

**LA DINÁMICA DEL SUELO Y SU RELACIÓN CON LOS ECOSISTEMAS COMO  
PROBLEMA DE CONOCIMIENTO**

**ANDREA GARCÍA POVEDA**

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL  
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA  
DEPARTAMENTO DE FÍSICA  
ESPECIALIZACIÓN EN DOCENCIA DE LAS CIENCIAS PARA EL NIVEL  
BÁSICO  
BOGOTÁ D.C  
2020**

**LA DINÁMICA DEL SUELO Y SU RELACIÓN CON LOS ECOSISTEMAS COMO  
PROBLEMA DE CONOCIMIENTO**

**ANDREA GARCÍA POVEDA**

**Trabajo de Grado como requisito para optar por el título como Especialista  
en Docencia de las Ciencias para el Nivel Básico**

Asesores

**STEINER VALENCIA VARGAS**

**INGRID VERA OSPINA**

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL  
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA  
DEPARTAMENTO DE FÍSICA  
ESPECIALIZACIÓN EN DOCENCIA DE LAS CIENCIAS PARA EL NIVEL  
BÁSICO  
BOGOTÁ D.C  
2020**

*“La idea de la complejidad es una aventura”* Edgar Morín (2004)

*“En la sistematización interesa tanto el proceso como el producto... nos formamos para sistematizar y sistematizando nos formamos.”* (Ghiso, 1998 citado por Van de Velde, 2008, p.5).

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco en primera instancia a mi familia por su apoyo incondicional, porque en todos los sentidos me ayudaron a poder materializar este sueño que tenía presente hace mucho tiempo.

A mis asesores Steiner Valencia Vargas e Ingrid Vera Ospina por ser parte fundamental en este proceso, el cual no hubiese sido el mismo sin su acompañamiento; infinitas gracias por todas las enseñanzas, gracias por sus correcciones, sugerencias y comentarios que muchas veces me permitieron mejorar en diferentes ámbitos y con su cariño y dedicación permitieron llevar este proyecto a feliz término, gracias porque más que mis asesores, fueron una guía y han ocupado un lugar importante en este proceso de crecimiento personal.

Gracias a la Universidad Pedagógica Nacional, por permitirme seguir formándome profesionalmente, porque siempre su finalidad ha sido ayudar a la formación de docentes críticos y reflexivos de su contexto, como sujetos que puedan transformar sus realidades.

Agradecer a la Fundación Colegio Mayor de San Bartolomé por permitirme desarrollar de la mejor manera mi proyecto.

Finalmente agradecer a los docentes que fueron partícipes en mi proceso formativo, Juan Alberto Aldana, Liliana Tarazona Vargas, Sandra Sandoval Osorio por sus enseñanzas y su compromiso con la educación. También a mis compañeros, que de una u otra manera ayudaron a la construcción de este trabajo: Rocío Ortega, Lorena Bejarano, Harold Villay, Katherine Londoño, María Fernanda, Laura Solarte.

## TABLA DE CONTENIDO

<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>CONTEXTO PROBLEMÁTICO</b>	<b>4</b>
El suelo como objeto de estudio y como parte del currículo de las ciencias naturales en la Educación Básica	6
Prácticas en la enseñanza de las ciencias relacionadas con el suelo como objeto de estudio en la Educación Básica	8
Reflexiones generadas como parte de los espacios de la especialización en Docencia de las Ciencias para el Nivel Básico	14
<b>DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA</b>	<b>19</b>
<b>OBJETIVOS</b>	<b>21</b>
Objetivo General	21
Objetivo Específico	21
<b>JUSTIFICACIÓN</b>	<b>22</b>
<b>PROCEDER METODOLÓGICO</b>	<b>25</b>
Sentidos orientadores de la Investigación cualitativa en la interpretación de las explicaciones construidas en el aula	25
Los problemas de conocimiento en la enseñanza del suelo como ecosistema.	27
La sistematización de experiencias como reflexión del quehacer docente	29
<b>CONTEXTO TEÓRICO</b>	<b>31</b>
<b>ELEMENTOS DISCIPLINARES PARA LA COMPRENSIÓN DEL SUELO Y SU DINÁMICA: El suelo como ecosistema algunas reflexiones para la comprensión del concepto</b>	<b>31</b>
<b>El suelo y su dinámica temporal: Formación y constituyentes</b>	<b>43</b>
Factores de Formación del suelo	43
Procesos de formación del suelo	50
<b>Historicidad del suelo: La historia geológica como herramienta de caracterización</b>	<b>52</b>
<b>Propiedades Físicas, Biológicas y Químicas</b>	<b>53</b>
<b>Relación Planta-Suelo</b>	<b>57</b>
<b>CONTEXTO PEDAGÓGICO</b>	<b>61</b>
Los Problemas de Conocimiento como perspectiva compleja para la enseñanza del suelo como ecosistema en la Educación Básica secundaria	61

<b>Referentes epistemológicos que orientan la propuesta</b>	<b>62</b>
Referentes pedagógicos de la propuesta	64
<b>Construcción de explicaciones en el aula</b>	<b>67</b>
<b>Actividad experimental en la enseñanza de las ciencias en la Educación básica</b>	<b>68</b>
<b>La observación en la enseñanza de las ciencias en la Educación básica</b>	<b>70</b>
<b>Enfoques actuales en la Enseñanza de Ciencias de la Tierra</b>	<b>71</b>
<b><i>INTERVENCIÓN EN EL AULA</i></b>	<b><i>74</i></b>
<b>Caracterización del Contexto institucional</b>	<b>74</b>
<b>Condiciones institucionales</b>	<b>74</b>
<b>Políticas educativas relacionadas con el plan de estudios</b>	<b>75</b>
<b>Descripción de la propuesta</b>	<b>77</b>
Generalidades de la ruta de intervención	78
<b><i>SISTEMATIZACIÓN</i></b>	<b><i>87</i></b>
<b>Sentidos de la sistematización recuperación de la experiencia del docente para la construcción de discurso pedagógico</b>	<b>87</b>
<b>Descripción de las agrupaciones y relaciones con el Contexto Problemático y el Contexto Teórico</b>	<b>93</b>
<b>Elementos de la matriz de la dinámica del suelo y su relación con los ecosistemas como problema de conocimiento</b>	<b>96</b>
<b>El suelo como objeto de estudio en la enseñanza de las ciencias permite comprender los ecosistemas como problema de conocimiento.</b>	<b>108</b>
<b><i>REFLEXIONES</i></b>	<b><i>113</i></b>
<b><i>BIBLIOGRAFÍA</i></b>	<b><i>118</i></b>
<b><i>ANEXOS</i></b>	<b><i>128</i></b>
<b>ANEXO 1 GUÍA PROPIEDAD FÍSICA. Permeabilidad 1</b>	<b>128</b>
<b>ANEXO 2 GUÍA PROPIEDAD FÍSICA. Permeabilidad 2</b>	<b>132</b>
<b>ANEXO 3 GUÍA DE PROPIEDADES QUÍMICAS. pH</b>	<b>134</b>
<b>ANEXO 4 GUÍA DE PROPIEDADES QUÍMICAS. Adsorción de nutrientes</b>	<b>138</b>
<b>ANEXO 5 GUÍA PROPIEDAD BIOLÓGICA</b>	<b>140</b>
<b>ANEXO 6 ARTÍCULO CIENTÍFICO</b>	<b>142</b>
<b>ANEXO 7 TABLA COMPARATIVA DE LAS CONDICIONES DE LOS ECOSISTEMAS</b>	<b>144</b>
<b>ANEXO 8 PÁGINA WEB</b>	<b>145</b>

**ANEXO 9 TABLA DE SEGUIMIENTO RELACIÓN PLANTA y SUELO**

**146**

**ANEXO 10 MATRIZ DE AGRUPACIONES**

**147**

## TABLA DE ILUSTRACIONES

Figura 1. Revisión preliminar de la política pública en la enseñanza del suelo....	21
Figura 2. Elementos disciplinares para la comprensión del suelo y su dinámica..	39
Figura 3. Relación entre los factores formadores del suelo y sus propiedades....	41
Figura 4. Esquema general de la formación de suelos con la intervención de distintas formas de meteorización.....	47
Figura 5. Elementos disciplinares y pedagógicos que configuran al suelo como ecosistema.....	57
Figura 6. Elementos de las agrupaciones de la sistematización. Fuente: Elaboración Propia .....	88



## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de organismos del suelo por tamaño.....	43
Tabla 2. Descripción de las fases de la ruta de intervención.....	82

## INTRODUCCIÓN

El trabajo de grado “La dinámica del suelo y su relación con los ecosistemas como problema de conocimiento”, es una propuesta que surge en el ámbito del programa de Especialización en Docencia de las Ciencias para el Nivel Básico de la Universidad Pedagógica Nacional; es el producto de las diferentes reflexiones realizadas acerca de la ciencia y su enseñanza, las implicaciones y compromisos que los docentes de ciencias como intelectuales tienen frente a la enseñanza a partir de la experiencia y en espacios que permitan la complejización de explicaciones sobre los fenómenos naturales y sociales que se encuentran en cada uno de los contextos escolares, que permitan contribuir a la formación de sujetos críticos y reflexivos, que tomen una posición en torno a las ciencias.

La presente propuesta busca reconocer al suelo como ecosistema, es decir, como un sistema de interrelaciones entre distintos tipos de componentes que determinan su estructura, composición, y no solo como un factor abiótico, como un componente del ecosistema o como un contenedor de nutrientes, tal y como es considerado en el currículo de ciencias naturales. De igual manera la enseñanza del suelo permite al estudiante tener una comprensión más holística y no reduccionista porque permite abordar las propiedades del suelo, y aportar en el reconocimiento que los estudiantes tienen de las propiedades emergentes que se dan al interrelacionarse entre ellas.

En el desarrollo de este trabajo de grado para optar al título de Especialista en Docencia de las Ciencias Naturales, se diseña, implementa y sistematiza una intervención en el aula con estudiantes de grado séptimo del Colegio Mayor de San Bartolomé en Bogotá, relacionada con la enseñanza del suelo, que incluyó ejercicios de documentación, el diseño y seguimiento de montajes, así como la socialización de explicaciones construidas.

En este orden de ideas, comprender el suelo como ecosistema constituye una propuesta que permitió la construcción de explicaciones de los niños y la docente y la configuración de los ecosistemas como un problema de conocimiento con estudiantes de grado séptimo del Colegio Mayor de San Bartolomé, y que es recogida en el presente trabajo, que incluye 6 secciones que son: ***Contexto problemático, Proceder Metodológico, Contexto Teórico, Intervención en el Aula, Sistematización de la Intervención y Reflexiones.***

En el capítulo denominado *Contexto Problemático* se recogen aspectos relacionados con la forma como se aborda el suelo en la política pública en educación básica y en el currículo de ciencias naturales de la institución, para derivar de allí reflexiones que permitan por un lado configurar y delimitar el problema a investigar y por otro proyectar acciones para la construcción de una propuesta alternativa para la incorporación del suelo como un objeto de estudio en la Educación Básica Secundaria; en la sección correspondiente al *Proceder Metodológico* se realiza una serie de reflexiones acerca de cómo se orientan los procesos de delimitación del suelo como objeto de análisis, apoyándose en el enfoque cualitativo que permite profundizar en la interpretación de datos recolectados a lo largo del proceso de investigación.

El *Contexto Teórico*, se divide en dos contextos, uno disciplinar y otro pedagógico, en el primero se aborda la discusión que se genera alrededor del concepto de ecosistema, la formación y constituyentes del suelo, seguido de la relación planta-suelo. Continuando con el capítulo, en el contexto pedagógico se presentan los problemas de conocimiento, la actividad experimental en la enseñanza de las ciencias y los enfoques de la enseñanza de las ciencias del Suelo, teniendo en cuenta que los elementos aquí descritos, de forma breve, permiten construir un discurso tanto disciplinar como pedagógico que incide en la forma particular de

concebir la enseñanza de las ciencias en la Educación Básica y al suelo como un objeto de estudio en esta.

En la sección de la *Intervención en el Aula*, se realiza una caracterización del Colegio Mayor de San Bartolomé que pertenece a la Asociación de Colegios Jesuitas de Colombia (ACODESI), el cual se basa en el modelo pedagógico de la Pedagogía Ignaciana. También se realiza la caracterización de los estudiantes que participaron en la intervención, se detalla la ruta y se describen los sentidos orientadores del trabajo realizado en el aula.

En el capítulo de *Sistematización de la Intervención*, se realiza un ejercicio reflexivo, acerca de las formas como se puede abordar el suelo en la Educación Básica desde la perspectiva de los ecosistemas como problema de conocimiento, este ejercicio parte de la lectura y posterior organización de los registros obtenidos durante la implementación de la propuesta, que permiten construir una matriz que consta de tres agrupaciones: la primera es propiedades fisicoquímicas y biológicas, la segunda se designada comprensión del suelo como ecosistema y la tercera agrupación es la relación planta-suelo.

En la sección de *Reflexiones*, se presentan a manera de conclusión los principales elementos y argumentos de orden pedagógico y disciplinar derivados de la sistematización de la intervención en el aula y las relaciones construidas entre ésta y el contexto teórico; esta sección pretende ser una aproximación a la elaboración de discurso pedagógico y una forma de proyectar otro tipo de propuestas alternativas para la enseñanza de las ciencias en la Educación Básica.

## CONTEXTO PROBLEMÁTICO

En este primer capítulo se abordarán algunas reflexiones sobre la práctica docente y el interés por la enseñanza del suelo en Educación básica secundaria. También se presenta los alcances, posibilidades y dificultades que tiene la enseñanza del suelo en la política pública de educación.

Es por esta razón que se realiza un primer análisis de los Lineamientos Curriculares, los Derechos Básicos del Aprendizaje y otros asuntos que tienen que ver con la política pública acerca de la enseñanza de las ciencias y particularmente, sobre cómo se aborda la enseñanza del suelo en la educación básica, además de tener en cuenta cómo visiones particulares que se tienen acerca del suelo como objeto de estudio en la educación básica permean las prácticas pedagógicas.

De igual manera, se realizan algunas reflexiones sobre el tipo de prácticas en la enseñanza de las ciencias, que en mi ejercicio profesional he venido realizando, en los distintos contextos donde he laborado, particularmente en el Colegio Mayor de San Bartolomé, donde se implementa la Pedagogía Ignaciana. Con respecto a las cuales se puede afirmar que, aunque se han realizado experiencias sobre el ecosistema no se ha profundizado en el suelo como un objeto de estudio en el que se centre la mirada y se complejizan las explicaciones; tampoco se han realizado ejercicios de sistematización que permitan la reflexión del que hacer docente y la transformación de las propias prácticas, que favorezcan los procesos de enseñanza y aprendizaje de los estudiantes.

Este trabajo se ha venido contrastando con diferentes investigaciones que están interesadas en la enseñanza del suelo, donde se evidencia que una de las

problemáticas en torno a este es la temporalidad<sup>1</sup>, debido a que los estudiantes tienen la visión de que siempre ha sido el mismo. De igual forma se encontraron problemas relacionados con su carácter polisémico y que algunos autores relacionan estas y otras dificultades con un escaso manejo del vocabulario científico.

Otra de las problemáticas acerca del suelo, está relacionada con el poco o nulo reconocimiento que se hace dentro de la enseñanza de las ciencias en la educación básica, de su importancia en el ecosistema, como parte de la regulación de las fuentes hídricas, la producción de la biomasa y la regulación de diferentes sustancias que se encuentran en él.

Los elementos señalados hasta el momento, permiten problematizar la concepción del suelo como ecosistema, comprendiendo las complejas relaciones que se tejen y constituyen las bases para la configuración de una intervención en el aula para grado séptimo, que busca complejizar las explicaciones de los estudiantes a partir del reconocimiento de sus propiedades y factores de formación.

A continuación se presentan las secciones *El suelo como objeto de estudio y como parte del currículo de las ciencias naturales en la Educación Básica, Prácticas en la enseñanza de las ciencias relacionadas con el suelo como objeto de estudio en la Educación Básica y reflexiones generadas como parte de los espacios de la Especialización en Docencia de las Ciencias para el Nivel Básico*, que constituyen el contexto problemático del presente trabajo de grado, debido a que recogen las diferentes reflexiones desarrolladas en el ámbito de la política

---

<sup>1</sup> El tiempo en tanto fenómeno, es intrínseco a todo ser humano; en cambio la temporalidad, además de ser intrínseca a todo ser humano, adquiere un carácter cultural en tanto depende de una experiencia en contexto y por lo tanto conforma una interpretación, Rojo, G. (1974)

pública, y las experiencias en enseñanza de las ciencias relacionadas con el objeto de estudio

### **El suelo como objeto de estudio y como parte del currículo de las ciencias naturales en la Educación Básica**

Con el propósito de caracterizar de manera sencilla, la forma en que es abordado el suelo como objeto de estudio en la educación básica, se retoman documentos de la política pública como los Derechos Básicos de Aprendizaje, los Lineamientos Curriculares del Ministerio de Educación Nacional y los Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales, que permiten comprender cómo las diferentes nociones que se tienen del suelo han generado representaciones e imaginarios diversos sobre él.

Uno de los primeros asuntos que se evidencian con relación al suelo como objeto de estudio y como parte del currículo de las ciencias naturales en la Educación Básica, es que este es comprendido como un factor abiótico y un contenedor de nutrientes. Es así, como en los Derechos Básicos de Aprendizaje (DBA) del 2016 se puede observar que en grado tercero se menciona el suelo como un factor abiótico importante para el desarrollo de los seres vivos, siendo la referencia estructurante del área para el grado: *Explica la influencia de los factores abióticos (luz, temperatura, suelo y aire) en el desarrollo de los factores bióticos (fauna y flora) de un ecosistema (p.14)*; de forma general se puede afirmar que en esta sección del documento de los DBA el suelo es considerado como un factor, dejando de lado descripciones en las que se recurre a una variedad de relaciones como la humedad, la temperatura, las corrientes de aire, la luminosidad, entre otros, que permitirán tener una mayor comprensión del mismo.

De igual forma en los DBA para el Grado cuarto, se aborda el estudio del suelo como una característica física que permite a los seres vivos habitar en distintos

ecosistemas terrestres y acuáticos, sin mencionar aspectos relacionados con los procesos de formación, ni vincular la dimensión temporal como un factor importante en estos, manteniendo la idea de que el suelo es estático. En el mismo documento, para grado séptimo, en la referencia estructurante del área se menciona que el estudiante: *Establece relaciones entre los ciclos del Carbono y Nitrógeno con el mantenimiento de los suelos en un ecosistema (p.25)*; sin embargo, en la mayoría de los textos escolares el suelo es asumido como el lugar donde estos ocurren sin hacer mención a cómo los ciclos influyen de manera particular en la dinámica del suelo, manteniendo la idea del suelo estático y sin historia.

En los lineamientos curriculares del Ministerio de Educación Nacional para los grados séptimo, octavo y noveno, se hace mención al suelo en la sección de: *Conocimiento de procesos químicos, la tierra y su atmósfera*, con temas como: *la contaminación del agua, el aire y el suelo por desechos químicos, la composición de los suelos y el pH de los suelos y su influencia en la agricultura*. En los otros grados no se menciona el suelo como objeto de enseñanza, y cuando se aborda, no se tiene en cuenta su historia geológica y cómo esto se relaciona con los ecosistemas actuales.

Ahora bien, en los Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales, en el Componente entorno vivo para grado tercero, el estándar para el estudiante dice: *Identifico y describo la flora, la fauna, el agua y el suelo de mi entorno* y en la competencia de desarrollo compromisos personales y sociales: *Reconozco la importancia de animales, plantas, agua y suelo de mi entorno y propongo estrategias para cuidarlos*. Estas formulaciones no tienen en cuenta las propiedades del suelo y sus interrelaciones. Asimismo, para los EBC del grado séptimo en el componente entorno vivo, el estándar dice: *Explico la función del suelo como depósito de nutrientes*. Conservando la idea del suelo como un



contenedor de nutrientes para los seres vivos; sin hacer mención a sus propiedades y a la influencia del clima, el tiempo y el relieve en él.

