca, Mg, Na, K, NH<sub>4</sub> etc.). El nivel de CIC indica la habilidad de suelos a retener cationes, disponibilidad y cantidad de nutrientes a la planta, su pH potencial entre otras.

## PROPIEDADES BIOLÓGICAS

El suelo es, según el United States Department of Agriculture (USDA, 1998), "**la parte más diversa, biológicamente, de la tierra**". Los organismos vivos del suelo mejoran la entrada y el almacenamiento de agua, la resistencia a la erosión, la nutrición de las plantas y la descomposición de la materia orgánica en él. (Jaramillo, D, 2002)



Los organismos son principales en los ciclos biogeoquímicos porque permiten el flujo de materia y energía en los ecosistemas. Las relaciones entre la vegetación y los organismos del suelo son muy importantes porque estas relaciones de beneficio y competencia son necesarias para mantener el sistema. Claro se debe tener presente que estas dinámicas dependen también de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.



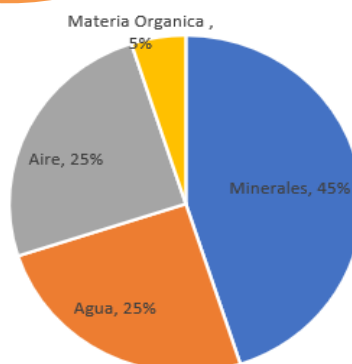
Red alimentaria del Suelo. Recuperado de:

<https://www.ganaderiaregenerativa.com/post/2018/01/15/red-trofica-del-suelo>

### COMPONENTES DEL SUELO

Sabías que...

En el suelo se pueden encontrar tres fases, la primera es la fase sólida, que es donde se encuentran partículas orgánicas (cristalinas y no cristalinas) y las inorgánicas. En la fase líquida, se encuentran el agua y los solutos que están disueltos en ella. En la fase gaseosa o atmósfera del suelo, está formada por los compuestos que están de forma gaseosa como el dióxido de carbono y el oxígeno.



Gráfica Composición física del suelo. (Jaramillo, 2002).



## EL COLOR

El color es una de las características morfológicas más notorias del suelo. Guarda una estrecha relación con sus principales componentes sólidos. (Jaramillo, 2002). Montenegro y Malagón (1990, citado por Jaramillo, 2002) también apuntan otras características del suelo, que pueden relacionarse con el color, como:

- ✓ Los colores oscuros, en suelos con bajo contenido de materia orgánica, pueden indicar la presencia de complejos de materia orgánica con óxidos de hierro, de carbón, de óxidos de manganeso y/o de magnetita.
- ✓ Los colores rojos indican buen drenaje y buena aireación, así como intensas meteorizaciones y evolución.
- ✓ Los colores grises a blancos pueden mostrar contenidos importantes de cuarzo, caolinita u otras arcillas silicatadas, carbonatos de Ca y/o Mg, yeso, sales y/o óxido ferroso y pueden indicar condiciones de mal drenaje; también pueden indicar muy bajos contenidos de coloides en el suelo (materia orgánica, arcillas y/o sesquióxidos de Fe y Al), característicos de horizontes sometidos a procesos intensos de eluviación.

Con la combinación de las diferentes categorías del color de los componentes del suelo, se diseñaron las diferentes cartas de color Munsell.

## EXPERIENCIA SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO

### COLOR

1.Revisa cada una de las muestras e identifica el color que tiene cada uno:

Muestra	Dibujo	Observación

2. ¿Se puede conocer los componentes del suelo con solo mirar el color?

3. ¿Qué preguntas te surgen de la actividad?

4. ¿Cuáles son los limitantes de la práctica?