En la indagación realizada en la política pública se evidencia que el suelo queda reducido a un factor abiótico y su importancia se limita a su función en la agricultura, pero no se establecen relaciones importantes con la formación de los ecosistemas y las emergencias que se dan entre sus propiedades físico-químicas y biológicas.

Por tanto, para comprender el suelo no sólo como parte de la dinámica de los ecosistemas, sino como un ecosistema, es importante profundizar en los factores de formación como el clima, el tiempo, el material parental, el relieve y la roca madre. De igual forma se deben reconocer las propiedades emergentes que surgen por la interacción de diferentes condiciones y componentes que se encuentran en continua transformación y evolución.

### **Prácticas en la enseñanza de las ciencias relacionadas con el suelo como objeto de estudio en la Educación Básica**

Una vez revisada la forma cómo es comprendido el suelo a partir del referente de la política pública, en la presente sección abordaremos las diferentes problemáticas que se generan en la enseñanza del suelo, para ello se retoman algunas investigaciones en las que la enseñanza del suelo es objeto de estudio.

En el trabajo realizado por Happs (1981) se exponen las diferentes imágenes del suelo entre los agricultores, biólogos y los científicos del suelo, el primero lo define como el lugar donde crecen las plantas, el segundo menciona “el suelo como ecosistema” y para el tercero es un cuerpo natural compuesto de minerales y materia orgánica. Estas diferentes nociones dependientes de la mirada de cada

uno de los campos del saber, constituyen maneras de ver el objeto de estudio y por lo tanto generan investigaciones con finalidades disímiles.

En su investigación Happys (1981), aplicó entrevistas y cuestionarios a estudiantes de Colegio y Universidad, que eran seleccionados por sus maestros. En el cuestionario empleado se indaga acerca del concepto del suelo, su formación, algunas dinámicas sobre la profundidad, cambios que presentaban y las edades de los suelos. En dicha investigación se encontró que el lenguaje implementado por los estudiantes era muy distante al lenguaje científico. Por ejemplo, en cuanto a la pregunta ¿Cómo se han formado los suelos?, los científicos han señalado que estos se formaron por el resultado de la interacción entre diferentes factores del ambiente, los estudiantes contestaban que el suelo siempre había estado allí, el suelo se había formado de varios materiales y especialmente de la vegetación y otros estudiantes indicaron que eran resultado de la actividad volcánica. (p.25)

También encontraron que las respuestas de los niños de menos edad eran más descriptivas en comparación con las respuestas de los estudiantes con más edad. Igualmente, que los estudiantes de mayor edad y de menos edad conciben al suelo como estático, es decir que no ha sufrido cambios y que se constituyó cuando la tierra se formó, además esta investigación señala que la mayoría de los estudiantes relaciona el suelo con la superficie que pisamos.

En los estudios realizados por Yus y Rebollo (1993), con el objetivo de comprender los problemas de aprendizaje sobre el concepto científico de suelo, en la que participaron 294 estudiantes, entre los 12 y 16 años, se aplicó un test, en el que debían explicar la respuesta escogida. Dicha investigación reveló que la principal dificultad encontrada en los estudiantes con relación a la comprensión del suelo se vincula con su carácter polisémico, como ejemplo se mostró que “*algunas*

*veces se referían al suelo para indicar la superficie que pisaban y a la “tierra” para explicar el suelo natural” (p. 2)*

En esta investigación también se concluyó que los niños más pequeños relacionaban el suelo con la tierra de cultivo (visión agroecológica, según los autores) sin que en algún momento se incluyera dentro de las descripciones de los estudiantes referencias a la interacción con organismos e inertes de manera compleja, y en los casos en que se presentaba estaba limitada a una forma lineal. Asimismo, las explicaciones de los niños fueron muy parecidas a las de los grados más altos, por lo tanto, se podría inferir que la pobreza de sus explicaciones se mantiene, no evoluciona y las constituye casi como tautológicas. (Yus y Rebollo 1993, citado por Fernández, Sesto y García, 2017).

De igual manera los estudios de Yus y Rebollo (1993), indican que se mantienen algunos resultados obtenidos por Happs, donde se referían al suelo como la superficie para andar o pisar, que los seres vivos no hacen parte del suelo y la que era una capa de la Tierra y de la corteza terrestre, composición de la tierra y un alto porcentaje de los estudiantes menciona que el suelo es tierra. Al igual que Happs, los autores también concluyen que hay un problema con la noción de tiempo geológico y algunas veces se acude a explicaciones bíblicas, para hablar sobre su formación.

En la investigación de Reyes (2006) de México, con estudiantes de preescolar y secundaria, se tenía como objetivo abordar la enseñanza de las ciencias del suelo, donde se realizó un seguimiento desde preescolar hasta los niveles preuniversitarios sobre la enseñanza del suelo, para garantizar la sostenibilidad del suelo como recurso natural; presentando algunas prácticas realizadas por la docente. También se utilizó el suelo para aprender ciencias de forma interdisciplinar, a través de dos fases centrales que se llevaron a cabo en el salón de clases y en parcelas. En la fase de clases se trataron dos grandes temas: El

primero titulado *El suelo: partículas principales que lo forman y sus propiedades*; y el segundo corresponde a *Los coloides del suelo: erosión y contaminación*. Se hace descripción de las actividades, pero no se menciona su aplicación.

Otra investigación en torno al suelo en la enseñanza, de la misma autora en el 2012, titulado *“Enseñanza de la ciencia del suelo: estrategia y garantía de futuro”*, tenía como objeto: *“hacer una propuesta metodológica de enseñanza interdisciplinaria de la ciencia, que busca generar interés por el estudio y conocimiento de las ciencias en general y de la ciencia del suelo en particular de estudiantes de 5º y 6º de dos escuelas”*. También se aborda de forma interdisciplinaria y con una mirada de sostenibilidad del suelo como recurso natural, de la cual diferimos, ya que el concepto de recurso natural, está relacionado con una mirada de explotación y que está en función de los humanos, al igual que la idea de sostenibilidad que tiende a desarrollarse desde las necesidades de las generaciones presentes y futuras.

Por lo tanto, la idea del suelo como recurso natural tiene en esencia esa mirada antropocéntrica del consumo como expone Urteaga (1999), que cita a Mumford (1934) quien expone que *“los recursos naturales habían de ser percibidos literalmente como manantiales de riqueza”* (p.2). Esos manantiales que nunca se acaban, es la visión que se ha mantenido por la globalización donde todos los elementos son recursos ilimitados.

En el mismo artículo se menciona que la economía preindustrial fue definida como una economía orgánica, donde el crecimiento económico estaba delimitado esencialmente por la productividad del suelo, es decir que el suelo cultivable era fuente de alimento y que la agricultura y la ganadería eran la principal fuente de materia prima. (Urteaga.1999). Tendríamos que revisar qué tan alejados o

cercanos estamos en relación con este tipo de economías en los contextos colombianos.

Asimismo, Chaparro, Leiva, y Ruiz (2016), plantean que el suelo debe ser abordado de forma interdisciplinar y contextualizada, para desarrollar esta afirmación, implementan una estrategia didáctica donde se relacionan las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo a través de la construcción de una huerta, los autores hacen referencia al suelo como parte del sistema ambiental y recurso natural no renovable. Aunque se concluye que las actividades realizadas permitieron la comprensión del suelo desde una perspectiva particular caracterizada por la enseñanza de conceptos en contexto y de manera integral, basada en el aprendizaje significativo, donde los estudiantes encuentran un sentido a lo que aprenden, lo cual genera una contradicción debido a que se muestra al suelo como un recurso natural ilimitado.

Reyes (2014). en su trabajo de grado titulado “El suelo y su fertilidad: una visión desde la enseñanza para la comprensión de una huerta escolar”, aplicó el modelo pedagógico de la enseñanza para la comprensión en una propuesta donde se abordan las propiedades físicas y químicas con parámetros de fertilidad, que ayudaron significativamente a la comprensión del suelo a partir de una cartilla ilustrada. De igual forma el autor recomienda abordar los *tópicos generativos* a través de la interdisciplinariedad y transdisciplinariedad.

Otro trabajo relacionado con el objeto de estudio de la presente investigación se titula: “Propuesta didáctica fundamentada para la enseñanza del Suelo en Educación Secundaria mediante indagación y trabajos prácticos” realizado por González (2017), quien expone que la enseñanza de las Ciencias Naturales está relacionada con temáticas de las “Ciencias del suelo” que se aborda de manera general en la educación; esta investigación se realizó con estudiantes de

1º de E.S.O. en la asignatura de biología y geología y 4º de E.S.O. (Educación secundaria obligatoria) en Ciencias Aplicadas a la actividad profesional, realizada en España.

Esta propuesta se desarrolló con un enfoque constructivista, implementando la enseñanza por indagación, donde se tuvieron en cuenta las ideas previas, dificultades encontradas en torno al suelo, la competencia científica y la preparación de un banco de preguntas. La autora menciona el banco de preguntas, pero no sobre la aplicación y posterior análisis del material educativo. En el trabajo se hace referencia al suelo como recurso natural que tiene implicaciones económicas y medio ambientales. La investigación de González (2017), hace referencia al problema polisémico que tiene el concepto y que muchas veces termina por designarse como sinónimo de tierra. También se señala que uno de los principales problemas, es la ausencia en los currículos de contenidos que permitan abordar el suelo de forma más holística y que no se limite sólo a las funciones y servicios.

Un análisis acerca de la enseñanza de los suelos, es el presentado por Fernández, Sesto y García (2017), quienes afirman que:

Se precisa formar a los estudiantes sobre cuestiones básicas para una buena gestión del suelo, y para que entiendan este como un recurso no renovable con múltiples funciones sistémicas entre las que se podrían citar la producción de biomasa, la regulación hidrológica o la fijación de gases de efecto invernadero, entre otras (p. 2)

En conclusión, en las investigaciones el suelo se presenta como un recurso natural, concepción que puede traer repercusiones a la hora de abordarlo como objeto de estudio en la educación básica, debido a que se conserva la idea de “contenedor de nutrientes” y la de “factor abiótico” favoreciendo una concepción del suelo como estático y sin historia.

De igual forma en las investigaciones revisadas se evidencia que el suelo solo se aborda a profundidad en los ámbitos universitarios, y en contraste muy pocas veces en la educación básica, debido a que en las políticas públicas este solo es nombrado como un componente del ecosistema.

Ahora bien, en el Colegio Mayor de San Bartolomé el suelo no se retoma en los planes de estudio y tampoco en las experiencias institucionales, y se habla del suelo solo como el lugar donde ocurren los ciclos biogeoquímicos, de forma enunciativa sin profundizar en él. En el Proyecto Ambiental Escolar se han realizado actividades relacionadas con huertas, pero no se ha problematizado acerca de su importancia en el desarrollo de las plantas, además debido a la actual situación de contingencia la construcción de la huerta y su articulación como recurso para el currículo del área de ciencias naturales del colegio, no se pudo llevar a cabo. De igual forma, en los planes integrados de área (PIA) del CMSB, se hace referencia al suelo sólo al estudiar los ciclos biogeoquímicos y sin reconocer su importancia, propiedades y factores formadores que permitirán una mejor comprensión de él.

### **Reflexiones generadas como parte de los espacios de la especialización en Docencia de las Ciencias para el Nivel Básico**

Como parte de los espacios del programa de Especialización en Docencia de las Ciencias para el Nivel Básico, se desarrollan diferentes reflexiones acerca de la imagen de ciencia y de su enseñanza, reflexiones que permiten reconocerla como una actividad de construcción social en la que se problematizan y complejizan diferentes fenómenos de estudio para que se desarrollen procesos de construcción de nuevas subjetividades.

Tal es el caso del seminario la ciencia como actividad cultural cuyas reflexiones giran, entre otros, en torno al sentido de la escuela y el rol del maestro como un sujeto que genera condiciones para que los estudiantes construyan conocimiento; de igual forma en reconocer que tanto estudiantes como docentes tienen diferentes imágenes del conocimiento que repercuten en su construcción en la escuela.

En el seminario la ciencia como actividad cultural, a través de los diferentes espacios, se nos permitió reflexionar sobre las diferentes relaciones que emergen en la escuela y en especial el papel de la enseñanza de las ciencias en la sociedad. Es decir, que la ciencia es un sistema cultural, porque genera diferentes explicaciones del mundo.

...si el sentido común es una interpretación de las inmediatas de la experiencia, un comentario hecho sobre ellas, como lo son los mitos, la pintura, la epistemología o cualquiera otra rama, entonces él está, como ellos, históricamente construido, y como ellos sometido a modelos de juicio históricamente definidos. Es posible cuestionarlo, discutirlo, afirmarlo, desarrollarlo, formalizarlo, contemplarlo, incluso enseñarlo, y él puede variar extremadamente de una persona a otra. Es pues, en síntesis, un sistema cultural... (Geertz,1973 citado por Elkana, 1983)

Es decir que la ciencia como cultura varía de persona a persona y depende en gran medida de la sociedad donde se desarrolla. Son estas imágenes de ciencia las que incluso influyen en las problemáticas que se desean estudiar. Debido a que las imágenes de conocimiento dependen de los contextos socio-temporales, estos se van transformando dependiendo de la jerarquía de las fuentes de conocimiento que depende de la sociedad y política donde están sometidos a juicios históricamente definidos.

Asimismo, las ideologías e intereses políticos y económicos influyen bastante en la imagen de la ciencia incluso son los que permiten que se financien instituciones de investigación y por lo tanto que las personas generen ese tipo de formación, pero



en países donde la ciencia no es importante se verá afectado el espíritu científico, como expone Elkana(1983):

Todos los hombres desarrollan opiniones sobre la naturaleza que los rodea. Además, todos los hombres tienen opiniones sobre el conocimiento. El medio cultural determina en gran medida el modo de vivir de todos los hombres y forma sus opiniones sobre la sociedad y sobre su manera de vivir. (p. 101)

El seminario de Historia y epistemología ha aportado en la configuración de una visión particular del conocimiento y de la ciencia. Algunas preguntas que se generaron en el seminario son ¿Qué es el conocimiento? ¿Cómo se constituye el conocimiento? ¿Qué se construye cuando se construye conocimiento? ¿Cuál es el problema de conocimiento? ¿Hay continuidad o ruptura en el conocimiento cotidiano y el conocimiento científico?, que permitieron profundizar en mi quehacer y seguir construyendo un discurso como docente de ciencias naturales de básica media.

Estas preguntas permiten reconocer que la enseñanza de las ciencias es una actividad intencionada, a la base de la cual se encuentran una serie de sentidos orientadores que hacen parte del discurso y la experiencia del maestro y que solo desde una actitud consciente, crítica y propositiva, los docentes podemos hacer de nuestro quehacer en la escuela un ejercicio que trascienda formas tradicionales de ver el conocimiento y el rol del docente a nivel escolar a través de propuestas innovadoras que asume riesgos colectivos de propositividad, azar y transformación (Morin, 1996 citado por Valencia et al. 2003)

De igual forma, el seminario Comprensión de lo vivo aportó en las reflexiones relacionadas con formas particulares de trabajo, en las cuales se asigna un papel central a acciones como las salidas de campo, la formulación de rutas explicativas y unas rutas metodológicas que permitían acercarnos a los diferentes fenómenos de estudio. En particular en el módulo del terrario se abordan aspectos relacionados con la dinámica del suelo, y cómo a partir del estudio de las

estructuras, las sustancias y los recorridos de los nutrientes se pueden aproximar explicaciones acerca de lo que sucede en los ambientes naturales.

Como parte de las discusiones abordadas en este espacio a propósito del suelo se retomó la relación del pH con el crecimiento de la planta, la absorción de nutrientes y el flujo de sustancias del exterior al interior de las plantas, las vías simplásticas (intracelular) y apoplásticas (extracelular) que permiten su desarrollo. De igual forma se abordó la discusión sobre las concepciones del suelo como recurso natural presentes en el currículo, en las que se promueve la imagen de este como un recurso ilimitado, estático y que solo sirve para albergar los nutrientes de las plantas.

Como parte de la dinámica de este espacio académico, en un primer momento se realiza a manera de actividad desencadenante, la construcción de un terrario, con los materiales que se tenían a la mano, esta acción inicial aportó no solo en elementos de orden sensorial y estético; sino que permitió a los participantes centrar la mirada en diferentes elementos que hacen parte de los ambientes naturales y cómo podemos a través de acciones como esta ponerlos en situación de problematización y discusión dentro de la clase de ciencias, posteriormente cada equipo diseñó y desarrolló una ruta conceptual y metodológica que diera cuenta de la pregunta *¿Cuál es la dinámica del agua, el aire, el suelo o la luz en el terrario?*, donde se debía formular una pregunta o hipótesis, de igual forma el grupo debía documentarse sobre el tema, participar en socializaciones y diseñar montajes experimentales para poner a prueba las hipótesis.

En el seminario fenomenología de la transformación de las sustancias, a través de diseños experimentales alrededor de algunas situaciones como la combustión del papel, se pudo reconocer que las sustancias se transforman dependiendo de su naturaleza. De igual forma se reconocen las dificultades que se generan en

distinguir los procesos y las variables de una transformación química y la velocidad de las reacciones. También las reflexiones permitieron repensar la idea de las reacciones de forma lineal como se presenta en la mayoría de los textos educativos, transformándose en procesos más dinámicos y complejos, donde confluyen diferentes reacciones, incluso que suceden al mismo tiempo.

Finalmente es importante señalar que, en el espacio de la sistematización en las prácticas de enseñanza de las ciencias, correspondiente a la asesoría del trabajo de grado se generaron discusiones en torno a la historia vertical y horizontal del suelo, y algunas cuestiones como: ¿Se puede hablar del suelo a través de un pensamiento organizador? ¿el suelo tiene una historia? ¿Cómo puede trascenderse la mirada que se tiene sobre los ecosistemas que se abordan como un conjunto de contenidos y que permitan realizar una ruta de intervención que permita resolver esa mirada estática? ¿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?

Todas las reflexiones presentadas en esta sección, que fueron generadas en los diferentes espacios académicos del programa de Especialización en Docencia de las Ciencias para el Nivel Básico, permitieron consolidar la presente propuesta y la ruta de intervención sobre la enseñanza del suelo como ecosistema y reflexionar sobre el quehacer del maestro de ciencias naturales en la escuela.

## DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

En el marco de las reflexiones que se dieron en la Especialización en Docencia de las Ciencias para el Nivel Básico, se reconoce que dentro de algunas prácticas frecuentes que hacen parte de las clases de ciencias naturales, se desconoce el contexto del estudiante y se asigna un papel central a la información.

Como se señaló anteriormente, en los Derechos Básicos de Aprendizaje y las políticas públicas persiste una idea del suelo como factor abiótico, recurso natural y contenedor de nutrientes, sin establecer relaciones entre sus propiedades y la importancia de su historicidad; lo que incide en que dentro del currículo de las ciencias naturales el suelo sea pocas veces abordado y cuando se tiene en cuenta quede limitado a un contenedor de nutrientes, que es necesario para la agricultura, sin tener en cuenta su importancia en la conservación de la biodiversidad.

La mirada reduccionista de este, genera acciones en nuestra sociedad como las que tenemos actualmente, donde miles de hectáreas de páramo y selvas han sido cambiadas por cultivos, ya que no se tiene presente que no es un recurso ilimitado y que las modificaciones que en él se realizan, influyen en las dinámicas del ecosistema.

Por lo tanto es importante configurar una concepción del suelo como un ecosistema, que permita tanto a estudiantes como a maestros tener una visión más compleja sobre su realidad, porque el suelo, no solo influye en las plantas, también en los cuerpos hídricos, el carbón orgánico e incluso en los microorganismos, hongos, flora y fauna de los ecosistemas, constituyendo una mirada más compleja que puede generar modelos económicos y políticos que no sean solo de extracción, sino más sustentables con el ambiente.

De igual forma, los DBA centran su atención en el abordaje de redes tróficas y ciclos biogeoquímicos del suelo como el carbono y el nitrógeno, enunciando los momentos de esos procesos sin establecer relaciones entre las estructuras, las sustancias y recorridos que se realizan en el ecosistema y en los organismos. Igualmente, no se tienen en cuenta las interrelaciones que se generan a través de las propiedades físico- químicas y biológicas.

Por lo tanto, surge la importancia de hacer del suelo un problema de conocimiento, que permita articular la idea del cuidado de la casa común en la cual se basa el PRAE del colegio, con problemáticas ambientales que se presentan en los ecosistemas colombianos. Es por esta razón que en este trabajo se plantea como problema de indagación la siguiente hipótesis:

***El suelo como objeto de estudio en la enseñanza de las ciencias permite comprender los ecosistemas como problema de conocimiento.***

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo General**

Documentar aspectos disciplinares y pedagógicos que permitan comprender los ecosistemas como un problema de conocimiento a partir del estudio de las dinámicas edáficas en algunos ambientes naturales colombianos.

### **Objetivo Específico**

Diseñar, implementar y sistematizar una intervención de aula acerca de la dinámica del suelo en algunos ambientes naturales colombianos.

## JUSTIFICACIÓN

Abordar el estudio del suelo y su enseñanza en la educación básica media, implica trascender visiones en las que es comprendido como un factor abiótico, como un componente del ecosistema o como un contenedor de nutrientes, ya que estas visiones fomentan una idea del suelo como un componente más del ecosistema y no permiten reconocer las propiedades físicas, químicas y biológicas y su importancia en los ecosistemas colombianos.

Al realizar la revisión preliminar de la política pública se pudo evidenciar cómo el suelo es abordado sólo como un factor abiótico, contenedor de nutrientes y el lugar donde ocurren algunos ciclos biogeoquímicos, lo que favorece esa visión reduccionista del suelo.

En la indagación de la enseñanza del suelo, se pudieron reconocer varias problemáticas que presenta. Uno de los autores que abarca la importancia de la enseñanza del suelo es Happs (1981), quien manifiesta que los estudiantes tienen la idea de suelo primigenio, es decir de la idea de que el suelo nunca ha sufrido cambios a lo largo del tiempo y cómo los estudiantes lo relacionan con el piso.

De igual forma Yus y Rebollo (1993)., encontraron que la dificultad que tienen los estudiantes acerca del suelo es debido a su carácter polisémico y que algunas veces utilizaban el concepto “suelo” para definir la superficie que pisamos y a la “tierra” para referirse al suelo natural. De igual forma exponen los investigadores que los estudiantes de primaria son más descriptivos, que los de bachillerato, pero los dos utilizan un vocabulario alejado del lenguaje científico para referirse al suelo.

La mayoría de las investigaciones en torno al suelo, se basan en comprender al suelo como recurso natural, lo cual aumenta la visión de este como contenedor y

que solo es importante para la producción agrícola. De igual forma se plantea la idea de sostenibilidad del suelo, que también está ligada con la mirada de recurso natural, porque se cuida para las generaciones futuras, pero muy pocas veces se menciona su importancia ecosistémica.

En algunas investigaciones el suelo se aborda de forma interdisciplinar debido a su carácter polisémico y adaptable a múltiples investigaciones, que permiten problematizar en cualquier campo del saber.

Teniendo en cuenta el panorama antes mencionado se constituye esta propuesta que pretende reconocer el suelo como un ecosistema, donde se tenga en cuenta su historia horizontal- vertical como expone Jacob (1999), donde las condiciones no solo intervienen en su dinámica, sino como estos constituyen a los ecosistemas.

Es por esta razón que la presente propuesta busca enseñar con los sentidos y con sentido, para que sean los niños sujetos activos de la construcción de conocimiento y que a partir de las explicaciones que construyen sobre los fenómenos naturales y sociales puedan ser sujetos de cambio que aporten en la solución de algunos problemas ambientales de su contexto.



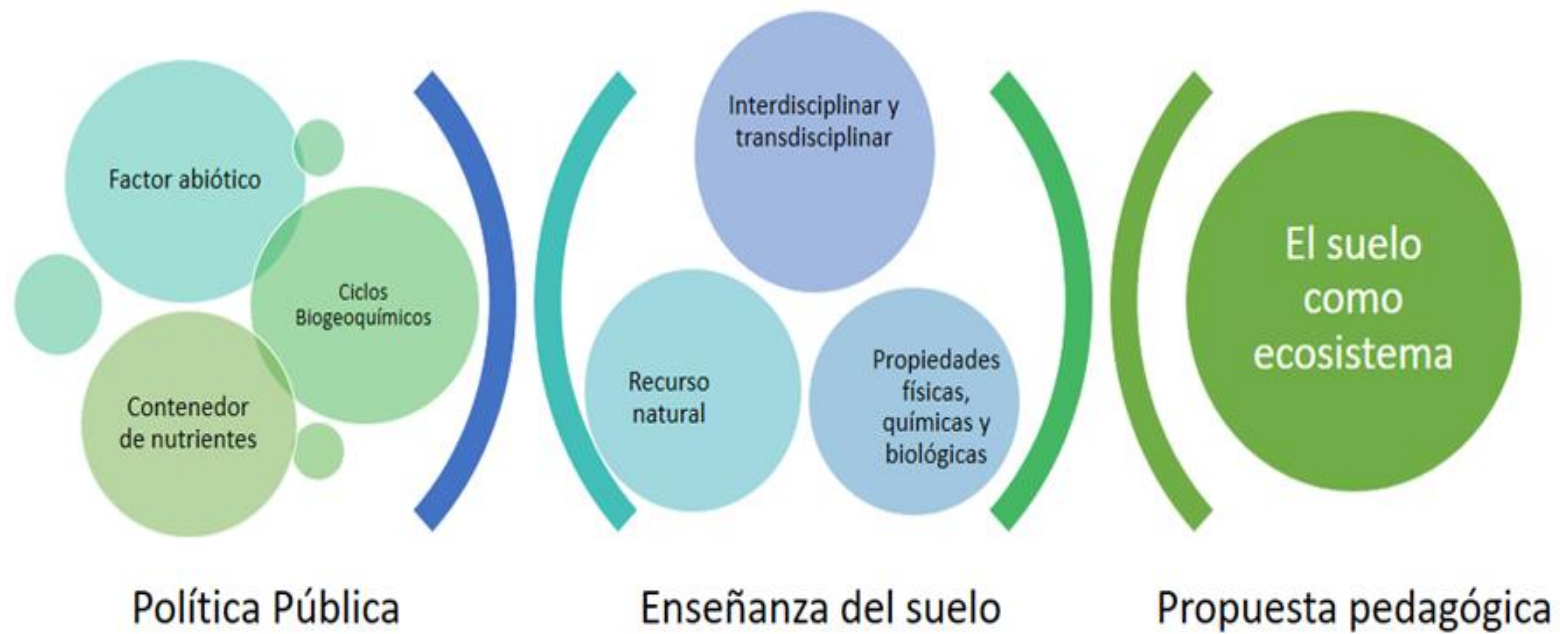


Figura 1. Revisión preliminar de la política pública en la enseñanza del suelo. Fuente: Elaboración propia

## PROCEDER METODOLÓGICO

En este capítulo se describe el proceder metodológico, donde se tiene en cuenta los elementos que constituyen el presente trabajo como los sentidos orientadores de la investigación cualitativa en la interpretación de las explicaciones, los problemas de conocimiento en la enseñanza del suelo como ecosistema y la sistematización de experiencias como reflexión del quehacer docente, los cuales serán expuestos a continuación.

### **Sentidos orientadores de la Investigación cualitativa en la interpretación de las explicaciones construidas en el aula**

Es importante que se tenga en cuenta que el objetivo general del trabajo, es documentar aspectos disciplinares y pedagógicos que permitan comprender los ecosistemas como un problema de conocimiento a partir del estudio de las dinámicas edáficas en algunos ambientes naturales colombianos, donde se permite establecer condiciones para una cultura de conocimiento y se brinde estrategias para que los actores educativos se reconozcan como sujetos sociales de conocimiento.

De igual manera el presente trabajo, se desarrolla en la especialización en docencia de las ciencias para el nivel básico que tiene como principio y propósito de formación:

Propiciar una reflexión contemporánea sobre la problemática de las ciencias, que genere en el maestro y, consecuentemente, en sus estudiantes una nueva actitud frente al saber científico y su enseñanza. Aportar elementos teóricos y prácticos que hagan posible una experiencia educativa significativa en nuestro contexto cultural, que articule la racionalidad crítica, el análisis sistémico y el lenguaje diferenciado de las ciencias. (Tomado de <http://cienciaytecnologia.pedagogica.edu.co/vercontenido.php?idp=380&idh=385>)

En ese sentido, el presente trabajo vincula los propósitos de la especialización, debido a que posibilita la reflexión de la enseñanza de las ciencias naturales que buscan desarrollar prácticas educativas que involucren los sentidos y que se realicen con un sentido.

Teniendo en cuenta lo anterior el presente trabajo se desarrolló desde una perspectiva cualitativa, porque se realiza la interpretación de las explicaciones escritas y orales construidas por los estudiantes. Igualmente, el docente trata de entender cómo los sujetos perciben y representan su realidad, como afirma Stake, (1995) citado por Balcázar et al. (2013), el objetivo de la investigación cualitativa es:

La comprensión y se centra en la indagación de los hechos, en el papel personal que adopta el investigador desde el comienzo de la investigación, así como su interpretación de los sucesos y acontecimientos, lo que se espera es una descripción densa, una comprensión experiencial y múltiples realidades.

En este tipo de investigación se basa en la interpretación de lo que dicen los niños sobre el objeto de estudio, que permite reconocer las imágenes y perspectivas sobre el suelo. Se debe tener en cuenta que las investigaciones cualitativas tienen en cuenta la organización social y cultural del grupo que se está estudiando.

De igual forma se debe tener en cuenta que el investigador, no solamente interpreta lo que hacen los sujetos, sino que tiene en cuenta el contexto y trata de comprender las múltiples realidades del grupo investigado a través de la descripción minuciosa de los acontecimientos y trata de comprender las interacciones discursivas que se encuentran en el aula.

Es importante mencionar que esta investigación tiene en cuenta las interacciones simbólicas que ocurren entre el docente y el niño; y atribuye una relevancia primordial a los significados sociales que las personas establecen del mundo, porque dependiendo del significado, los sujetos van actuar.

El interaccionismo simbólico reposa en tres premisas, la primera que las personas actúan sobre la base de los significados que estas cosas tienen para ellas. La segunda premisa es que los significados son productos sociales que surgen de la interacción...una persona aprende de las otras personas a ver su mundo. La tercera premisa, es que los actores sociales asignan significados a situaciones, a otras personas, a las cosas o así mismos a través de un proceso de interpretación. (Blumer, 1969 citado por Taylor et al. 1986).

El interaccionismo simbólico que ocurre en el aula, nos permite comprender por qué los sujetos actúan de una manera dependiendo de los significados que han construido del mundo; que a su vez son construidos colectivamente y aceptados socialmente.

Por este motivo, la investigación cualitativa permite generar discusiones entorno a la enseñanza de las ciencias a partir de la sistematización de la experiencia que permite comprender cómo los sujetos realizan sus construcciones en torno al suelo como objeto de estudio y cómo estos significados influyen en las acciones de los mismos.

### **Los problemas de conocimiento en la enseñanza del suelo como ecosistema.**

Los problemas de conocimiento permiten a los sujetos construir explicaciones de los fenómenos que abordan a través de la observación y la experiencia. Por lo tanto, estas explicaciones, constituyen representaciones que hacen los sujetos sobre su mundo y a su vez se construya conocimiento y pueda comunicar lo aprendido a través de un lenguaje diferencial, como expone (Valencia y otros, 2000):

Estos espacios de significación permiten la emergencia de representaciones en los sujetos, y son ellas las que movilizan diferentes formas de relación con el mundo, le permiten sobrevivir y adaptarse a medios hostiles, pero además le vinculan con la capacidad de construir conocimiento; esto es, conocer es representar y representar es conocer (p. 2).

Estas formas de relacionarse con el mundo pueden ser expuestas a través de una cultura de conocimiento, que son el producto de una actividad humana, donde observar y experimentar son parte de la construcción de pensamiento, es decir que la ciencia como una actividad cultural, permite que los sujetos se reconozcan como constructores activos de su realidad.

Es por esta razón que la intervención en el aula se estructura principalmente en reconocer el suelo como ecosistema, donde las relaciones entre las propiedades físicas, químicas y biológicas permitan a los estudiantes ampliar sus explicaciones en torno al suelo y generar explicaciones sobre estas relaciones edáficas.

Asimismo, los estudiantes tejen sus propios significados y explicaciones de las relaciones que emergen entre las propiedades y de la formación del suelo de un *antes* y un *ahora* que nos permite comprender la complejidad de los ecosistemas.

El maestro debe enseñar con un sentido, donde se realice una metamorfosis de la enseñanza, donde se deje de transmitir conocimiento y se le permita al estudiante comunicar sus dificultades y avances; y se implementen los sentidos como medio de construcción de explicaciones, es así, como: *El maestro se preocupa de que las metamorfosis de los sentidos persistan, de que se renueven constantemente, de que queden abiertas.* (Mèlich, 2005)

Es por esta razón que la propuesta no solamente tiene como objetivo abordar el suelo como ecosistema, sino que también los niños se reconozcan como sujetos sociales de conocimiento, donde sean capaces de imaginar, crear, inventar y cuestionar su realidad.

## La sistematización de experiencias como reflexión del quehacer docente

La sistematización permite la reflexión de las experiencias del investigador y de los protagonistas, que en este caso son los estudiantes de grado séptimo del Colegio Mayor de San Bartolomé. Igualmente, a medida que se implementa la intervención en el aula, los estudiantes van construyendo conocimiento, el cual se explicita en su lenguaje.

De igual manera, la sistematización permite la reflexión activa del docente, porque posibilita extraer aprendizajes que pueden ser implementados en el futuro, como expone Jara (1994) citado por Van de Velde (2008):

Para la sistematización de experiencias, el desafío principal consiste en poder superar los aspectos narrativos y descriptivos que surgen de la reconstrucción de la experiencia vivida. Superarlos en el sentido de ir a las raíces de los fenómenos, no perceptibles de forma inmediata: las determinaciones estructurales, las interrelaciones entre los diferentes elementos, la vinculación entre lo particular y lo general, entre las partes y el todo". (Jara, 1998, citado por Van de Velde, 2008, p.25).

Por lo tanto, la sistematización de este trabajo permite no solamente reconstruir lo sucedido, sino que también posibilita comprender y aprender de la práctica realizada. Asimismo, a medida que se realiza la sistematización de la intervención se puede observar algunos elementos emergentes importantes que pueden considerarse para futuras intervenciones y permiten comprender desde lo particular a lo general. En pocas palabras la sistematización es "*una reflexión (auto-)crítica sobre la experiencia*" (Van de Velde, 2008, p. 15), es decir, que es un análisis crítico que puede abordarse desde una mirada transformadora.

La sistematización de experiencias según Van de Velde (2008) tiene en cuenta dos preguntas, que son: *¿Qué hicimos?* y *¿Cómo lo hacemos?*, es decir, que se tienen en cuenta los sentidos orientadores y los aspectos metodológicos de la ruta de intervención, facilitando obtener una generalización teórica de la misma.

La sistematización permite recuperar la experiencia del docente para la construcción del discurso pedagógico y disciplinar, que posibilita la reflexión de la propuesta al reconocer los aciertos y desaciertos de la misma. De igual manera permite aprender de las experiencias y posibilita mejorar la práctica docente, como expone Jara (2001):

En ese sentido, sistematizamos nuestras experiencias para aprender críticamente de ellas y así poder: a) Mejorar nuestra propia práctica b) Compartir nuestros aprendizajes con otras experiencias similares c) Para contribuir al enriquecimiento de la teoría.

Los docentes algunas veces no escriben sobre su práctica, es por esto que la sistematización docente permite comunicar los hallazgos y aprendizajes del quehacer docente que contribuyen a enriquecer el discurso pedagógico.

De igual forma permite identificar las contradicciones y tensiones que se generan en la enseñanza de las Ciencias Naturales y como estos permiten generar un discurso docente a partir de los riesgos de la enseñanza que plantea Morín (1996), que busca que los docentes salgan de su zona de confort y se aventuren a construir nuevas propuestas pedagógicas, donde se tenga en cuenta las preguntas y contextos de los niños.

## CONTEXTO TEÓRICO

En este capítulo se desarrollan elementos de orden disciplinar y pedagógico que permiten configurar una perspectiva particular acerca del suelo como ecosistema y que aportan en el diseño, implementación y sistematización de una intervención en el aula con estudiantes de Educación Básica Secundaria; inicialmente se presentan los asuntos conceptuales que en conjunto constituyen el contexto teórico disciplinar denominado ***Elementos disciplinares para la comprensión del suelo y su dinámica***, en los que se incluyen algunas reflexiones con relación a la concepción de ecosistema, ***El suelo y su dinámica temporal: Formación y constituyentes, Propiedades Físicas, Biológicas y Químicas, Relación Planta-Suelo.***

Posteriormente en la sección correspondiente al contexto pedagógico se abordara los problemas de conocimiento como perspectiva compleja para la enseñanza del suelo como ecosistema en la Educación Básica secundaria, construcción de explicaciones en el aula, actividad experimental en la enseñanza de las ciencias en la Educación básica y enfoques actuales en la enseñanza de Ciencias de la Tierra

### **ELEMENTOS DISCIPLINARES PARA LA COMPRENSIÓN DEL SUELO Y SU DINÁMICA: El suelo como ecosistema algunas reflexiones para la comprensión del concepto**

El concepto de ecosistema está estrechamente relacionado con la ecología y muchas veces se desconoce la historia y los diferentes enfoques que lo han constituido y que hacen de este un concepto científico, 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 está relacionado con la técnica o el método científico y que está fundamentado por la argumentación científica.



Detrás de este concepto comúnmente utilizado existe una historia que debería ser retomada en la enseñanza de las ciencias debido a que permitiría una mayor comprensión y construcción de explicaciones en torno al conocimiento (Rincón, 2011, p.2), ya que permite reconocer los diferentes enfoques que dependen en gran medida de los contextos socio-temporales de donde se han desarrollado.

Por ejemplo, el primero en relacionar el concepto de ecosistema a partir de la unión del pensamiento de Clements del súper organismo y la filosofía social holística de Jan Cristian Smuts en defensa del concepto de comunidad fue el Ecológo Phillipps. (Rincón, 2011, p. 4). En contraste con las ideas individualistas presentadas por Gleason quien propuso que las comunidades estaban conformadas por poblaciones con arreglos aleatorios, y que eran producto de la distribución de cada especie (Rincón, 2011, p. 4).

Es entonces cuando el holismo toma un poco de relevancia y se presenta el ecosistema como un organismo complejo donde todas las partes orgánicas e inorgánicas se relacionan para que funcione, esta visión estaba acompañada por las ideas de complejidad, equilibrio y el clímax. En cambio, el reduccionismo se relacionaba con los fenómenos estocásticos, es decir, basados en la revisión de las unidades del sistema para su comprensión, como lo señala Rincón (2011):

El concepto de ecosistema es particularmente adecuado en los programas de ecología... dado que abrió el camino para el debate de dos paradigmas en ecología: el holismo y el reduccionismo o individualismo.... Los holistas concentran su atención en cambios en la diversidad, la productividad, la biomasa y otras características del ecosistema, así como en la direccionalidad y la predictibilidad de las trayectorias en las sucesiones que conducen a un clímax único. Los reduccionistas enfatizan las perturbaciones, los fenómenos estocásticos, las historias de vida e interacciones entre especies, convencidos de que la sucesión supone la consecuencia impredecible de la interacción de cada una de las especies con su entorno biótico y abiótico (Glen- Lewin et al.1992 citado por Rincón, 2011 p. 2)

Por otra parte, el concepto de ecosistema de Tansley en 1935 permitió que se diera nuevamente un debate entre las dos posturas: el holismo y el reduccionismo; el holismo que presentaba una gran importancia en mitad del siglo XX y los reduccionistas que se mantienen aún en la actualidad.