### LA TEXTURA

La **textura** es aquella propiedad que establece las cantidades relativas en que se encuentran las partículas de diámetro menor a 2 mm, es decir, la **tierra fina**, en el suelo; estas partículas, llamadas **separados**, se agrupan en tres clases, por tamaños: **Arena (A)**, **Limo (L)** y **Arcilla (Ar)** y son definidas como se muestra en la

*Tamaño partícula según varias instituciones internacionales. Fuente Jaramillo (2002).*

SEPARADO	RANGO DE DIÁMETRO DE PARTÍCULA (mm)		
	USDA	ISSS*	DIN y BSI**
ARENA	2 - 0.05	2 - 0.02	2 - 0.08
LIMO	0.05 - 0.002	0.02 - 0.002	0.08 - 0.002
ARCILLA	< 0.002	< 0.002	< 0.002

\* Sociedad Internacional de la Ciencia del Suelo.  
 \*\* DIN: Instituto Alemán de Estándares; BSI: Instituto Británico de Estándares.

El tamaño de las partículas que predominan el suelo, las cuales son:

**Textura gruesa** cuando el suelo tiene las partículas predominantes son de tamaño grande.

**Textura fina** son aquellos cuyas partículas predominantes son las de menor tamaño.

### Clases texturales

Las clases texturales permiten interpretar los resultados obtenido a partir de las diferentes cantidades en que se presentan los separados del suelo. El termino para designar una clase textural implica el separado dominante en la textura, por lo tanto, en un suelo arcilloso limoso, se colocará el dominante en la muestra, que en este caso si tenemos una relación de (30%-60%), entonces será llamado Arcilloso.

En cambio, cuando en la muestra estén en una misma proporción, es decir donde ninguno de los dos sea dominante, entonces se asignará la palabra Franco.

Tabla de Rango de variación de los contenidos de arena, limo y arcilla en las diferentes clases texturales de suelos. Fuente: Jaramillo (2002).

CLASE TEXTURAL	RANGO (%) EN EL CONTENIDO DE		
	ARENA	LIMO	ARCILLA
<b>Arenosa</b>	100 – 85	15 – 0	10 – 0
Arenosa franca	90 – 70	30 – 0	15 – 0
Franco arenosa	85 – 43	50 – 0	20 – 0
<b>Franca</b>	52 – 23	50 – 32	27 – 7
Franco limosa	50 – 0	87 – 50	27 – 0
Limosa	20 – 0	100 – 80	12 – 0
Franco arcillo arenosa	80 – 45	28 – 0	35 – 20
Franco arcillosa	45 – 20	53 – 15	40 – 27
Franco arcillo limosa	20 – 0	73 – 40	40 – 27
Arcillo arenosa	67 – 45	20 – 0	55 – 35
Arcillo limosa	20 – 0	60 – 40	60 – 40
<b>Arcillosa</b>	45 – 0	40 – 0	100 – 40

## ACTIVIDAD 2

### TEXTURA DEL SUELO MÉTODO AL TACTO

1. Se toma una muestra de suelo seco sobre la mano y se observa el tamaño de los granos (grueso, medio, fino); se frota una pequeña cantidad entre el pulgar y el índice y se observa cómo se siente al tacto (suave, áspera, sedosa, etc.); se frota luego cerca al oído y se establece si se produce ruido.
2. Se humedece la muestra anterior lentamente, sin llegar a tener exceso de agua, se amasa y se trata de formar una bola, observando su comportamiento y estabilidad; se amasa nuevamente la muestra y se frota entre la palma de la mano y una superficie sólida para formar un rollo, se observa su espesor y estabilidad; se estruja la muestra entre el pulgar y el índice y se define su plasticidad (facilidad para deformarse y conservar esa deformación): plástico, no plástico.
3. Se agrega un poco más de agua a la muestra, se estruja entre el pulgar y el índice y se observa la pegajosidad de ella en los dedos (alta, regular, baja, nula).



## PERMEABILIDAD

La permeabilidad está relacionada con la porosidad de los suelos, debido a que estos están conformados por diferentes partículas, no son totalmente sólidos, sino que están formados por diferentes partículas que están en estado sólido, líquido y gaseoso. Se dice que un material es permeable cuando contiene vacíos continuos, estos vacíos, existen en todos los suelos incluyendo las arcillas más compactas, el granito e incluso la pasta de cemento son materiales permeables. (Angelone et al., 2006).