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 particulares; en el presente trabajo se retoma el debate entre el reduccionismo y el holismo que ha incidido en los alcances del 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.

La controversia presentada por Giordan, et al (1988) nos permite reconocer que para comprender los ecosistemas y en particular al suelo como ecosistema es necesario conocer las diferentes perspectivas que se han desarrollado a lo largo de la historia del concepto.

Estas dos posturas han estado en diferentes momentos de la historia del concepto y se han abordado en diferentes situaciones, por ejemplo, se podría inferir que para referirse a las pirámides tróficas se toma desde una perspectiva de

jerarquización y probablemente las redes tróficas tienen influencia desde la visión holística.

Esta última visión fue fuertemente criticada por Tansley debido a que argumentaba que esta perspectiva era complicada para explicarla y comprobarla, debido a que no había una evidencia para corroborar dicha hipótesis y presenta una propuesta del concepto desde un enfoque jerárquico, como lo afirma Rincón (2011):

En general, el concepto de ecosistema planteado por Tansley, fue un concepto físico, que enfatizó en la interacción de los componentes físicos, químicos y biológicos que actuaban juntos para formar un ecosistema, el cual a su vez formaba parte de una jerarquía de sistemas físicos desde el universo hasta el átomo. (Rincón, 2011, p.5).

Este concepto permitía organizar a los ecosistemas entre los átomos hasta el universo a través de criterios que relacionaba en especial con las propiedades físicas del sistema, a través de una visión jerárquica que permitía comprender el ecosistema como un sistema complejo. Asimismo, el concepto de Tansley estaba relacionado principalmente con los enfoques de sistema y de equilibrio físico que en este momento se relacionaba con la termodinámica. El concepto sistema nada tenía que ver con la Teoría General de los Sistemas, pero este término era bastante antiguo, incluso se hablaba del sistema nervioso. Una de las motivaciones de Tansley, era unificar estas dos perspectivas, debido a que en cierta medida esto permitiría una mejor comprensión del concepto. “... *parte de la motivación de Tansley de proponer el concepto de ecosistema fue su deseo de encontrar un puente que uniera estos dos puntos de vista en un enfoque ecológico*”. (Rincón, 2011, p.4). Este concepto de ecosistema quería unificar las dos posturas entre los holistas y reduccionistas, que habían generado múltiples debates.

Esta preocupación se debe a que la mirada holista, genera problemas al presentar ideas de complejidad y estabilidad, como lo señala Rincón (2011):

Esta forma de concebir el ecosistema, conlleva a una excesiva simplificación de sus procesos, pues estas ideas son de carácter determinista y contribuyen a restar valor científico a la ecología que se enseña en el aula y a reafirmar las ideas teleológicas de los estudiantes (p.8)

Para la autora esta perspectiva aumentaba la idea de un superorganismo determinado por un centro de control que favorecía la mirada de teología en los estudiantes, donde el equilibrio estaba relacionado con un sistema complejo que podía controlar a las otras partes del sistema.

En la actualidad la visión de estabilidad del ecosistema ha sido cambiada debido a que este no es un sistema cerrado y que no es muy clara la noción del equilibrio ecosistémico. Es decir, ¿Cómo podríamos detectar el equilibrio de un ecosistema teniendo en cuenta las múltiples relaciones que acontecen en ellos? es entonces la visión holística un enfoque determinista que limita al ecosistema a un sistema programado. Estas son algunas de las inquietudes que se han generado a lo largo de los años y que aún se ven matices de los dos puntos mencionados.

Otro de los elementos de orden teórico que aporta en la configuración de la concepción del suelo como ecosistema, para el presente trabajo, es la teoría general de los sistemas, que ha sido aplicada a los diferentes campos del saber; aunque es importante tener en cuenta que esta teoría que no explica del todo los ecosistemas, como propone, Giordano, (1989):

En cierta manera, la teoría general de los sistemas se puede aplicar a los ecosistemas, a los organismos, a las colectividades, a los sistemas fabricados, pero ¿no es así, precisamente, porque las unidades ecológicas se han concebido desde el principio con la ayuda de estas metáforas cómodas: organismo individual, comunidad, máquina.

Otros autores afirman que la epistemología de la Teoría General de los sistemas puede aplicarse totalmente a los ecosistemas, incluso que se relacionan con las ciencias de la tierra, debido a que permite comprender por qué las interrelaciones de las partes permiten la homeostasis, como señala Anguita, (1993):

Este último ejemplo permite enlazar con un tema muy querido a Bertalanffy: la homeostasis o retroalimentación, una cualidad típica de los sistemas abiertos, como son los seres vivos. ¿Puede la tierra exhibir propiedades homeostáticas? Quizá sí, puesto que el manto terrestre ha sido asimilado a un termostato. (p.2)

En este sentido, autores como Anguita (1993), quien cita a Bertalanffy (1968), indica que comprender la importancia de la complejidad de los sistemas, aporta en el estudio de estos trascendiendo la mirada de la comprensión del sistema a partir de unidades separadas, hacia el análisis de sus interrelaciones. (p.3)

Los elementos anteriormente descritos permiten consolidar una idea de ecosistemas, ya que incorporan nociones tan importantes como la historia de las ciencias de la Tierra, como señala Anguita, (1993):

Bertalanffy sostiene que si han podido hallarlas es porque los modernos enfoques históricos están basados más o menos conscientes en la Teoría de Sistemas, los sujetos de la historia, sean grupos de galaxias, continentes, ecosistemas o civilizaciones, son sistemas que exhibirán regularidades. (p. 4)

Hablar de la historia, condición que antes no se tenía en cuenta en los sistemas, aporta en la comprensión de la dinámica de los fenómenos porque permite vincular la historia de la tierra y de los seres vivos en la comprensión de las dinámicas que son visibles en un momento y en un ambiente en particular. De

igual forma el hablar de la historia del suelo permite comprender que el suelo es un recurso no renovable y que el tiempo es un factor importante en la formación del suelo.

Por otro lado, la Teoría general de los sistemas, aporta en la comprensión de los ambientes naturales y particularmente del suelo como un ecosistema, ya que reconoce como una cualidad la organización jerárquica que presentan tanto en sus estructuras, como en sus funciones, al respecto Von Bertalanffy (1986) señala que:

Una jerarquía parecida surge tanto en “estructuras” como en “funciones”. En última instancia, estructura (orden de partes) y función (orden de procesos) pudieran ser la misma cosa: en el mundo físico la materia se disuelve en un juego de energías, y en el mundo biológico las estructuras son expresión de una corriente de procesos...la cuestión del orden jerárquico está íntimamente ligada a las de la diferenciación, la evolución y la medición de la organización.

Las consideraciones de Bertalanffy, permiten comprender por qué la jerarquización establece relaciones entre las estructuras y las funciones, que a su vez generan una organización en particular. De igual forma el orden jerárquico que permitió establecer la Teoría General de los sistemas, aporta en la comprensión de la diferenciación, la evolución y la mediación.

En la comprensión del suelo como ecosistema, además de reconocer la importancia de las nociones de historia y organización jerárquica aportadas por la Teoría general de los sistemas, es necesario incorporar la idea de organización expuesta por Jacob (1999) ya que evidencia que los organismos y las condiciones de la naturaleza están estrechamente relacionadas, al afirmar que: *“El organismo no puede dissociarse de su medio. Es el conjunto lo que se transforma y modifica”*. Es decir que los cambios que se presentan en el suelo se ven reflejados en los procesos de crecimiento y desarrollo de los organismos que hacen parte de él.

Asimismo, también se podría inferir que un puente entre el reduccionismo y el holismo lo plantea Morin, (2004), quien afirma: “El todo está presente en las partes y las partes presentes en el todo”. Comprender el suelo como ecosistema permite, reconocer que emergen otras propiedades de la relación entre las partes y que en la complejidad de los ecosistemas convergen el reduccionismo y el holismo.

De igual forma y de manera particular, comprender el suelo como ecosistema, como se presenta en este trabajo, se relaciona con lo afirmado por Morín (1996):

El ecosistema significa que, en un medio dado, las instancias geológicas, geográficas, físicas, climatológicas (biotopo) y los seres vivos de todas clases, unicelulares, bacterias, vegetales, animales (biocenosis), inter-retro-actúan los unos con los otros para generar y regenerar sin cesar un sistema organizador o ecosistema producido por estas mismas inter-retroacciones. Dicho de otro modo, las interacciones entre los seres vivientes son, no solamente de conflicto, de competición, de concurrencia, de degradación y depredación, sino también de interdependencias, solidaridades, complementariedades. El ecosistema se autoproduce, se autorregula y se autoorganiza de manera tanto más notable cuanto que no dispone de centro de control alguno, de cabeza reguladora alguna, de programa genético alguno. (p.1)

El ecosistema desde la perspectiva de Morin (1996) tiene dos elementos importantes, por un lado, tenemos el biotopo que hace referencia a las condiciones, por otro lado, tenemos la biocenosis que son los organismos y las interacciones que entre estos generan procesos de independencia y dependencia.

Asimismo, Morin presenta la noción de que las partes no están aisladas, sino que se relacionan con otras y son complementarias, permitiendo de esta forma que el sistema se autoproduzca y autoorganice, no porque sea un super organismo, sino porque su autoorganización se realiza sin necesidad de una cabeza o un sistema nervioso.

Es decir, que esta visión permite comprender que las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo van a incidir en el crecimiento y desarrollo de los

organismos, estos a su vez inciden en las propiedades, que al estar en interacción generan propiedades emergentes.

Manteniendo la idea de sistema complejo, además de tener relaciones de autonomía, también se presentan relaciones de dependencia en los organismos con su ambiente, debido a la estrecha relación entre el ambiente y los organismos, Morin (1996) expone, que: “... *la auto-eco-organización significa que la organización del mundo exterior está inscrita en el interior de nuestra propia organización viviente*” (p. 4) .

Es decir, que el suelo no se limita solo a ser un componente, sino por el contrario que las interacciones de los seres vivos con su ambiente son necesarias e interdependientes, por ejemplo, las plantas que crecen en el Páramo tienen una disposición arrosetada que permite recoger el agua, donde el suelo tiene materia orgánica que no se descompone igual que en otros ecosistemas debido a la diferencia de temperaturas que se presentan a lo largo del día, la disposición de la luz y de la humedad que se presenta en los ecosistemas. De igual forma el suelo al no poder absorber toda el agua que se genera, dispone de ciertos procesos en los que la vegetación además de capturar grandes cantidades de agua, la filtre y permita la formación de Riachuelos que posteriormente serán ríos.

Por otra parte, los ciclos biogeoquímicos del suelo, nos permiten entender las múltiples interrelaciones que se generan en los ecosistemas, donde algunas moléculas se convierten en ciertas sustancias a través de la descomposición de organismos, que a su vez permiten el crecimiento y desarrollo de las plantas, evitando que el suelo se erosione y permitiendo que se articule con otras condiciones como la dinámica entre el agua, la luz y el aire.

Otro de los elementos que llama la atención dentro del pensamiento ecologizado de Morín (1999) es que sus ideas no solo están orientadas al reconocimiento del



ecosistema; sino a comprender la relación entre el hombre y la naturaleza. No podemos seguir pensando que el desarrollo y el progreso de nuestra sociedad se limita solo al dinero, el progreso debe estar relacionado con los valores y las perspectivas más humanas y de colaboración, debido a que nuestra historia evolutiva nos permite comprender que para desarrollarnos como sociedad necesitamos del otro y de nuestro ecosistema, y es por esta razón que nuestras relaciones deben ser menos extractivista y más sostenibles.

De igual forma, no podemos seguir con la idea de que somos seres diferentes, cuando nuestras estructuras evidencian que hacemos parte del universo, el carbono que compartimos con los elementos del universo, permiten comprender la compleja relación entre las condiciones y los seres vivos. Es por esto que la “inteligencia consciente”, debe fomentar una relación más armónica y menos destructiva con la naturaleza, como lo afirma Morin (2004):

El pensamiento ecologizado: no sólo no se puede separar un ser autónomo (Autos) de su hábitat cosmos físico y biológico (Oikos), sino que también es necesario pensar que Oikos está en Autos sin que por ello Autos deje de ser autónomo y, en lo que concierne al hombre, éste es relativamente extranjero en un mundo que, no obstante, es el suyo. En efecto, somos íntegramente hijos del cosmos (p. 5)

El pensamiento ecologizado nos permite comprender que somos seres autónomos, y que también estamos en un ecosistema donde es necesario pensar en cómo nuestras acciones repercuten en todas las dinámicas del planeta. No obstante, vemos cómo la pandemia ha generado una implementación mayor de plásticos de un solo uso, que pueden generar virus más peligrosos que los que tenemos en la actualidad.

Morin (2004) señala que las interacciones que ocurren en el sistema afectan de manera externa y de forma interna, lo llamó la *endo-exo-causalidad*, por ejemplo, un suelo fértil está relacionado con los micro y macronutrientes, con la humedad,

la aireación y la materia orgánica, permitiendo unas dinámicas particulares en cada ecosistema.

Esta *endo-exo casualidad* nos permite comprender que los fenómenos que ocurren se deben tanto a causas internas como a causas externas debido a que los ecosistemas no son sistemas cerrados, sino son sistemas abiertos.

En conclusión, en la comprensión del suelo como ecosistema es necesario reconocer que nociones como la historia y la organización en jerarquías aportan en la configuración de una perspectiva desde la complejidad donde se hacen evidentes las estrechas relaciones que existen entre los seres vivos y las condiciones del lugar. De igual forma el pensamiento ecologizado aporta en dicha comprensión, al generar una conciencia de la relación estrecha que tenemos con nuestro ecosistema y la importancia de reconocer que el desarrollo no es la extracción sino la sostenibilidad.

El suelo como ecosistema nos permite comprender que las interrelaciones de dependencia que se dan en el suelo, también se producen en el ecosistema y las relaciones que se producen entre las propiedades físico, químicas y biológicas generan propiedades emergentes que hacen que cada uno de los ecosistemas tengan unas particularidades que dan paso al endemismo y diversidad de sus organismos. Estas diferentes nociones se presentan en el siguiente esquema:



Figura 2. Elementos disciplinares para la comprensión del suelo y su dinámica. Fuente: Elaboración propia

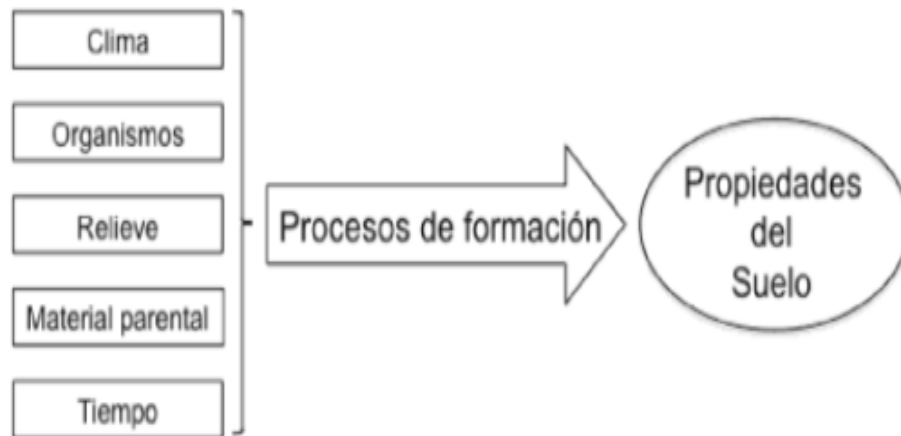
## **El suelo y su dinámica temporal: Formación y constituyentes**

Comprender la dinámica temporal del suelo, para el presente trabajo, implica reconocer dos momentos, un *ahora en* el que se describen sus constituyentes y un *antes* en el que se reconocen los factores y procesos que han incidido en su formación, tales como los diferentes procesos de meteorización, que involucran factores físicos, químicos y biológicos, algunos de los cuales se describirán detalladamente a continuación.

### **Factores de Formación del suelo**

La gran variedad actual de suelos, es el resultado de las transformaciones que se han dado a lo largo del tiempo, estas transformaciones dan cuenta, no solo de lo que sucede en el suelo; sino de las múltiples interacciones que se generan en los ecosistemas y la forma como nuestro planeta se transforma a todas las escalas.

La formación del suelo es una interacción entre múltiples particularidades como el clima, organismos, relieve, material parental y tiempo. Donde cada uno de los elementos generan propiedades emergentes que permiten una dinámica particular del suelo. En la figura 1 se presentan las condiciones que inciden en la formación de suelo, como afirman García y García (2013).



*Figura 3. Relación entre los factores formadores del suelo y sus propiedades. Tomado de García y García (2013)*

**Nota:** Los factores que intervienen en la formación del suelo y que determinan sus características finales son: clima, organismos, relieve, material parental y tiempo.

## **El clima**

El clima es muy difícil de precisar debido a que la mayoría de las definiciones no tiene en cuenta que es multidimensional y que además del plano inclinado de la tierra se debe tener en cuenta la interacción de los factores. De igual forma, aunque se basa en datos estadísticos, no se puede limitar solo a la interpretación de estos y se debe tener en cuenta el sistema atmosférico, como afirma Escardó (2010).

Cuando se aborda el estudio del clima, nos encontramos con que hay que distinguir sus factores, que son características geofísicas que condicionan de un modo preponderante el clima de cada lugar; latitud, altitud, continentalidad, orientación, naturaleza del suelo y vegetación. Hay que distinguir también lo que son elementos del clima, que vienen a ser aquellos componentes en que, para su estudio, suele dividirse el clima, tales como humedad, visibilidad, radiación solar, temperatura, precipitación, viento, presión, nubosidad y otros. (p.3)

Si bien no se desconoce la complejidad del clima y la importancia de la interacción entre los factores del mismo, en este escrito solo se referencia a dos elementos como la precipitación y temperatura, debido a que es muy difícil abordar todos los elementos que inciden en el sistema atmosférico y no es el punto central del presente trabajo.

Los elementos climáticos que inciden en la formación de los suelos de manera más directa son: la precipitación y la temperatura. *La precipitación comprendida como las partículas líquidas o sólidas de agua.* (Maderrey y Jiménez, 2005, p. 11), constituye uno de los factores determinantes al hablar del suelo y su dinámica temporal. La precipitación está relacionada con los ciclos del agua que ocurren en cada uno de los ecosistemas, esta puede encontrarse en forma de llovizna, lluvia, granizo. etc, estas formaciones dependen de las condiciones meteorológicas.

Teniendo en cuenta esto es posible afirmar que el aumento de las precipitaciones puede generar una separación de nutrientes importantes que inciden en la pérdida de bases y coloides. En cambio, en superficies secas el fenómeno es contrario y se acumula la materia soluble en la superficie. Como lo señalan García y García (2013):

De todos los factores climáticos, los más importantes son el régimen de precipitaciones (humedad) y la temperatura. Cuanto mayor sea la cantidad de agua más elevada su temperatura, mayor es su poder de dispersión. Si las lluvias son superiores a la evaporación resulta, como consecuencia de ello, una lixiviación, es decir, un arrastre de arriba hacia abajo, perdiendo bases y coloides. Por el contrario, en el clima seco el fenómeno es inverso, acumulándose las materias solubles en la superficie. (p. 29)

Las precipitaciones y la temperatura son importantes en la formación de los suelos porque determinan algunas condiciones hidrológicas como la disponibilidad de agua en el suelo, que también depende en gran medida de los componentes que lo constituyen.

Por otro lado, la temperatura incide en la meteorización química y en los procesos de crecimiento de las poblaciones de los organismos, que están relacionados con la descomposición de la materia orgánica. Teniendo en cuenta que la temperatura afecta funciones vitales que están relacionadas con reacciones químicas como el intercambio de la membrana y actividad enzimática de los organismos.