### ACTIVIDAD 3

#### PERMEABILIDAD 1

##### **Materiales**

- Botellas plásticas
- Tapas con orificio
- Tierra, greda y arena
- Algodón
- 300 mililitros de agua
- 1 cucharadita de colorante de comida



##### **Procedimiento**

1. Cortar tres botellas plásticas por la mitad.
2. Colocar la parte superior, puesta al revés funcionara como un embudo.



3. La parte inferior será marcada con cinta de enmascarar por centímetros.



4. Colocar el algodón en el cuello de cada una de las botellas y tapar.
5. Realizar un agujero en cada una de las tapas y cerrar las botellas.
6. Colocar el algodón en el fondo del embudo de plástico.
7. Agregar en la primera botella 20 gramos tierra, en la segunda botella 20 gramos de arena y en la tercera botella 20 gramos de greda. Posterior rotular cada botella.
8. Agregar 100 ml de agua con colorante a cada uno de los montajes con botellas.

## ANÁLISIS Y RESULTADOS

1. Describe que ocurrió con el agua en cada uno de los montajes:

Componentes	Describe lo observado
Arena	
Humus	
Greda	

2. ¿Cuál es el montaje más permeable? ¿Por qué ocurre esto en el montaje?

3. ¿Cuál es el montaje menos permeable? ¿Por qué crees que ocurre esto en el montaje?

4. ¿Qué preguntas emergen de la experiencia Permeabilidad 1?



Tabla del tamaño de las partículas del suelo

Partícula	Tamaño (mm)
<b>Arcillas</b>	<0,002
<b>Limos</b>	0,002-0,06
<b>Arenas</b>	0,06-2
<b>Gravas</b>	2-60
<b>Cantos rodados</b>	60-250
<b>Bloques</b>	<250



Recuperado de <https://www.agromatica.es/el-tipo-de-suelo-de-mi-jardin/>

<https://www.intagri.com/articulos/suelos/propiedades-fisicas-del-suelo-y-el-crecimiento-de-las-plantas>

5. En un caso hipotético donde tuviéramos todos los materiales de la tabla anterior, con el mismo peso, tamizados, totalmente secos y teniendo en cuenta que las características biología y físico-químicas de los componentes inciden en el movimiento del agua. ¿Cuál sería el componente más permeable? Y ¿Cuál sería el menos permeable? Explica tu respuesta.

6. ¿Cuál es la relación de la forma, el tamaño de la partícula o grano de componentes del suelo y la permeabilidad?

7. Teniendo en cuenta el experimento de permeabilidad No.1 donde se agrega agua a tres montajes, el primero con tierra, el segundo con arena de cantera y el tercero con greda seca. Registra en la siguiente tabla los datos obtenidos:

	Tierra(ml)	Arena (ml)	Greda (ml)
Agua inicial	100	100	100
Agua absorbida			
Agua decantada			

8. Escribe dos conclusiones del experimento:

## ACTIVIDAD 4

### PERMEABILIDAD 2

#### Materiales

- Botellas plásticas
- Tapas con orificio
- Tierra, greda y arena
- Algodón
- 300 mililitros de agua
- 1 cucharadita de colorante de comida



## Procedimiento

1. Cortar tres botellas plásticas por la mitad.
2. Colocar la parte superior, puesta al revés funcionara como un embudo. La parte inferior será marcada con cinta de enmascarar por centímetros.
3. Realizar un agujero en cada una de las tapas y cerrar las botellas.
4. Colocar el algodón en el fondo del embudo de plástico.
5. Agregar en la primera botella 20 g greda, 20 g de arena y 20 g de tierra.
6. Agregar en la primera botella 20 g tierra, 20 g de arena y 20 g de greda.
7. Agregar en la primera botella 20 g arena, 20 g de tierra y 20 g de greda.
8. Agregar 100 ml de agua con colorante a cada uno de los montajes con botellas.

**Foto montaje de permeabilidad 2. Fuente: Elaboración propia**



## ANÁLISIS Y RESULTADOS

1. Registra los datos en la siguiente tabla:

	Montaje 1 (ml)	Montaje 2 (ml)	Montaje 3 (ml)
Agua inicial	100	100	100
Agua absorbida			
Agua decantada			

2. Teniendo en cuenta que la permeabilidad es una propiedad que está relacionada con el tamaño de la partícula, pero también está relacionado con el tamaño de la capa, es decir la profundidad. ¿Cuál es el montaje más permeable? ¿Qué propiedades tiene sus capas?