### Organismos del Suelo

Los organismos que se encuentran en el suelo son bastantes, ya que es uno de los hábitats en donde se desarrollan y estos a su vez influyen en su estructura. Es importante señalar que existe un gran número de representantes en la comunidad del suelo, tanto en las principales filas de los dominios eucariotas como en los procariotas (Woese et al., 1990 citado por Swift et al, 2012 p. 26, véase Swift et al., 1979; Lavelle, 1996; Brussaard et al., 1997; Wall, 2004; Bardgett, 2005; Moreira et al., 2006, citado por Swift, et. Al., 2012).

De igual forma, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) realiza una clasificación de los organismos, categorizándolos de acuerdo al tamaño. Se debe tener cuidado a la hora de clasificar un organismo debido a que los tamaños varían entre los organismos. En la Tabla 1. se presenta de manera resumida la Clasificación de organismos del suelo por tamaño según la FAO.

	Tamaño	Clasificación	Algunos Ejemplos
<i>Microbiota</i>	<0.1 mm de diámetro	<i>microflora</i>	Algas, bacterias, arqueas, cianobacterias, hongos, levaduras, mixomicetos y actinomicetos
		<i>microfauna</i>	Nematodos, protozoos, turbelarios, tardígrados y rotíferos
<i>Mesobiota</i>	0.1 a 2 mm de diámetro		microartrópodos, como pseudo-escorpiones, protura, diplura, colémbolos, ácaros, pequeños miriápodos y los enquitreidos
<i>Macrobiota</i>	> 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.

Tabla 1. Clasificación de organismos del suelo por tamaño. Tomado de <http://sintrainduscafe.org/secciones/organismos-en-el-suelo/>

Por otra parte, la clasificación de Swift et al. (2012), presenta una organización de acuerdo a las funciones principales de los organismos en los ecosistemas, las cuales se exponen a continuación:

**La descomposición de materia orgánica**, que ocurre principalmente por organismos que realizan la actividad enzimática, donde se genera carbono orgánico de la descomposición que posteriormente es liberado a la atmósfera ( $\text{CO}_2$  y  $\text{CH}_4$ ) y también es incorporado a los reservorios de materia orgánica (MOS). (Swift, et al., 2012, p.34)

**Ciclo de nutrientes:** Está relacionado directamente con la descomposición, realizada por microorganismos que ayudan en la absorción de nutrientes de la vegetación, como resultado de las asociaciones simbióticas entre las micorrizas y la fijación de  $\text{N}_2$  en los nódulos de las raíces. (Swift, et al., 2012, p.34)

**Bioturbación:** Este grupo de organismos ayuda a la formación de poros, agregados y montículos, y movimiento de partículas de una capa a otra. Esto influye en la estructura física del suelo porque ayuda en la aireación, drenaje y estabilidad de agregados, y por esto que se denominan “ingenieros de los ecosistemas del suelo”. (Stork y Eggleton, 1992; Jones et al., 1994; Lavelle et al., 1997, citado por Swift, et al., 2012, p.34).

**Enfermedades y control de plagas:** la biota del suelo incluye los virus, bacterias, hongos y animales invertebrados que pueden causar enfermedades y la muerte en animales y plantas, incluso en humanos. Estas plagas son reguladas por otros miembros de la biota, como microbívoros y micropredadores. (Swift, et al., 2012, p.35)

En este orden de ideas, se puede afirmar que los organismos juegan un papel fundamental en los flujos de materia y energía, tanto del suelo como de los ecosistemas en general, debido a su actividad catabólica y anabólica, y que a su vez permiten la emergencia de complejas relaciones en los ciclos biogeoquímicos.

## Relieve

La composición y propiedades de los suelos están relacionadas con el relieve, el cual puede actuar de manera directa e indirecta. La acción directa está relacionada con los problemas de erosión y migración de elementos, donde se



pueden ver expuestos los horizontes profundos y la roca madre produciendo un empobrecimiento del suelo. Las acciones indirectas están relacionadas con caracteres hidromórficos del suelo, distinta formación de suelos como en zonas altas y bajas, distinta radiación solar y evapotranspiración que dependen de la altitud. (García y García, 2013, p.30).

También la incidencia de mayor o menor absorción de radiación solar dependiendo de la zona solana y umbría del relieve. Es decir que los planos inclinados que benefician de una radiación solar más elevada que los planos horizontales adyacentes están en situación de solana y los que reciben significativamente menos, están en situación de umbría. (Hufty, Theriault y Sheriff, 1985, p. 629). No es claro definir la zona umbría y solana debido a que los terrenos, la inclinación del mismo y que no todos los países tienen estaciones, pero en gran medida depende de dos factores principales: la radiación solar y la altitud.

Para el caso particular del Relieve colombiano, podemos decir que este es producto de diferentes acontecimientos geológicos que han permitido una gran diversidad de suelos en el territorio, dentro estos están los periodos en que el mar se encontraba cubriendo gran parte del territorio, generando un gran movimiento de partículas y los periodos de vulcanismo en la cordillera de los Andes, que formaron las grandes reservas de carbono mineral.

### **Material parental**

El material parental influye en las características del suelo, debido a que la formación de los suelos está relacionada con procesos de meteorización que inciden directamente en los horizontes del mismo. La corteza terrestre está conformada principalmente por el ácido silícico que se encuentra en forma de

mezcla con otros compuestos que contienen sodio, aluminio, potasio, calcio, hierro y iones de oxígeno. Estos elementos son componentes de los minerales primarios (silicatos primarios), que son los que conforman la roca madre o material parental. (García y García, 2013). La roca madre a partir de procesos de meteorización permite la formación de las diferentes capas del suelo. Las principales características de la roca madre que intervienen en la formación de los suelos son, según García y García (2013):

**La composición:** Rocas con minerales inestables que 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 originan materiales muy porosos y de fácil drenaje. (p.34)

Las características de la roca madre como permeabilidad, composición y granulometría permiten la formación del suelo, pero también son reconocidas como elementos que permiten la clasificación de los suelos.

### ***Tipos de rocas que hacen parte del material parental***

Los tres tipos de rocas que forman el material parental son: las rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas, que pasan a través de diferentes procesos de meteorización, como se muestra en la figura 2. Donde se puede observar las diferentes transformaciones que ocurren en las rocas.

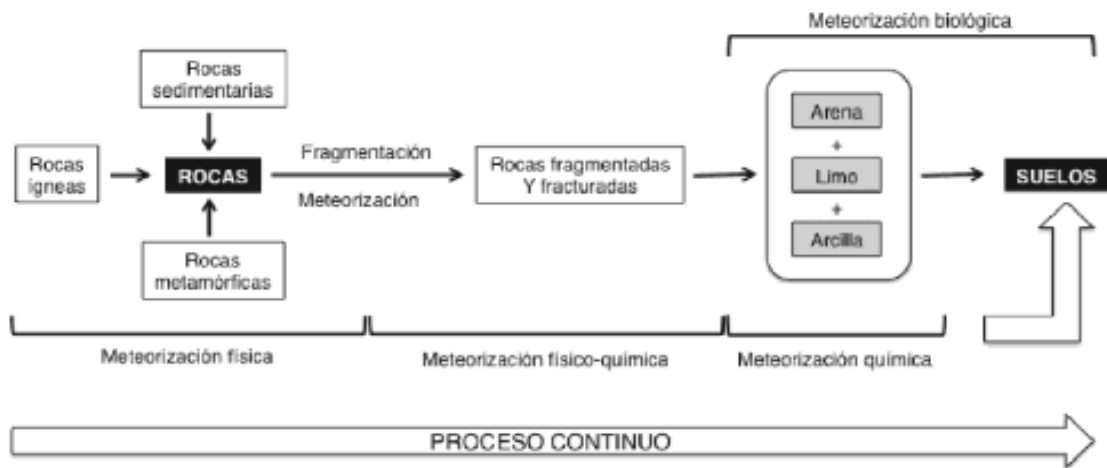


Figura 4. Esquema general de la formación de suelos con la intervención de distintas formas de meteorización. Tomado de García y García (2013).

**Nota:** La meteorización puede considerarse como un proceso continuo desde la roca madre y permite la formación de los distintos tipos de suelo.

Las rocas ígneas están formadas por la solidificación del magma, las rocas sedimentarias son el producto de la meteorización de las rocas ígneas y metamórficas y las rocas metamórficas provienen de rocas ígneas y sedimentarias (García y García, 2013, p. 32). Estas rocas a través de procesos de meteorización física, química y biológica forman el suelo, a través de es un ciclo continuo, donde cada una de las rocas dependiendo a las condiciones a las cuales se encuentra sometida se transforma.

### Procesos de formación del suelo

Los procesos de desintegración y descomposición de un material como consecuencia de su exposición a los agentes químicos, físicos o biológicos de la atmósfera, permiten la meteorización. La meteorización es un proceso natural que transforma el suelo, como se presenta a continuación:

La meteorización es un proceso natural, progresivo e irreversible, que conduce inevitablemente a la destrucción del material, esto es debido a la tendencia natural de las sustancias a equilibrarse (hablando en términos físico-químicos) con el medio ambiente en que se encuentran, lo cual implica que se disparen procesos

de transformación, que son denominados procesos de deterioro, que operan con mayor o menor velocidad (Casco, 2007 citado por Agudelo, 2012, p. 23).

Estos procesos de meteorización pueden ser físicos, químicos y biológicos. Las condiciones de los ecosistemas generan procesos que permiten la formación de los suelos.

La meteorización física consiste en las transformaciones que se presentan causadas por los cambios de temperatura, presión y volumen, es importante mencionar que los diferentes agentes no producen cambios apreciables en la composición química y mineralógica (Freire y Gaibor s.f. citado por García y García, 2013, p. 35). Por otro lado, la meteorización química se caracteriza porque las transformaciones generan cambios en la composición química y mineralógica de la roca, dando lugar a mezclas de minerales de composición variable y compleja. Los principales agentes de la meteorización química son el agua, el dióxido de carbono y el oxígeno.

La meteorización biológica se relaciona principalmente con los organismos vivos que habitan en el suelo y se desarrollan en él. Las plantas atraen a través de las raíces, sustancias como el calcio, el potasio, el magnesio y otros nutrientes en forma de materia orgánica. Algunos animales se afectan también en la meteorización debido a que mezclan diferentes capas del suelo, generando cambios en la biomasa y en la materia orgánica. (García y García, 2013, p. 38).

### **El perfil del suelo.**

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 y para identificarlos se tiene en cuenta el color, la textura y la estructura. Los perfiles del suelo según García y García (2013) son:

**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 y presenta materia orgánica, en la capa de hojarasca que recubre los bosques. **Horizonte A: Aluvial.** Es el suelo superficial, 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:** se forma debajo de un horizonte A, de un horizonte E o de un horizonte O. En los horizontes B se han destruido todos 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. **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 C, puede ser igual o diferente al *solum*. **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, este no se considera un horizonte del suelo. (p. 39 y 40)

## Tiempo

El tiempo es necesario para que ocurran los procesos de meteorización que son fundamentales para la formación del suelo, debido a que estos no se dan momentáneamente sino por el contrario es necesario que pase el tiempo para que el suelo se transforme. El suelo no solamente necesita tiempo para la formación, sino que también permite reconocer el tiempo que ha transcurrido a lo largo de los años. Es por esta razón que se retomará la historicidad del suelo, entendiéndose como la historia geológica que nos permite reconocer su temporalidad.

### **Historicidad del suelo: La historia geológica como herramienta de caracterización**

En la historia geológica, se evidencia que en cierto momento gran parte del territorio colombiano estuvo cubierto por agua y que en él existía una gran diversidad de organismos de los que se tiene evidencia por los fósiles que ahora

se encuentran expuestos por el surgimiento de las cordilleras. Esto nos permite afirmar que los suelos pueden constituirse como un reloj del tiempo geológico de nuestro territorio.

La historia geológica de los suelos da cuenta de dos sucesiones espaciales, una de forma vertical y otra horizontal, que a su vez se relacionan con la historia cronológica de la corteza terrestre, como expone (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)

La serie especial horizontal, que contiene los minerales y fósiles que podrían pertenecer a la misma escala de tiempo y una escala de tiempo vertical que indica los diferentes tipos de rocas que pueden darse debido al movimiento de las placas tectónicas, el desplazamiento de grandes bloques de suelo, que permiten la formación del mismo.

Por otra parte, la historicidad del suelo es muy importante porque permite comprender porque este no es estático, sino por el contrario tiene diferentes cambios que se producen a lo largo del tiempo y como el suelo presenta una escala cronológica de los ecosistemas.

### **Propiedades Físicas, Biológicas y Químicas**

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), las propiedades del Suelo pueden ser físicas, biológicas y

químicas, a continuación, se exponen algunas de ellas y su importancia en la dinámica del suelo:

### **Propiedades Físicas**

Las propiedades físicas de los suelos, son las que determinan su rigidez y la fuerza de sostenimiento, es decir la facilidad con la que penetran las raíces, la aireación, la capacidad de drenaje y el almacenamiento de agua y plasticidad y la retención de nutrientes. (Rucks, García, Kaplán, Ponce de León, y Hill, 2004, p.2).

Una de las propiedades físicas es la profundidad que es una propiedad importante porque se encuentra relacionada con el espesor del suelo, en ese sentido se tiene en cuenta las diferentes capas que lo forman y que dependen en gran medida del tamaño de cada uno de los horizontes.

Así mismo, es importante considerar que el agua presente en el suelo, puede ser almacenada o fluye de diferentes formas en la estructura, estabilidad y erosión. El agua es muy importante en el crecimiento y desarrollo de las plantas, debido a que afecta la solución y precipitación de minerales esenciales para estas. La propiedad que se relaciona con el flujo del agua en el suelo, recibe el nombre de permeabilidad, donde se debe hacer una distinción clara entre el agua adsorbida y absorbida, como expone Hoyos (2001):

**Agua Absorbida:** agua adherida mecánicamente a una masa de suelo o roca cuyas propiedades físicas difieren sustancialmente del agua corriente a la misma presión y temperatura. El agua absorbida incluye el agua capilar y puede ser removida del suelo por calentamiento a 110°C. **Agua Adsorbida:** la que se encuentra en una masa de suelo o roca, íntimamente ligada a las partículas sólidas por efecto de fuerzas electroquímicas, y cuyas propiedades pueden diferir de las propiedades del agua en los poros a la misma presión y temperatura debido a la alteración de la distribución molecular. El agua adsorbida no puede ser removida por el calentamiento a 110°C. (p. 16)

Estos dos conceptos son diferentes, pero muy pocas veces se hace la distinción entre estos, el agua absorbida es el agua que puede ser removida del suelo por calentamiento a 110°C y el agua adsorbida no puede ser removida por calentamiento a 110°C.

Otra propiedad física del suelo es la estructura, que hace referencia a las partículas que lo conforman (principalmente arena, limo y arcilla). Esta propiedad incide en la circulación del aire, el movimiento del agua en el suelo, el crecimiento radicular y la firmeza a la erosión. De igual forma, la textura del suelo se refiere a la proporción de componentes inorgánicos de diferentes formas y tamaños. Esta propiedad influye en la fertilidad, habilidad de adsorción del agua, en la ventilación, en el drenaje y otras propiedades.

Asimismo, el color depende de los componentes, la humedad, la materia orgánica y permite identificar algunos minerales como las sales y carbonatos en las muestras. Es una medida indirecta de algunas características del suelo, se usa para evidenciar las secuencias de un perfil de este.

La consistencia del suelo es una propiedad que está relacionado con la deformación o ruptura que pueden aplicar sobre él. Esta propiedad también depende de la humedad del suelo que puede ser categorizada entre dura, muy dura y suave. Se mide mediante tres niveles de humedad: aire-seco, húmedo y mojado.

### **Propiedades Químicas del suelo**

Las propiedades químicas del suelo están relacionadas con propiedades como la capacidad de intercambio catiónico, el pH del suelo y la salinidad del suelo que inciden en las propiedades físicas y biológicas de este.



Una de las propiedades químicas es el pH también conocido como potencial de hidrógeno, que se encuentra determinada por el grado de adsorción de iones ( $H^+$ ) y por las partículas del suelo permite identificar si un suelo es ácido o alcalino. El pH también está relacionado con la disponibilidad de nutrientes, debido a que va a influir en la solubilidad, movilidad y disponibilidad de nutrientes y contaminantes inorgánicos presentes en el suelo. La actividad de los organismos del suelo está inhibida en suelos muy ácidos y para el cultivo agrícola, el pH ideal depende de cada una de las especies vegetales. Este se relaciona con la capacidad de intercambio catiónico que se vincula con la afinidad de los cationes o iones de hidrógeno, como lo presenta la FAO:

La capacidad de intercambio catiónico (CIC) es una medida de cargas negativas en la superficie de los minerales y componentes orgánicos y representa la afinidad entre los cationes que la superficie de las sustancias puede retener (Ca, Mg, Na, K,  $NH_4$ , etc). Estos serán intercambiados por otros cationes o iones de hidrógeno presentes en la solución del suelo y liberados por las raíces. El nivel de CIC permite detectar la habilidad de suelos de retener cationes, disponibilidad y cantidad de nutrientes a la planta, su pH, etc.

La CIC está relacionada con la afinidad de los iones, donde las partículas del suelo poseen cargas negativas que dependen de su composición y los elementos esenciales para la planta son en su mayoría de carga positiva. De igual forma es importante reconocer que los nutrientes se clasifican en macronutrientes que son aquellos que se requieren en grandes cantidades y los micronutrientes que se requieren en pequeñas cantidades.

Por otra parte, el carbono orgánico del suelo (COS) mejora las propiedades físicas de este, aumenta la capacidad de intercambio catiónico, retención de humedad y contribuye con la estabilidad de suelos arcillosos al ayudar a formar agregados, y están estrechamente relacionados con los procesos metabólicos de los organismos que habitan en el suelo.

## **Propiedades biológicas del suelo**

Se relacionan con la actividad microbiana y fauna del suelo, que tiene un papel fundamental en la composición y características del mismo. Los organismos del suelo descomponen la materia orgánica proveniente de restos vegetales y animales liberando a su vez nutrientes para ser asimilados por las plantas. Los nutrientes que se encuentran en los organismos del suelo impiden su pérdida por lixiviación. Los microorganismos mantienen la estructura del suelo, las lombrices remueven el suelo y las bacterias cumplen procesos físico-químicos en el ciclo del nitrógeno y el ciclo del carbono.

Los microorganismos aportan en la formación de materia orgánica, debido a que ayudan a la descomposición de organismos, a través de procesos catalíticos que permiten el flujo de materia y energía de los ecosistemas.

## **Relación Planta-Suelo**

El estado hídrico de las plantas depende del intercambio entre dos fuentes principales, la primera es la del agua y la segunda es la atmósfera. Es decir que si la planta pierde más agua de la que absorbe, se produce un déficit hídrico, debido a que la planta no podrá absorber el agua que se encuentra en el suelo y cuando hay agua acumulada, también puede generar daños en la planta, como afirma Acevedo (1979):

El crecimiento radicular está determinado por factores genéticos y del medio. Entre los factores del medio se destacan las propiedades físicas y químicas del suelo, además de las variables que afectan el desarrollo aéreo del cultivo. Estas últimas pueden alterar drásticamente el crecimiento de las raíces debido a su dependencia de los productos de fotosíntesis proporcionados por la parte aérea. Desde un punto de vista físico, el crecimiento radicular depende en gran medida del agua. (p.1)

Por lo tanto, el crecimiento radicular también depende de los factores genéticos y el ambiente, que están íntimamente relacionados con las propiedades físico-químicas del suelo y la disponibilidad de luz de la planta, para que pueda realizar

la fotosíntesis que permite el crecimiento y desarrollo de la misma. Es decir, que las plantas pueden presentar diferentes valores de crecimiento radicular, aunque tengan el mismo estado hídrico.

En la relación suelo-agua y planta, la disponibilidad del agua en la planta es muy importante porque permite que se realicen diferentes procesos esenciales para el crecimiento y desarrollo de esta, porque: *El agua es muy importante para la vida, ya que numerosas reacciones bioquímicas se realizan en este medio como la síntesis de proteína, lípidos y carbohidratos, elementos estructurales en la formación de nuevos tejidos vegetales* (Russell 1988 citado por Astorga y Martínez, 2003). El agua permite que se lleven a cabo reacciones químicas fundamentales para las plantas.