3. Teniendo en cuenta que la permeabilidad está relacionada con los componentes del suelo, ¿Cómo crees que afecta el orden de las capas en la permeabilidad?

4. Teniendo en cuenta que el experimento de permeabilidad No.2 ¿Cómo crees que influyen las capas del Suelo en los ecosistemas?

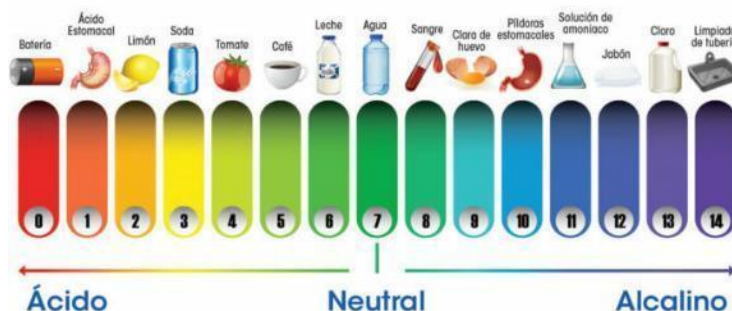
5. ¿Qué se puede concluir de la actividad?

## EXPERIENCIA DE PROPIEDADES QUÍMICAS DEL SUELO

### pH

El pH es una propiedad química que mide el grado de acidez o alcalinidad de las soluciones acuosas. Por definición se considera que el pH es el logaritmo negativo de la actividad de los protones ( $H^+$ ) en una solución acuosa.  $pH = -\log(H^+)$

En los suelos el pH es una propiedad química de mucha importancia porque indica que tan ácida o alcalina es la solución del suelo, que es de donde las raíces y los microorganismos del suelo toman sus nutrientes. (Osorio, N. 2012).



Escala de pH. Tomado de <https://quimicaencasa.com/calculo-de-ph-y-poh/escala-de-ph/>

Los suelos con pH sobre 7 son básicos o dulces. Los suelos con pH bajo 7 son ácidos o amargos. El suelo con pH de valor 7 no es ni ácido ni básico, sino que es neutro.

### El pH y el crecimiento

El pH es uno de los parámetros más importantes que influyen en la fertilidad del suelo. Indica si contiene niveles tóxicos de aluminio y manganeso, si es bajo el contenido de elementos básicos como el calcio y el magnesio, y se puede regular con la adición de algunas sustancias que regulen el suelo dependiendo la planta.

El pH es uno de los parámetros más importantes que influyen en el crecimiento de las plantas. Es muy complicado indicar el pH apropiado para las plantas debido a que depende de cada especie, algunas crecen mejor en medios un poco ácidos y otros en medios básicos, pero este si es un indicador de la disponibilidad de ciertos macro y micronutrientes del suelo. (Rivera, E., Sánchez, M., y Domínguez, H, 2018).

El pH del suelo es un buen indicador de disponibilidad de nutrientes, es decir entre las bandas sean más gruesas son más asimilables por las plantas, pero es claro que se debe tener en cuenta que estas graficas son basadas en el comportamiento de plantas con mayor interés agropecuario, como se muestra en el diagrama de Trug.

(Recuperado de <https://www.madrimasd.org/blogs/universo/2007/05/09/65262>)

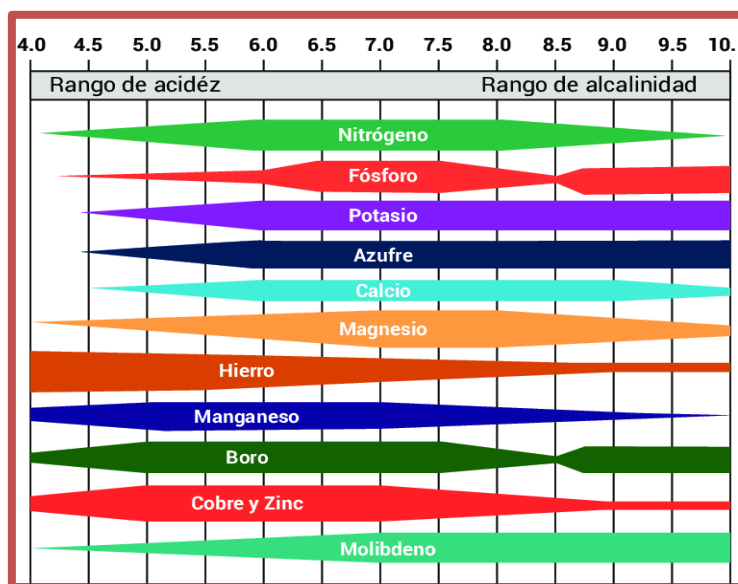


Imagen tomada de [https://www.researchgate.net/figure/Figura-15-Disponibilidad-de-nutrientes-segun-el-pH-del-suelo-Castellanos-2000\\_fig7\\_323823646](https://www.researchgate.net/figure/Figura-15-Disponibilidad-de-nutrientes-segun-el-pH-del-suelo-Castellanos-2000_fig7_323823646)

## ACTIVIDAD 5

### Identificación de pH en muestras de Suelo

#### Materiales

- Agua destilada
- Col morada
- Beaker
- 3 tarros de compota
- 50 gr de arena
- 50 gr de limo
- 50 gr de tierra



#### Procedimiento pH casero

1. Calentar 500 ml de agua destilada hasta que se encuentre en su punto de ebullición.
2. Agregar el repollo morado picado en el agua destilada que estaba hirviendo.

#### Procedimiento medición de las muestras

1. Se agregan 50 ml (medidos con el beaker) del pH casero en los tres tarros de compota.
2. Colocamos 2 cucharadas de las muestras en cada uno de los tres recipientes.
3. Rotular cada una de las muestras.
4. Esperar 15 minutos y registramos las observaciones.

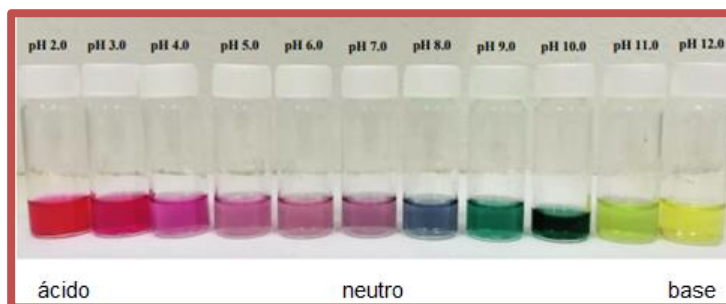


**ANÁLISIS Y RESULTADOS**

1.Registrar los resultados obtenidos en la siguiente tabla:

<b>Código de la muestra (001)</b>	<b>Dibujo</b>	<b>Escala de pH (1-14)</b>	<b>Tipo de pH (ácido, neutro, base)</b>

*Identificación de pH con Col morada. Fuente Pichardo (2019)*



5. De acuerdo a la introducción del pH y los resultados obtenidos ¿Cuál es la relación entre el pH y los macro y microelementos?

6. Teniendo en cuenta que hay factores externos que inciden en el pH de los suelos y generan cambios en sus propiedades físicas, químicas y biológicas.

7. ¿Qué podemos concluir de la actividad?