Es decir que una planta con agua, tendrá los nutrientes necesarios para la fabricación de nuevos tejidos vegetales lo que se refleja en mayor crecimiento y desarrollo de ésta, en comparación con las plantas que tienen estrés hídrico, donde no se podrán realizar procesos metabólicos fundamentales, como presentan Astorga y Martínez (2003): *“los procesos de evapotranspiración, que están determinados por fenómenos físicos que dependen de la humedad de la atmósfera y el interior de la hoja (transpiración) o la superficie del suelo (evaporación) que se conoce como déficit de presión de vapor (DPV)”*.

Los procesos de evapotranspiración dependen de la transpiración que ocurre en el interior de la hoja y de la evaporación que se produce en el suelo, de igual forma los procesos de evaporación son diferentes en lugares que poseen vegetación y aquellos que no tienen, debido a que las plantas generan un microclima diferente.

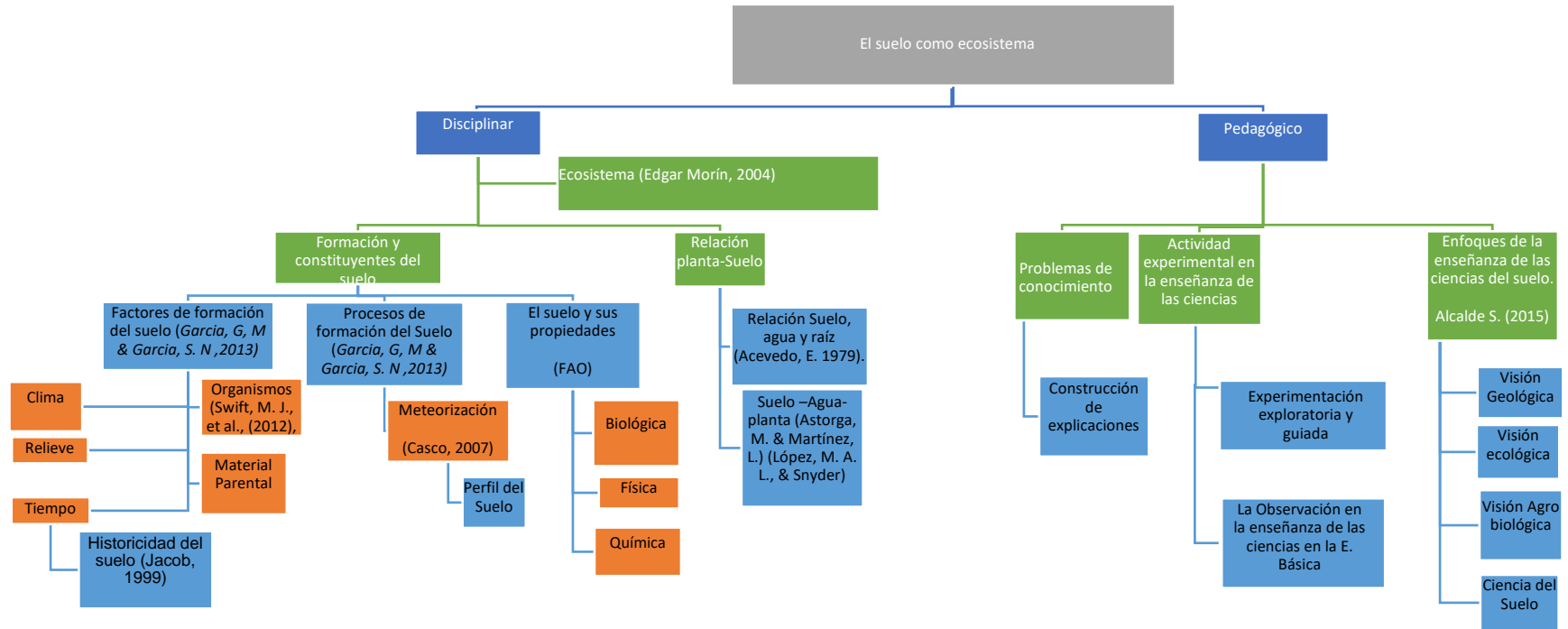
De igual forma en la relación de suelo, planta y agua descrita por López y Snyder, (1990) se expone que es importante reconocer los procesos que determinan el balance del agua en el suelo y su relación con la planta: *“La suerte del agua*

*aplicada al suelo ya sea por lluvia o por riego es determinada por los procesos de intercepción, escorrentía, infiltración, redistribución y percolación profunda, retención, evaporación y transpiración". (p. 3)*

Estos procesos permiten o no la disposición de agua en el suelo que posteriormente será ingresada a la planta a través del sistema radicular, pero esto también depende de las propiedades fisicoquímicas del suelo, porque en suelos con poca disponibilidad de agua, los procesos de adsorción no serán los más adecuados incidiendo en que los nutrientes no puedan acceder a través de las raíces.

La importancia del agua en el suelo, está relacionado con un ahora que describe los constituyentes y un antes donde se reconocen los factores y procesos de formación como la meteorización, física, química y biológica. De igual forma la relación entre el suelo y la planta se debe principalmente por la relación del sistema radicular donde puede adsorber los nutrientes dependiendo del agua que se encuentra en el suelo, de igual forma esto puede variar de acuerdo al ambiente y a las especies vegetales.

Figura 5. Elementos disciplinares y pedagógicos que configuran al suelo como ecosistema. Fuente: Elaboración propia



## CONTEXTO PEDAGÓGICO

En este capítulo se retomarán algunos temas fundamentales para el desarrollo del contexto pedagógico que aportan en el diseño de una intervención en el aula en torno al suelo como ecosistema. En un primer momento se hace referencia a los problemas de conocimiento como una perspectiva compleja para la enseñanza de las ciencias; en un segundo momento, se presenta la importancia de la actividad experimental en la enseñanza de las ciencias y en particular del suelo, donde se aborda la complementariedad entre la experimentación exploratoria y guiada; en un tercer momento, se retoman los diferentes enfoques de la enseñanza de las ciencias del suelo, para generar una visión más compleja y menos fragmentada de este.

### **Los Problemas de Conocimiento como perspectiva compleja para la enseñanza del suelo como ecosistema en la Educación Básica secundaria**

La enseñanza de las ciencias en la Educación Básica en Colombia, actualmente está orientada por los estándares y lineamientos, que se encuentran centrados en conceptos, que en algunas oportunidades resultan poco pertinentes, y aparecen como alejados de la realidad de los estudiantes. Por lo que, en estos elementos orientadores del currículo de ciencias, no se aprecia de forma clara, cómo el estudiante puede comprender el mundo, generar explicaciones de este y trascender los contenidos hacia la solución de las problemáticas propias del contexto.

La construcción de explicaciones en la escuela constituye un proceso que cobra sentido en la medida en que pone en juego no solo los conceptos de la biología; sino que tiene diferentes elementos que apuntan a la constitución de una mirada crítica de la realidad y de las concepciones que circulan acerca de la ciencia, el conocimiento y la enseñanza de las ciencias, así:

La enseñanza de las ciencias como una dinámica que cobra sentido a partir de las complejas relaciones que se dan entre las imágenes de ciencia y conocimiento, la forma como se concibe la escuela y su papel en la sociedad y, las estrategias que se implementan en el aula para la construcción de explicaciones del mundo natural y social. (Valencia et al, 2003, p. 2)

Los problemas de conocimiento como propuesta innovadora, conciben la idea de la ciencia como una actividad cultural, que se encuentra inmersa en un contexto socio-temporal, es decir que ocurre en un momento histórico y socialmente se legitima. Es por esta razón que en la enseñanza de las ciencias naturales se debe tener en cuenta que la ciencia es contextual y depende de la sociedad donde se desarrolla, debido a que se generan nuevas dinámicas de interacción que hacen que el conocimiento se transforme continuamente.

### **Referentes epistemológicos que orientan la propuesta**

Las representaciones que hacen los sujetos sobre su mundo son producto de su experiencia, es por esto que las imágenes que edifican los sujetos, tienen un sentido y un significado propio, que permiten la construcción de conocimiento, como lo propone Valencia et al (2003):

Estas representaciones que los sujetos tienen del mundo, coexisten con otros tipos de representaciones y estas permiten la construcción de conocimiento. Las representaciones son entendidas como construcciones discursivas con carácter ideológico que expresan las relaciones de saber y poder que se dan en los contextos escolares, donde estas representaciones individuales coexisten con otras representaciones. (p. 2).

Las representaciones de los sujetos coexisten con otras representaciones, que a medida que son reconocidas por la sociedad son aceptadas y legitimadas. Asimismo, la construcción de explicaciones no puede limitarse al “flujo de información” en un solo sentido, sino por el contrario debe permitir que los estudiantes sientan la motivación por aprender y generar un diálogo con sus

compañeros, donde se construyan explicaciones de forma colaborativa. De igual forma, el docente debe generar en los estudiantes la capacidad de cuestionar el saber y el poder de su contexto, para que elabore su propio criterio y sea un sujeto activo del cambio.

La ruta de intervención de este trabajo se basa en 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. 3).

Estas actividades buscan que el sujeto se sienta maravillado con los fenómenos que lo rodean y generar en los estudiantes una motivación por conocer. El cuestionamiento de la experiencia básica, permite que a través de una actividad desencadenante el estudiante se motive por aprender y genere curiosidad por ese mundo inexplorado pero encantador. En este primer momento la experiencia básica permite a los sujetos reconocer su mundo de una manera diferente, porque son atrapados por los fenómenos que los rodean y lo aparta de las seguridades conceptuales que son tan comunes en los ámbitos del colegio, como lo presenta Valencia et al (2003):

De igual manera, permite al sujeto maravillarse con el mundo que lo rodea y genera un ejercicio del pensamiento donde el sujeto se sienta motivado por conocer más el fenómeno que se le presenta. En este sentido, la búsqueda de principios, la verificación de leyes, la contrastación de teorías, la formulación de preguntas y la elaboración de supuestos constituyen actividades propias de esta instancia. (p.4)

En ese sentido, la actividad desencadenante busca que los estudiantes dejen de creer en las verdades absolutas que se les presenta en los libros y se aventuren a conocer el fenómeno que les genera incertidumbre y curiosidad.



El segundo momento: artificialización del mundo natural, permite que los estudiantes se aproximen a su entorno y centren su atención en un objeto de estudio, como lo expone (Valencia, et al, 2003): “*El sujeto después de tener la experiencia básica, interroga el fenómeno natural que ha sido abordado por sus sentidos*”. Esta artificialización del fenómeno se realiza a través de la experimentación que permite conocerlo de una forma donde lo pueda observar y analizar.

El tercer momento, denominado *complejización de las explicaciones* permite al estudiante razonar sobre lo que se ha experimentado, contrastar con la teoría y los resultados obtenidos por su trabajo y el de sus compañeros. En este espacio, se deja de creer en verdades absolutas y se les permite a los estudiantes que construyan sus propias explicaciones, donde el docente es un facilitador, puesto que ayuda a que el estudiante construya su propio discurso sobre los fenómenos.

### **Referentes pedagógicos de la propuesta**

Los problemas de conocimiento permiten que el estudiante se reconozca como un sujeto social de conocimiento, es decir que se preocupe por su proceso de enseñanza-aprendizaje y desarrolle una postura crítica sobre su entorno, como presentar Valencia et al. (2003):

Un sujeto social es un sujeto que se construye y reconstruye a partir de las múltiples relaciones que establece en su espacio cultural y que hace de la actividad de conocer una posibilidad para criticar permanentemente aquello que aparenta ser socialmente válido; un sujeto que elabora formas creativas de relacionarse consigo mismo, con los otros y con su entorno, y que es capaz de emocionarse con el conocimiento. (p.6)

Este sujeto social de conocimiento inmerso en una cultura, debe de tener la capacidad de reflexionar sobre su contexto a través de un criterio propio y dejar de

creer en verdades absolutas y contenidos estáticos para dar paso a la creatividad y la innovación.

Asimismo, las propuestas alternativas de ciencias naturales deben tener en cuenta que estamos en un mundo cambiante y por lo tanto no podemos seguir con una pedagogía del siglo XVIII, donde se transmite una información sin sentido. En este orden de ideas, las propuestas alternativas, no están escritas en libros, sino que surgen de las necesidades de los estudiantes y fomentan la construcción de explicaciones, como propone Edgar Morín (1996) citado por Valencia et al(2003):

**Riesgos de propositividad**, como apuestas que el maestro realiza con la certidumbre de su práctica y con el riesgo de convertirla en un acto creativo, desde donde es posible deslegitimar la experiencia como réplica del hacer, la confianza en la verdad de los textos y la normatividad que imponen los currículos, para dejarse sorprender con las preguntas de los estudiantes, los problemas de la comunidad, los temas que le apasionan y el placer de conocer. **Riesgos de azar**, como la expresión de una conciencia vigilante de sus propias acciones que hacen recurrente decidir cambios de itinerario, elegir caminos y desafiar la brújula que impone la rutina. **Y riesgos de transformación** que le permitan asumirse como protagonista de los nuevos sentidos que fortalecen su acción pedagógica, viviéndola, pero a la vez renovándose incesantemente. (p.6)

El riesgo propositivo, permite a los docentes asumir reflexiones sobre su quehacer docente, fortaleciendo la creatividad y dejando a un lado los textos y currículos que se siguen como recetas, permitiendo que los docentes puedan sorprenderse de las preguntas de sus estudiantes y sobre todo despertando el interés por aprender y conocer su mundo.

En cuanto a los riesgos de azar, es importante que el docente construya nuevas formas de aprendizaje, donde se potencialice la creatividad de los estudiantes y donde se puedan construir y reconstruir los sujetos. Estas propuestas alternativas buscan desarrollar el espíritu científico, donde se fomente la curiosidad, la observación y la innovación.

En los riesgos de transformación, no solo se puede seguir transmitiendo conocimiento, como si los estudiantes fueran un contenedor vacío, sino que la enseñanza de las ciencias naturales debe movilizar a los sujetos y permitirles reflexionar sobre su propio aprendizaje, donde el estudiante se reconozca como un sujeto transformador de su realidad. Estos riesgos permiten construir propuestas alternativas para la enseñanza de las ciencias.

La propuesta innovadora del suelo como ecosistema, busca abordarlo de una forma, en el cual el estudiante reconozca las múltiples interacciones que se tejen en él, donde todas las partes del sistema se relacionan e interactúan.

Por otra parte, debido a que las imágenes del mundo influyen en las formas de pensar y actuar, es de suma importancia que se reconozca el suelo como un sistema, donde se debe promover reflexiones en torno al problema de la sostenibilidad.

De igual forma la propuesta alternativa debe provocar al estudiante, es decir, que se desarrolle el sentido crítico y reflexivo de su realidad, donde se pueda cuestionar el saber y el poder. Asimismo, los riesgos en la enseñanza contribuyen a la construcción de conocimiento, donde los estudiantes tienen la posibilidad de maravillarse y construir explicaciones sobre su mundo.

En esta propuesta educativa no solo se realizan construcciones de este mundo natural a través de la observación y la experiencia, a medida que se profundiza en las temáticas, también se realiza una construcción de las explicaciones y se amplía el discurso del maestro y estudiante sobre el objeto de estudio. Como manifiesta Latour (2001) "*Desde este punto de vista no hay diferencia entre la observación y la experiencia: ambas son construcciones*". Estas construcciones

del mundo que están influenciadas por la sociedad y que conviven con otras representaciones.

### **Construcción de explicaciones en el aula**

La construcción de explicaciones es uno de los elementos que a lo largo del trabajo tiene una gran importancia porque son estas formas de representar el mundo las que se analizan en la ruta de intervención. Varios autores hablan sobre este tema en especial en contextos pedagógicos, que permiten evidenciar cómo el maestro y el estudiante a través de interacciones discursivas construyen explicaciones sobre los fenómenos. Pero antes de seguir es importante mencionar que es una elaboración de explicaciones teniendo en cuenta lo que afirma Norris et al., (2005) citado por Galindo (2006) es:

En principio, una explicación es un acto que intenta hacer algo claro, entendible o inteligible. Existen diversos tipos de explicaciones (comunes, históricas, científicas, etc.). En su elaboración influyen las circunstancias y razones por las que se producen, buscando todas ellas resolver un problema, enigma o dificultad. (p. 4)

Es decir, que la construcción de explicaciones permite conocer los fenómenos naturales y sociales. Pero estas explicaciones deben tener principalmente unas preguntas orientadoras, de las cuales se permitan generar explicaciones y estas explicaciones deben permitir intervenir o actuar en el mundo. (Galindo, 2006). También estas construcciones deben generarse en un contexto donde los estudiantes puedan elaborar sus explicaciones y promuevan un cambio en sus acciones.

De igual forma es importante tener claridad sobre la construcción de explicaciones, debido a que este sentir estará a lo largo de las actividades de la ruta de intervención. Teniendo en cuenta la percepción de la construcción de explicaciones realizada por Niño y Pedraza (2015):

Por ende, en las prácticas de enseñanza, la observación debe ser un pilar permanente y es necesario recurrir a la experiencia para poder ampliar dichas observaciones. Además, la explicación construida de manera individual permite la reorganización o reconstrucción del conocimiento, teniendo en cuenta que toda explicación inicialmente, debe ser validada por uno o varios pares que la someten a diferentes criterios de aprobación, si los cumplen, hasta ese momento se convierte en una explicación. (p.47)

De igual forma las autoras mencionan que los tres elementos que se involucran sucintamente son la experiencia, el conocimiento y el lenguaje, debido a que el lenguaje permite socializar no solamente las explicaciones, sino que también generar preguntas y reflexiones que permiten construir conocimiento.

El marco anteriormente mencionado permite comprender los diferentes elementos que se tuvieron en cuenta para realizar la construcción de la ruta de intervención que es el producto de las reflexiones en torno al quehacer docente de las ciencias naturales para generar condiciones pedagógicas y cognitivas que fomenten niños como sujetos sociales de conocimiento.

### **Actividad experimental en la enseñanza de las ciencias en la Educación básica**

Los objetos se presentan tal cual como son, pero la interpretación de estos depende de los sujetos, ya que se hacen diferentes construcciones dependiendo del observador. *Existen diferentes interpretaciones de lo que ven, en común, todos los observadores* (Hanson, 1958, p. 7). Por ejemplo, el suelo para una persona que estudia agronomía y una docente de biología van a realizar diferentes interpretaciones a su formación a pesar de ser el mismo objeto de estudio, debido a que las interpretaciones son procesos cognitivos y la visión está relacionado con la experiencia.

Por lo tanto, la observación se encuentra en las actividades experimentales, permitiendo que todos tengan la misma experiencia visual pero su interpretación depende de un proceso de pensamiento más complejo. Asimismo, la actividad experimental no puede estar limitada sólo a la verificación de los conceptos teórico, sino que debe permitir construir explicaciones para que los estudiantes puedan comprender sus fenómenos, debido a que:

La práctica experimental tiene que ver principalmente con la construcción y comprensión de las fenomenologías en estudio, y con ello con la ampliación y organización de la experiencia de los sujetos, así como con la formalización de relaciones y con la concreción de supuestos conceptuales (Malagón, 2011 citado por Sánchez, Osorio y Manrique, 2013, p. 6)

Las prácticas experimentales también permiten ampliar la experiencia sensible de los fenómenos, a través de las construcciones que hacen los sujetos sobre su entorno, así como relacionar las variables que se presentan y “ampliar las experiencias” que serán transformadas, al igual que el lenguaje del estudiante.

El lenguaje que se genera a partir de la experimentación también permite evidenciar los avances de la comprensión del fenómeno que se estudia. *“En síntesis se puede afirmar que hablar del fenómeno es construir un lenguaje para mostrar el proceso de diferenciación de una cualidad o conjunto de cualidades que expresan el estudio u organización del mismo”.* (Sánchez et al, 2013). Es por esto, que el lenguaje científico o específico, también permite evidenciar cómo el estudiante construye sus explicaciones en torno al fenómeno de estudio.