**Interpretación del pH del suelo (agua, 1:1, V:V). Fuente: ICA**

pH	Categoría	Interpretación
< 5.0	Extremadamente ácido	Severa toxicidad por Al y quizá por Mn; Alta probabilidad de deficiencia de P, S, Mo y bases intercambiables; se esperan altos niveles de algunos micronutrientes. Muchos cultivos requieren encalamiento.
5.0-5.5	Fuertemente ácido	Toxicidad moderada por Al y Mn; deficiencia de P, S, Mo y bases; altos niveles de algunos micronutrientes. Muchos cultivos requieren encalamiento.
5.5-6.0	Moderadamente ácido	No se espera la toxicidad por Al; mayor disponibilidad de P, S, Mo y bases. Algunos cultivos susceptibles a la acidez del suelo requieren encalamiento.
6.0-6.5	Ligeramente ácido	Adecuada condición para la disponibilidad de nutrientes para las plantas.
6.5-7.3	Neutro	Altos niveles de Ca, Mg. Algunos cultivos pueden mostrar deficiencias de micronutrientes. La disponibilidad de P puede ser baja.
7.4-8.0	Alcalino	Baja disponibilidad de P y micronutrientes. Altos niveles de Ca, Mg. El Na puede ser un problema.
> 8.0	Muy alcalino	Severas limitaciones en la disponibilidad de algunos nutrientes. El nivel de Na puede ser tóxico.

Tomado de: <https://www.bioedafologia.com/sites/default/files/documentos/pdf/pH-del-suelo-y-nutrientes.pdf>

8. Teniendo en cuenta la anterior tabla. ¿Qué se puede concluir?

## EXPERIENCIA DE PROPIEDADES BIOLÓGICAS DEL SUELO

### MATERIA ORGÁNICA Y MICROORGANISMOS

#### Objetivo:

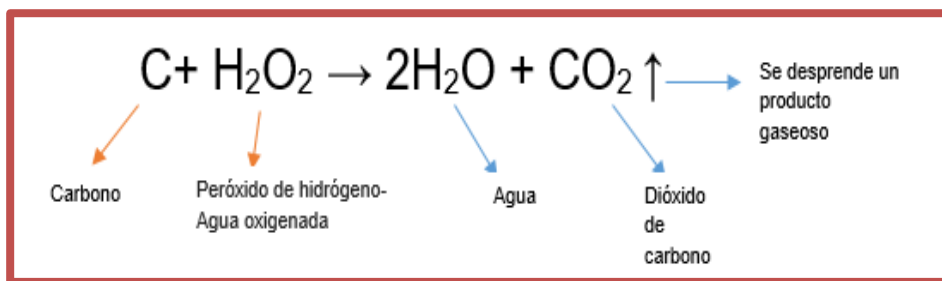
Evidenciar la presencia de materia orgánica en algunos componentes del suelo.

**Materia Orgánica:** La materia orgánica es el producto de la descomposición de restos de seres vivos. Puede almacenar gran cantidad de agua y es rica en minerales. (Página de la FAO).

La descomposición de restos vivos en el suelo constituye un proceso biológico básico en el que el carbono (C) es recirculado hacia la atmósfera como dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), el nitrógeno (N) es hecho disponible como amonio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) y nitrato (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) y otros elementos asociados (P,S, y varios micronutrientes) aparecen en la forma requerida por las plantas superiores. En este proceso algo del C es asimilado dentro del tejido microbiano (la biomasa del suelo) y parte es convertido en Humus. Parte del humus nativo es mineralizado simultáneamente, en consecuencia, el contenido total de materia orgánica es mantenido a un nivel estable característico del suelo y del manejo del sistema. (Silva, A., 1998).

Su cuantificación en suelos suele requerir equipos o reactivos de manejo complicado, aunque su presencia se puede detectar fácilmente, ya sea por el color oscuro del horizonte o bien mediante la adición de agua oxigenada. De haber una cantidad suficientemente alta de materia orgánica en el suelo, la reacción que se produce es la que se muestra a continuación, que permite la observación de cierta efervescencia (Villas, D. 2017):

**Reacción de la materia con peróxido de hidrogeno. Fuente: Elaboración propia**



**Materiales**

- 3 tarros de compota
- Agua oxigenada
- 3 compotas
- 3 bombas grandes
- 1 jeringa de 10 ml
- Una muestra de arena, greda y humus.
- Cita y marcador



**Procedimiento**

1. Colocar dos cucharadas de arena en un tarro de compota y rotular.
2. Colocar dos cucharadas de humus en un tarro de compota y rotular.
3. Colocar dos cucharadas de greda en un tarro de compota y rotular.
4. Agregar 10 ml de agua oxigenada medido con la jeringa en cada uno de los recipientes.
5. Cortar el cuellito de cada una de las bombas.
6. Colocar las bombas en cada uno de los recipientes, como se observa en la imagen.