### **Experimentación exploratoria y guiada**

La experimentación se divide en dos enfoques, una exploratoria, que se encuentra al principio de las investigaciones, porque se realiza sin una teoría previa y otra guiada, que se relaciona con la actividad que se presenta basada en la teoría.

Estas dos experimentaciones se dan en el marco de la historia de la filosofía, como expone Ferreiros y Ordóñez (2002):

*“En una palabra, se debe diferenciar entre experimentación exploratoria y guiada (por una o más teorías). Si la tradición filosófica sólo tuvo en cuenta la experimentación guiada, se debió en buena medida a su tendencia a reflexionar sobre ramas de la ciencia completamente desarrolladas. Y es que la experimentación exploratoria se encuentra principalmente en las primeras fases de desarrollo de una ciencia, cuando se está muy lejos de conceptos y principios teóricos bien desarrollados y adecuados.”*

Esta experimentación exploratoria y guiada también pueden ocurrir de forma paralela y no necesariamente una antecede a la otra. Por ejemplo, en las prácticas experimentales muy pocas veces se realiza la distinción entre estas dos prácticas, ya que en su mayoría las actividades educativas se presentan de forma guiada y muy pocas veces se realiza la exploración, generando una castración de la imaginación y la creatividad.

De igual forma, no se puede desarrollar una distinción clara entre estas, porque interactúan continuamente y a veces no es fácil su distinción en algunas actividades, como expone Ferreiros y Ordóñez (2002): *“lo exploratorio y lo guiado como dos fases interactivas que la investigación experimenta”*. Es decir que estos dos tipos de experimentación se complementan en las investigaciones y aunque es importante reconocerlas, no serán el punto de discusión para este trabajo.

### **La observación en la enseñanza de las ciencias en la Educación básica**

La observación está relacionada con los procesos cognitivos, es decir, la relación entre lo que se ve y lo que se interpreta, según Wittgenstein citado por Hanson (1958): *“Interpretar es pensar, hacer algo; la visión es un estado de la experiencia”*. Esta observación se relaciona con las representaciones que tienen los sujetos del mundo natural y social, es decir, la experiencia visual es igual para

los sujetos, pero las interpretaciones de estos dependen de las organizaciones intelectuales de cada uno.

Por ejemplo, las imágenes generadas por las células fotorreceptoras que se encuentran en el ojo permiten llevar estas imágenes al cerebro donde serán llevadas al sistema nervioso y el sujeto realizará una interpretación, teniendo en cuenta sus representaciones. Como lo presenta Hanson (1958). “*elemento lógico que permite conectar el hecho de observar con nuestro conocimiento y con nuestro lenguaje*”.

De igual manera, la observación está relacionada con el conocimiento del espectador y a su vez el lenguaje, que permitirá describir y comunicar lo observado. También la interpretación de los sujetos depende en gran medida de la percepción que tengan de los fenómenos que están en la mira, porque la observación está mediada por el conocimiento del sujeto, es decir, que no se le puede indicar a un estudiante que observe una célula, sin que antes tenga un sentido, es decir, una organización intelectual que le permita interpretar aquello que ve por el microscopio.

Teniendo en cuenta los elementos antes mencionados es importante generar en los estudiantes las condiciones necesarias para que pueda observar de forma adecuada el fenómeno de estudio. Asimismo, reconocer que la observación tiene lugar en la experimentación, pues esta experiencia visual es muy importante para las actividades experimentales, donde la mayoría de las guías toma esta acción para desarrollar la metodología y posteriormente los estudiantes construyen sus explicaciones.

## **Enfoques actuales en la Enseñanza de Ciencias de la Tierra**



En la enseñanza de las ciencias de la tierra tanto en bachillerato como en el ambiente universitario existen diferentes formas de abordar el suelo, por ejemplo, en el colegio donde se desarrolla la propuesta alternativa del suelo, este es abordado de manera superficial y en algunas universidades que tienen carreras asociadas a las Ciencias de la Tierra se realiza una profundización de los conceptos, pero en otras carreras solo se menciona y no se tienen en cuenta sus múltiples interacciones.

Es importante mencionar que estas diferentes perspectivas que se tienen del suelo han generado diferentes metodologías para abordarlo, como presenta Alcalde (2015) quien describe los diferentes enfoques de la enseñanza de las ciencias de la tierra:

*a) Visión geológica: el suelo es la capa superficial disgregada y de espesor variable que recubre la corteza terrestre procedente de la meteorización física y química de la roca preexistente. b) Visión ecológica: el suelo es una interfase, pues está constituido por componentes de todas las capas terrestres, atmósfera, hidrosfera, litosfera y biosfera. Es un sistema en equilibrio dinámico con el entorno. c) Visión agrobiológica: el suelo sirve de asiento a la vegetación, de la que depende la agricultura, que es la base de la subsistencia humana, y de la existencia de vida en la Tierra, ya que hace posible el reciclado de la materia en los de más ecosistemas terrestre.*

Estas visiones del suelo, coinciden con la dificultad de la polisemia mencionada en capítulos anteriores, donde las diferentes perspectivas que se tienen sobre él, han generado múltiples interpretaciones y diferentes imágenes del objeto de estudio del presente trabajo.

Debido a las diferentes visiones que se tienen del suelo, esto trae como consecuencia una ruptura conceptual que fortalece la idea del suelo como contenedor de nutrientes, es por esta razón que Alcalde (2015) propone que el suelo se debe abordar de forma multidisciplinar, transdisciplinar o interdisciplinar, donde se permita conectar los aspectos importantes de todos los enfoques y donde se pueda superar la visión fragmentada del suelo.

Teniendo en cuenta los elementos antes mencionados los problemas de conocimiento, propician espacios donde los estudiantes pueden construir explicaciones de su mundo natural y social. De igual manera los riesgos en la educación de Morin permiten a los docentes y estudiantes constituirse como sujetos sociales de conocimiento, que se encuentran en un mundo dinámico donde el conocimiento se transforma y donde emergen continuamente relaciones de saber y poder.

## **INTERVENCIÓN EN EL AULA**

En esta sección se desarrollará en dos partes, la primera es la caracterización del contexto institucional donde se describen algunas condiciones de la política educativa del Colegio como la pedagogía Ignaciana y posteriormente se realiza la caracterización de los actores que participaron en la propuesta. En una segunda parte se presentarán los sentidos orientadores, algunas formas de trabajo y se describirán cada una de las fases que constituyen la ruta de intervención.

### **Caracterización del Contexto institucional**

El Colegio Mayor de San Bartolomé es una Institución educativa privada, reconocida por ser una de las primeras instituciones educativas de Colombia, la cual fue fundada en 1605. El colegio es patrimonio histórico, cultural y arquitectónico de la ciudad, además de ser uno de los primeros colegios establecidos en Colombia por los Jesuitas.

Esta institución educativa está a cargo de la Compañía de Jesús, es confesionalmente Cristiana Católica, y se encuentra afiliada a ACODESI (Asociación de Colegios Jesuitas de Colombia) y a FLACSI (Federación Latinoamericana de Colegios de la Compañía de Jesús). (Reglamento o manual de convivencia del Colegio Mayor de San Bartolomé, 2020, p.7)

### **Condiciones institucionales**

En las condiciones institucionales se profundizará en las políticas educativas relacionadas con el plan de estudios, donde se enuncian algunos aspectos de los ámbitos educativos, como los proyectos articulados que permiten el desarrollo de

habilidades investigativas, el Proyecto Ambiental Escolar que se basa en la ecología integral y posteriormente se retoma la pedagogía ignaciana que es la pedagogía en la que se basa el Colegio.

### **Políticas educativas relacionadas con el plan de estudios**

El Colegio Mayor de San Bartolomé tiene como misión ofrecer un servicio educativo de alta calidad que privilegia la cultura de la paz y el cuidado de la casa común, encaminado a la excelencia humana. De igual forma, se fundamenta en los valores cristianos, el liderazgo, la espiritualidad y la pedagogía ignaciana, la calidad humana y profesional de los compañeros apostólicos y la mejora de sus procesos para lograr la satisfacción de sus beneficiarios. (Reglamento o manual de convivencia del Colegio Mayor de San Bartolomé, 2020, p.9)

De igual forma, el área de ciencias naturales se encuentra articulada con el área de matemática, que comprende las asignaturas de estadística, aritmética y geometría. Además, la institución educativa promueve el trabajo colaborativo, en el que los estudiantes aprenden a trabajar con sus pares y reconocen las habilidades de sus compañeros. Esto se realiza a través de los proyectos articulados, donde los estudiantes desarrollan habilidades de análisis, indagación, creatividad, comunicación, entre otras, ya que estos proyectos implementan la metodología de investigación.

Asimismo, el PRAE del colegio se basa en la encíclica *Laudato si*, realizada por el Papa Francisco, donde se resalta la importancia de reconocer los problemas socio-ambientales y la responsabilidad del cuidado de la casa común.

De igual forma se hace mención a la ecología integral, donde se establece una relación entre la dimensión social y ambiental, debido a que el comunicado papal

indica que no son dos problemas separados, sino que el problema ambiental también incide en la sociedad, como se menciona en el PRAE (2019): *La ecología integral permite el cuidado del ambiente y fomenta la libertad, la justicia y armonía de los sujetos que viven en la naturaleza.* (p. 15).

También es importante mencionar que el PRAE incentiva el cuidado de la casa común, fomenta el respeto a todas las formas de vida y una relación armónica entre el hombre y la naturaleza.

### **Pedagogía Ignaciana**

Las prácticas realizadas en el colegio se fundamentan principalmente en el paradigma pedagógico ignaciano, que tiene en cuenta la importancia de las relaciones del docente y los educandos, donde se debe propiciar espacios para un buen clima educativo. A continuación, se explican los “momentos” de la pedagogía ignaciana:

El primer momento de la pedagogía Ignaciana se llama *Contexto*, donde se realiza un acercamiento al tema con el contexto del estudiante. El segundo momento se llama, *La Experiencia*, donde la práctica y los sentidos tienen lugar en el entendimiento, porque es muy importante que el estudiante aplique y contraste la teoría. *La Reflexión* es un proceso en donde el educando toma conciencia sobre sus creencias, valores, actitudes y pensamientos para que este pueda pasar a la acción. *La Acción* se refiere a la aplicación de los conocimientos construidos y estos a su vez permiten una reflexión de las acciones. *La Evaluación*, permite a los docentes reconocer cómo se están dando los procesos educativos en los estudiantes y el maestro debe estimular y aconsejar a cada estudiante para que mejore en su proceso de formación.

Asimismo, la pedagogía ignaciana, busca una formación integral de los estudiantes, que no solo está centrada en el aula, sino que también está pensada para que trascienda a la vida de los educandos, como se evidencia en el lema del Colegio, *Donde hay un Bartolino hay un caballero y donde hay una Bartolina hay una dama*. (Manual del Aula de clase del CMSB, 2006)

### **Caracterización de los actores**

La propuesta se realizó con estudiantes del grado séptimo, del Colegio Mayor de San Bartolomé, del barrio la Candelaria, con niños de edades entre los 11 a 13 años, muy participativos y con un gran interés en el área de ciencias naturales.

Las actividades se realizaron dos horas a la semana durante siete semanas a través de la plataforma meet, classroom y la página web realizada por la maestra debido a que se realizó en condiciones de pandemia del año 2019. Es importante mencionar que los padres de familia tenían conocimientos del trabajo realizado y dieron autorización para que los estudiantes participaran en la propuesta.

### **Descripción de la propuesta**

La propuesta se desarrolla en base a los problemas de Conocimiento propuesto por Valencias et al. (2000), los riesgos para los docentes de Edgar Morín (1996), la importancia de la actividad experimental en la comprensión de los fenómenos de Sánchez et al. (2013) y la interacción discursiva de Rey y Candela (2013) la cual fue descrita en el marco teórico pedagógico.

### **Sentidos orientadores teniendo como referentes didácticos los problemas de conocimiento**

Los sentidos orientadores de esta propuesta se basan en la epistemología y pedagogía de los problemas de conocimiento, donde se proponen las prácticas alternativas en la enseñanza de las ciencias naturales, como expone Valencia et al. (2003):

Los problemas de conocimiento (PC) expresan la vivencia del aula y se involucran en el diario vivir, en actividades como: comunicar las construcciones gráficas o textuales, salidas exploratorias del entorno, configuración de grupos según sus intereses y preocupaciones, búsqueda de preguntas, diseño de planes de trabajo, discusión de las elaboraciones, documentación con otras fuentes de conocimiento, participación en talleres, elaboración de textos y cartillas y sobre todo desde las transformaciones que sufren las preguntas, las representaciones y las propuestas experimentales. En este sentido, el PC se define desde la significación y resignificación que se le da a una situación o fenómeno de estudio, esto es, es la actividad misma de conocer. (p.8)

Los problemas de conocimiento como una actividad misma de conocer permiten al sujeto cuestionarse sobre los fenómenos naturales y sociales, generar nuevos significados y resignificar saberes, promoviendo nuevas formas de abordar los objetos de estudio y construir conocimiento.

### **Generalidades de la ruta de intervención**

El presente trabajo fue ejecutado en el Colegio Mayor de San Bartolomé y se elaboró una ruta de intervención que tenía como objetivo documentar aspectos disciplinares y pedagógicos que permitan comprender los ecosistemas como un problema de conocimiento a partir del estudio de las dinámicas edáficas en algunos ambientes naturales colombianos, el cual está en coherencia con los estándares del Proyecto Integrado de Área de la institución:

“Clasificar los ecosistemas y biomas colombianos según su distribución geográfica” y “Clasificar la dinámica de un ecosistema según las dinámicas

de un ecosistema según las necesidades de nutrientes y energía de los seres vivos”. (PIA, 2006)

Estos estándares deben ser modificados debido a que es muy difícil determinar un límite de los ecosistemas colombianos debido a que en una misma región podemos encontrar varios ecosistemas. De igual manera, se debe revisar el segundo estándar debido a que no es muy claro cómo se delimita los ecosistemas teniendo en cuenta *las necesidades de nutrientes y energía de los seres vivos*.

De igual manera, la ruta de intervención tuvo en cuenta el PLAN DE APOYO PARA EL APRENDIZAJE A DISTANCIA (PAADI), que es el plan de trabajo que debían seguir los estudiantes, maestros y padres de familia debido a que el país se encontraba en emergencia sanitaria por el COVID 19 y por lo tanto las actividades de la intervención fueron realizadas de forma virtual.

Para el desarrollo de esta propuesta se realizaron tres fases, como se muestra en la Tabla 2. *Descripción de las fases de la ruta de intervención*. Donde se encuentra el propósito, la descripción de las fases, las actividades, los instrumentos y los registros correspondientes a cada una de las fases.

### **Descripción de la propuesta**

La propuesta titulada la dinámica del suelo y su relación con los ecosistemas como problema de conocimiento tiene como propósito caracterizar las propiedades físicas, químicas y biológicas de algunos componentes del suelo, que permiten comprenderlo como un ecosistema, mediante el seguimiento del crecimiento de cuatro montajes de *Lens culinaris*.



## **Fase I**

La primera fase se titula: “Ecosistemas colombianos y dinámica de sus condiciones”, donde se realizaron dos sesiones. En la primera sesión se realizó una actividad desencadenante que fue una salida virtual al humedal de Santa María del Lago, realizada por la Secretaría Distrital de Ambiente, dirigida por uno de los guías. Esta actividad tenía la intención de introducir a los estudiantes en el tema de ecosistemas y que reconocieran las múltiples funciones que tienen los humedales en la ciudad.

En la salida virtual se habla primero de la ubicación, se muestra la dinámica del agua en el humedal, se comparten imágenes de la flora y fauna endémica del humedal, especies introducidas y aves migratorias, sobre algunas problemáticas ambientales y beneficios de los humedales. La actividad se desarrolla en explicaciones y preguntas, donde los estudiantes tienen la posibilidad de ampliar sus conocimientos sobre las dinámicas del humedal.

De igual forma esta primera fase, tenía como propósito caracterizar algunas condiciones de siete ecosistemas colombianos y su relación con la flora y fauna presente en cada uno de ellos. Previamente se realizaron grupos de cinco o seis estudiantes que debían reunirse a través de una video llamada por meet, para construir una infografía para realizar una exposición con el material que había realizado la docente sobre siete ecosistemas colombianos. Posteriormente los estudiantes llenaban los espacios del diagrama de flujo que estaba en el Drive y debían elegir un estudiante que debía exponer. Los grupos se organizaron de acuerdo a la lista y los ecosistemas fueron: Bosque húmedo tropical, Páramos, Manglares, Bosque seco tropical, Arrecifes coralinos, Bosque andino y Sabanas inundables. Después de las exposiciones cada grupo debía completar un cuadro comparativo, (Ver anexo 7. Tabla comparativa de las condiciones de los

ecosistemas, el cual se encontraba en el Drive de Ciencias Naturales y debía ser completado por el grupo.

## **Fase II**

En esta segunda fase titulada “La dinámica del suelo”, se realizó una sesión de dos horas. En un primer momento la docente realizó la presentación del concepto de suelo y los factores que inciden en la formación del mismo, a través de una infografía, donde se explica cómo los organismos, el clima, el relieve, el material parental y el tiempo permiten la constitución del suelo. Para esta actividad se les indica a los estudiantes que pueden hacer mapas mentales sobre lo entendido en la sesión.

De igual forma se explicó a través de un folleto algunas propiedades biológicas y físico-químicas del suelo, el cual contenía descripciones e imágenes sobre el tema. Antes de finalizar la clase se presentó el diseño experimental del crecimiento de *Lens culinaris* en diferentes componentes del suelo, el cual se realiza de forma opcional, debido a que varios estudiantes manifiestan que sus localidades se encuentran en cuarentena y no pueden salir a buscar los materiales, entonces la docente realiza un video con el seguimiento de las plántulas en cada uno de los montajes, el cuál se encuentra en el siguiente link: <https://www.youtube.com/watch?v=sIBIN-gH9as>.

A partir de la Fase II se hace la presentación de página web del Suelo como ecosistema en la plataforma de wix, en la cual se puede acceder a través del siguiente link: <https://experimentossuelo.wixsite.com/suelo>

Asimismo, en la segunda actividad de la segunda fase, los estudiantes debían responder a la pregunta ¿Qué es el Suelo? a través de un chat grupal en Gmail. En esta sesión también a través de la página web, se presentaron las guías sobre las propiedades físico-químicas y biológicas, las cuales se encontraban en un documento word que estaban en el drive de la clase y donde los estudiantes debían descargar y posteriormente desarrollar las guías por parejas, cuando estas estaban resueltas eran subidas en el classroom de la asignatura.

En la sesión cuatro de la página web, se presenta por separado cada una de las propiedades biológicas, físicas y químicas. Cada una de las pestañas presentaba el propósito de la guía, una breve explicación del tema y unos videos que tenían los experimentos que los estudiantes debían analizar. De igual forma se presentaba una guía en word con preguntas orientadoras que buscaban que los estudiantes trataran de comprender las propiedades del suelo, contrastaron sus experimentos con los realizados con la docente y generar las condiciones adecuadas para que los estudiantes construyeran sus propias explicaciones sobre las propiedades del Suelo.

En la actividad de permeabilidad los estudiantes debían agregar la misma cantidad de agua en cada uno de los componentes (greda, arena y humus) y medir cuánto tiempo duraba en decantarse el agua en cada uno (Ver anexo 1 y 2). En el pH, los estudiantes debían agregar col morada en un montaje con humus y en otro montaje con humus y vinagre, que hacía la simulación de un suelo ácido (Ver anexo 3). En la adsorción de nutrientes los estudiantes debían agregar la misma cantidad de sulfato de cobre a un montaje de humus y otro de arena con greda, para que pudieran observar como la afinidad de ciertos elementos permitía el paso o no de los elementos del agua en cada uno de los montajes (Ver anexo 4). En la materia orgánica los estudiantes debían agregar agua oxigenada en cada uno de los componentes del suelo (greda, arena y humus) para que los niños pudieran

observar como el peróxido de hidrógeno reaccionaba con el carbono, generando agua y dióxido de carbono (producto gaseoso), (Ver anexo 5).