*Foto montaje de materia orgánica. Fuente: Elaboración propia*



### ANÁLISIS Y RESULTADOS

1. Completar la siguiente tabla:

	Muestra arena	Muestra humus	Muestra greda
Dibujo			
Descripciones organolépticas (olor, tacto, sonido, color, textura)			

1. De acuerdo a los resultados obtenidos ¿Que sucede con los ecosistemas que tienen baja materia orgánica?

2. De acuerdo en la introducción sobre la materia orgánica, ¿Por qué se inflo más una bomba que otra? Justifica tu respuesta.

3. Teniendo en cuenta la reacción química descrita en la introducción ¿Qué sustancia se encuentra en la bomba? ¿Por qué se produce?

## CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO

La materia orgánica y los minerales de arcilla del suelo poseen una serie de cargas negativas con capacidad para retener (adsorber) nutrientes como el potasio, el calcio, el magnesio y otros cationes que se encuentren en la fase líquida del suelo, lo que se conoce como capacidad de intercambio catiónico.

### Material

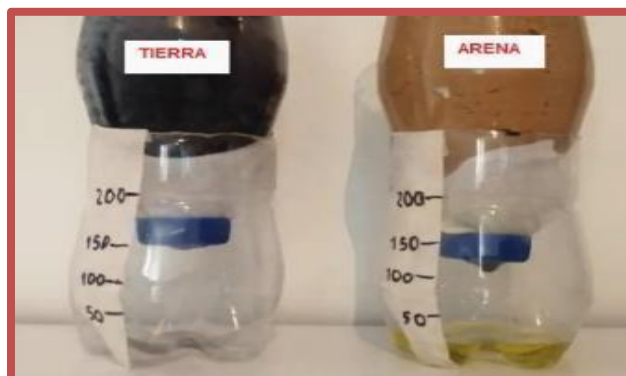
- Dos botellas plásticas con tapa
- Papel filtro
- 50 gr de tierra
- 50 gr de arena seca
- 200 ml de Agua destilada
- 20 gr de sulfato de cobre (II)
- colador

### Procedimiento

- 1.Cortar tres botellas plásticas por la mitad.
- 2.Colocar la parte superior, puesta al revés funcionara como un embudo. La parte inferior será marcada con cinta de enmascarar marca cada 50 ml.
- 3.Realizar un agujero en cada una de las tapas.
- 4.Colocar el papel filtro en cada una de las botellas y cerrar las botellas con las tapas.
- 5.Agregar el sulfato de cobre en los 200 ml en agua destilada y colar.
- 6.Agregar 100 ml en cada uno de los montajes.
- 7.Esperar 15 minutos a que la mezcla se decante en el recipiente de la parte inferior.



**Foto Montaje de capacidad de intercambio catiónico. Fuente: Elaboración propia**



## ANÁLISIS Y RESULTADOS

1.Registra las observaciones

	Montaje de arena	Montaje de tierra
<b>Imagen</b>		
<b>Descripción</b>		
<b>Cantidad de agua decantada (ml)</b>		

2. ¿Por qué crees que se obtuvieron resultados diferentes en cada uno de los montajes?

A large, empty rectangular box with an orange border, intended for the student to write their answer to question 2.

3. ¿Qué preguntas surgen de la experimentación?

A large, empty rectangular box with an orange border, intended for the student to write their answer to question 3.

## PROBLEMÁTICAS AMBIENTALES DEL SUELO

**Leer el siguiente apartado del artículo:**

La 9.70 y el futuro de las semillas

Por: Diana Rodríguez Franco, César Rodríguez Garavito (Se retiró en 2019) | September 14, 2013

El paro agrario y el documental 9.70 en el que funcionarios del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) son filmados destruyendo 62 toneladas de arroz en el Huila, cumpliendo con la resolución 970 de 2010, han puesto el tema de las semillas en el centro del debate público. La principal discusión ha girado en torno a cómo la 970 regula la producción, el uso y la comercialización de semillas en Colombia. El Gobierno la ha defendido a ultranza, tildado de inexacto e infundado lo que muestra el documental y argumentan los campesinos. Pero en lugar de desgastarse rechazando y defendiéndose de las críticas que resultaron ciertas, debería reconocer el error y avanzar hacia una solución que el mismo Gobierno parece estar pensando.

### Actividad

1. Ver el video: [https://www.youtube.com/watch?v=kZWAqS-El\\_g](https://www.youtube.com/watch?v=kZWAqS-El_g)

2. Contestar las siguientes preguntas:

1. ¿Qué es el TLC? ¿Cuántos TLC tiene Colombia en la actualidad?
3. ¿Por qué la policía y el ESMAD destruyen los bultos de arroz?
4. ¿Qué es una semilla certificada?
5. ¿Qué opinas sobre la situación ocurrida en campo alegre?
6. ¿Qué opinas sobre la ley 9.70 del 2010? ¿Crees que hay intereses económicos en imponer semillas certificadas?

## LA VIDA EN EL SUELO

El documental muestra la diferencia entre un suelo habitado por microorganismos, el cual se etiqueta como sano y otro suelo sin microorganismos que no es sano. La relación entre microorganismos y las raíces de las plantas permite tener una relación simbiótica, que permiten la absorción del nitrógeno atmosférico. En comparación con los suelos, donde no hay vida, como consecuencia, de la implementación de pesticidas y fungicidas aplicados al suelo.

Link: <https://www.youtube.com/watch?v=DS9qt75LVW4&t=730s>

### Preguntas Orientadoras

1. ¿Por qué el tiempo es un factor importante en la creación del suelo?

2. ¿Cuál es la importancia de los microorganismos en el suelo? ¿Cómo se relacionan los organismos que se encuentran en el suelo?

3. ¿Por qué son importantes el **Rizhobium**?

4. ¿Cuál es la diferencia entre un suelo sano y un suelo enfermo?

5. ¿Por qué se puede indicar que el suelo es un ecosistema?

## EL CHICHARRÓN (PROBLEMA) DE LA TIERRA EN COLOMBIA



Ver el video: <https://www.youtube.com/watch?v=PDZRVaqAOTU>

### ***Preguntas orientadoras:***

1. ¿Cuál es el problema de la Tierra en Colombia?
2. ¿Cuáles son los principales perjudicados del mal manejo de tierras en nuestro país?
3. ¿El suelo colombiano solo se debe destinar para el cultivo de alimentos y ganadería?
4. ¿Cuál es la importancia del suelo en los ecosistemas colombianos?

## BIBLIOGRAFÍA

- García, G. y Navarro S. (2013). Química agrícola: química del suelo y de los nutrientes esenciales para las plantas. Mundi-Prensa Libros.
- Jaramillo, D. (2002). Introducción a la ciencia del suelo. Universidad Nacional de Colombia
- Jordana, R. (1996). Ecología y aspectos funcionales de la biodiversidad en el suelo. Tomado de [https://dadun.unav.edu/bitstream/10171/58938/1/138\\_Jordana\\_1996.pdf](https://dadun.unav.edu/bitstream/10171/58938/1/138_Jordana_1996.pdf)
- Ramírez, R. (1997). Propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos.
- Rucks, L., García, F., Kaplán, A., Ponce de León, J., y Hill, M. (2004). Propiedades físicas del suelo. Universidad de la República: Facultad de agronomía. Montevideo, Uruguay.
- Ruiz, F., Cevallos, M. B., Flores, J., Quishpe, F., Indígena, M., de Cotopaxi, C., y Ávila, V. (2009). Páramos, Urkukuna. [www.flacsoandes.edu.ec](http://www.flacsoandes.edu.ec).
- Villas, D., Perpiñá, O., y i Dalmau, C (2017). Experimentos didácticos con el suelo para la educación pre-universitaria. Escuela Politécnica Superior de Huesca, Universidad de Zaragoza. Tomado de <https://www.secs.com.es/wp-content/uploads/2016/11/El-suelo-en-la-educaci%C3%B3n-preuniversitaria.-Bad%C3%ADa.pdf>