### **Fase III**

En la Fase tres que tienen como título “Complejizando las explicaciones”, se realiza en dos sesiones, en la primera actividad los estudiantes por parejas se reúnen para contrastar los resultados obtenidos en el diseño experimental de *Lens culinaris* con cada uno de los componentes del suelo. En esta fase se realiza la descripción del papel del suelo en los diferentes montajes de *Lens Culinaris* y los estudiantes construyen explicaciones sobre las relaciones entre la planta y el suelo; y sobre cómo las dinámicas particulares de los tipos del suelo influyen en el crecimiento y desarrollo en la planta.

El seguimiento de las plantas se realizaba por el montaje de arena, humus, greda y gravilla. Este tenía la fecha, la altura del tallo, color del tallo, número de hojas, color de las hojas (el cual tenía una tabla con diferentes gamas de color verde y que estaban representadas por un número). El seguimiento se debía realizar durante tres semanas, aunque algunos estudiantes manejaron la misma tabla, otros realizaron algunas modificaciones debido a que no tenían los cuatro montajes. La emergencia, hacía referencia a la presencia de raíz, que algunas plantas presentaban, en este caso solo se marcaba, con una x cuando tenía radícula o la raíz primaria. Cuando crecía el tallo lo medían con milímetros y centímetros dependiendo de cada plántula, en las observaciones debían escribir cosas particulares que presentaba cada montaje, por ejemplo, que algunas plantas presentaban microhongos o si la semilla no presentaba cambios. De igual forma se tomaba un registro fotográfico de cada día. (ver anexo 9). Esta tabla de seguimiento era minuciosa para que los estudiantes pudieran establecer

relaciones entre algunos componentes del suelo con las semillas de *Lens culinaris*.

En la actividad de aprendizaje se les indica que realicen las gráficas con su respectivo análisis sobre el tamaño del tallo de *Lens culinaris* vs. componentes del suelo (arena, greda y tierra), el número de hojas de *Lens culinaris* vs. cada uno de los componentes del suelo; y la emergencia de *Lens culinaris* vs. cada uno de los componentes del suelo.

En la segunda actividad de la Fase tres, los estudiantes debían construir un artículo científico sobre el diseño experimental realizado y los aprendizajes obtenidos a lo largo de las sesiones. Este artículo debía tener el objetivo general, la metodología implementada, análisis y resultados de la actividad experimental y posteriormente las conclusiones. El artículo tenía la explicación de cada uno de los apartados del artículo científico, para que los niños de manera individual, describieran su diseño experimental y los resultados obtenidos.

Tabla 2. Descripción de las fases de la ruta de intervención. Fuente: Elaboración propia

PROPÓSITO RUTA	Caracterizar la propiedades físicas, químicas y biológicas de algunos componentes del suelo, que permiten comprenderlo como un ecosistema, mediante el seguimiento al crecimiento de 4 montajes de <i>Lens culinaris</i>				
FASES	PROPÓSITOS	DESCRIPCIÓN DE LA FASE	ACTIVIDADES	INSTRUMENTOS	REGISTROS
FASE 1 Ecosistemas colombianos y dinámica de sus condiciones	Caracterizar algunas condiciones de 7 ecosistemas colombianos y su relación con la flora y fauna presente en cada uno de ellos	Los estudiantes tuvieron una salida virtual al humedal de Santa María del Lago realizada por la Secretaria Distrital de ambiente, donde se les explicó la importancia de los humedales en la regulación de fuentes hídricas.	Salida humedal Santa María del Lago: Reconocimiento de la importancia de los humedales en Bogotá y reconocer la biodiversidad del ecosistema y algunos de sus problemas socio ambientales.	Recorrido guiado Reflexiones acerca de la salida ¿Cuál es la ubicación? ¿Cómo las condiciones influyen en la biodiversidad del lugar?	Grabación de conversatorio con los estudiantes
		En la siguiente sección ellos debían realizar una exposición de unos artículos que se realizaron en forma de infografía. Los temas a tratar fueron siete ecosistemas colombianos, los estudiantes primero hacer una video llamada por meet, organizarse y posteriormente un representante del grupo presentaba el ecosistema que les correspondía.	Trabajo en equipos Ecosistemas Colombianos (Diseño y presentación de diapositivas por equipos sobre generalidades, condiciones climáticas (altitud, precipitación, temperatura, flora, fauna, suelo) de 7 ecosistemas)	7 infografías por ecosistemas (croquis) Drive con los artículos de cada uno de los ecosistemas	Infografías de los equipos
FASE 2 La dinámica del suelo	Describir algunas propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, que permiten comprenderlo como un sistema	Se realiza una clase comunitaria donde se explican los factores que influyen en la formación del suelo: clima, organismos, tiempo, relieve, material parental y tiempo a través de una infografía. De igual manera se realiza un folleto donde se explica algunas propiedades físico-químicas y biológicas del suelo. Este material se	Propiedades del suelo: Dinámica del suelo en el tiempo (acción biológica-meteorización) Explicación de la docente Presentación del folleto y caracterización de algunas propiedades del suelo (físico, químico y biológico) Propuesta del montaje terrario	Presentación de un video acerca de la formación del suelo Folleto Documento FAO Guía de elaboración del terrario	Grabación de la clase

		encuentra en la página web. De igual manera se realizan unas guías para que los estudiantes observarán las propiedades que se explicó en la clase comunitaria. Estas guías se encontraban en un drive de la página web, donde los niños debían descargarla y subirla en el classroom de Ciencias Naturales. Estas guías las podían desarrollar individualmente o en parejas.	Experiencias para la caracterización de algunas propiedades del suelo: <ul style="list-style-type: none"> <li>● La permeabilidad en los suelos (física) simple y por capas</li> <li>● El pH de los suelos (química)</li> <li>● Adsorción de sustancias en suelos</li> <li>● Materia orgánica en el suelo (presencia de materia orgánica y ciclo del carbono) (biológica)</li> </ul>	Video de cada experiencia 1. Guía propiedad física: Permeabilidad (tablas y gráficas de escorrentía y de retención/ tiempo) 2. Guía propiedad Química: pH y Adsorción de nutrientes 3. Guía propiedad biológica: Materia Orgánica 4. Construcción de texto de inferencias con relación a la incidencia de esta propiedad del suelo en la dinámica de lo viviente	Guías propiedades físicas, químicas y biológicas de tipos de suelos, en parejas
<b>FASE 3</b> <b>Complejizando explicaciones y comunicando lo aprendido</b>	Elaborar explicaciones sobre las relaciones planta-suelo a través del seguimiento a los montajes con <i>Lens culinaris</i>	En esta fase los estudiantes debían realizar un análisis de los datos obtenidos en el seguimiento de sus plántulas o del seguimiento que realizó la docente de Ciencias Naturales. De igual manera se realizó un video sobre el seguimiento de 16 días del crecimiento de la planta <i>Lens culinaris</i> . Finalmente, se les propone a los estudiantes que realicen una edición de la revista a través de la construcción de un artículo científico.	Descripción del papel del suelo en los diferentes montajes con relación al desarrollo de la planta de lenteja. Explicación de las relaciones crecimiento / condiciones constantes en los montajes/ el suelo como variable.	Hoja de Excel Video Guía para el análisis del crecimiento de las plantas de lenteja por equipos (elaboración de gráficas de longitud tallo, No. de hojas, emergencia de las semillas)	Guías de seguimiento del crecimiento de plantas de lenteja en diferentes montajes, en equipos
			Revista virtual con artículos científicos de forma individual	Formato de artículos	Artículos individuales

## SISTEMATIZACIÓN

En este capítulo se presentará primero los sentidos de la sistematización como un proceso que permite la construcción del discurso pedagógico a través del análisis de las interacciones discursivas en el aula y que nos permite conocer cómo se elaboran explicaciones sobre los fenómenos naturales y sociales.

Asimismo, se describe como se establecieron las agrupaciones de la matriz a partir de la lectura de los registros de los estudiantes y las reflexiones generadas en espacios de la especialización en Docencia de las Ciencias para el Nivel Básico, las cuales fueron después contrastadas con algunos referentes teóricos.

De igual forma se mostrará la matriz con los testimonios de los niños y con los respectivos comentarios de la docente, que fueron primordiales en la construcción del discurso pedagógico y que permitieron establecer la importancia de abordar el suelo como ecosistema. (Ver figura 6)

### **Sentidos de la sistematización recuperación de la experiencia del docente para la construcción de discurso pedagógico**

La sistematización es un ejercicio complejo debido a que no es una metodología que se pueda implementar para todas las investigaciones, como un recetario, sino que depende en gran medida del investigador. Esta no solamente se limita a organizar los registros, sino que permite la reflexión del docente para que pueda transformar su propia práctica, es decir, que es *“una reflexión (auto-)crítica sobre la experiencia”* (Van de Velde, 2008. p.16).



La sistematización no es solamente ordenar lo sucedido, es un ejercicio riguroso donde se realiza una reflexión de las prácticas, que posteriormente se interpretan y permiten comprender porque sucedió de una manera y no de otra, como expone, Martinic (1998) citado por Van de Velde (2008):

Por lo tanto, en la sistematización de experiencias, partimos de hacer una reconstrucción de lo sucedido y un ordenamiento de los distintos elementos objetivos y subjetivos que han intervenido en el proceso, para comprenderlo, interpretarlo y así aprender de nuestra propia práctica. (p.4)

Esta permite comprender por qué se desarrolló de una manera en particular, debido a que posibilita comprender cómo se desarrolla la praxis y como las ideas, pensamiento y sentidos de los maestros y estudiantes se involucran en la construcción de explicaciones.

De igual forma, la sistematización de experiencias permite que los docentes construyan conocimiento sobre lo que sucede en el aula, que no debe ser descartado porque este puede aportar al pensamiento científico, porque estas investigaciones pueden ser retomadas en un futuro tanto desde lo pedagógico como lo disciplinar, como expone Jara (2001):

La sistematización de experiencias es una gran posibilidad para que se expresen y se desarrollen y divulguen los conocimientos y saberes locales, que tienen mucho que aportar al enriquecimiento del pensamiento científico. (p. 5)

Al sistematizar sobre lo que ocurre en el “aula”, los docentes legitiman su propio quehacer porque dejan de tener una actitud pasiva en la educación, porque pueden aportar desde su práctica, dejando a un lado las seguridades conceptuales del sistema educativo y aventurándose a innovar y proponer otras formas de enseñar ciencias naturales. Es importante que los docentes sistematicen sus experiencias, para aprender sobre sus prácticas y contribuir a otras experiencias similares.

De la misma forma, el programa de especialización busca generar espacios donde los docentes sean sujetos críticos y reflexivos desde una mirada transformadora y que puedan compartir sus experiencias aportando así a la construcción de conocimiento de la enseñanza de las Ciencias Naturales, porque generan espacios donde los maestros comunican las reflexiones de la investigación y donde se puede debatir sobre: ¿Cómo los docentes de Ciencia Naturales propician espacios que permiten la construcción de explicaciones a través de problemas de conocimiento?

Asimismo, en los lineamientos generales del seminario de *la ciencia como actividad cultural*, permite evidenciar cómo el programa propicia espacios para que se genere un ejercicio autorreflexivo, a través del diseño, implementación y sistematización de las prácticas, que favorecen el discurso pedagógico como un ejercicio creativo del docente.

El discurso pedagógico se configura al hacer explícitos y comprensibles los supuestos que orientan la acción del maestro. En este sentido lo que se hace y lo que se dice está soportado en las mismas estructuras de significado del sujeto, es decir que acción y habla constituyen el mismo discurso. Cuando el maestro habla de lo que hace, piensa o sueña vuelve su práctica objeto de estudio y de reflexión. (p. 6)

Esto genera que el docente convierta su propia práctica en objeto de estudio, porque pone a dialogar diferentes autores y construye su propio discurso; pero este no queda solo limitado a la producción escrita, sino que ésta hace referencia a la forma en que habla y actúa el maestro. Este ejercicio involucra un proceso de introspección del docente porque tiene la posibilidad de relacionar su labor con lo que siente, con sus sueños, sus miedos, emociones, imaginarios, ideas y creencias.

Este ejercicio creativo permite la construcción del discurso pedagógico porque a través de la autorreflexión el docente reconoce cómo se construye conocimiento

en el aula, porque puede analizar cómo se da la relación entre el propósito de la actividad y cómo los estudiantes construyen sus significados del mundo, el cual expresan a través de lo que dicen, escriben y actúan.

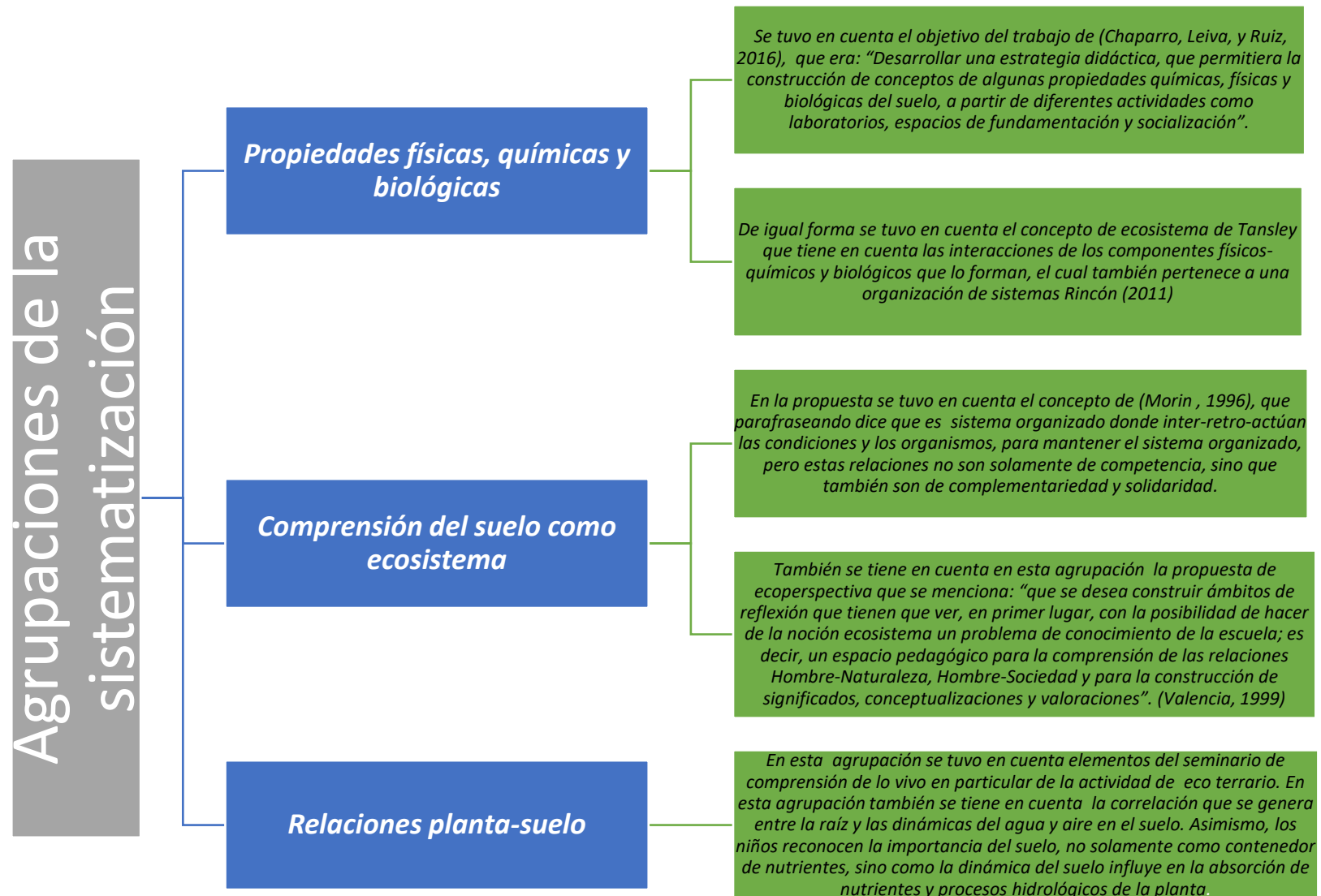


Figura 6. Elementos de las agrupaciones de la sistematización. Fuente: Elaboración Propia

## **Forma de proceder en la sistematización de la ruta de intervención sobre suelo**

Las formas de proceder para la sistematización se realizaron en cada una de las fases de donde se obtenían registros escritos y orales de los niños, los cuales eran recolectados a partir de diferentes medios digitales. Es decir que en cada una de las fases se obtuvieron diferentes registros como se muestra en la *Tabla 2. (La descripción de las fases de la ruta de intervención)*, donde se realizaron observaciones, actividades experimentales, tablas de seguimiento, documentación (videos, lecturas y guías que se encontraban en la página web), socializaciones y divulgación de los aprendizajes construidos por los estudiantes a través de artículos científicos.

Para organizar los registros obtenidos en las diferentes fases se realizó una Matriz (Ver Anexo 10) que consta de tres agrupaciones que son: ***Propiedades física, químicas y biológicas, el suelo como ecosistema y Relaciones Planta-suelo.*** Estas se construyeron a partir de la lectura de los registros, las reflexiones en los espacios de asesoría de la especialización en Docencia de las Ciencias para el Nivel Básico y la indagación del suelo del marco teórico que permitían propiciar espacios para reflexionar acerca de las relaciones que se tejen en torno a la enseñanza del suelo.

La forma de proceder en la organización de los registros, principalmente fue a través de la lectura de los testimonios obtenidos en las diferentes fases y posteriormente fueron organizados en la matriz, la cual permitió realizar la sistematización de la experiencia y posteriormente permitieron argumentar la hipótesis: *El suelo como objeto de estudio en la enseñanza de las ciencias permite comprender los ecosistemas como problema de conocimiento.*

## **Descripción de las agrupaciones y relaciones con el Contexto Problemático y el Contexto Teórico**

La agrupación de ***Propiedades físicas, químicas y biológicas***, se obtuvo principalmente del trabajo realizado por Chaparro, Leiva, y Ruiz (2016), que tenía como objetivo:

Desarrollar una estrategia didáctica, que permitiera la construcción de conceptos de algunas propiedades químicas, físicas y biológicas del suelo, a partir de diferentes actividades como laboratorios, espacios de fundamentación y socialización. (p.4)

En esta investigación se muestra el propósito de enseñar a niños y jóvenes sobre las ciencias del suelo que permitan generar un aprendizaje significativo y un interés en los procesos de enseñanza-aprendizaje de las ciencias, donde los niños se sienten desmotivados debido a que el proceso educativo es fragmentado y descontextualizado. (Chaparro, Leiva, y Ruiz, 2016, p.5).

Esta agrupación se realiza debido a la importancia de las propiedades del suelo que permiten comprender la cercana relación entre el suelo y las dinámicas del ecosistema, como afirma Rincón (2011) sobre el concepto de ecosistema de Tansley (1935) que tienen en cuenta las interacciones de los componentes físicos-químicos y biológicos que lo forman, el cual también pertenece a una organización de sistemas físicos que van desde el átomo hasta el universo.

En la segunda agrupación titulada la ***Comprensión del suelo como ecosistema***, se encuentra en correspondencia con el significado de ecosistema que propone Morin (1996), que parafraseándolo dice que es un sistema organizado donde inter-retro-actúan las condiciones y los organismos, para mantener el sistema organizado, pero estas relaciones no son solamente de competencia, sino que también son de complementariedad y solidaridad.

De igual forma se tuvo en cuenta la mirada desde la eco perspectiva, es decir, que el comprender el suelo como un ecosistema nos permite reconocer la interrelación entre el hombre y la naturaleza, y cómo las representaciones de los sujetos permean en sus acciones, como expone Valencia (1999):

Por tal razón, pensamos, que desarrollar propuestas en Educación Ambiental implica construir ámbitos de reflexión que tienen que ver, en primer lugar, con la posibilidad de hacer de la noción ecosistema un problema de conocimiento de la escuela; es decir, un espacio pedagógico para la comprensión de las relaciones Hombre-Naturaleza, Hombre-Sociedad y para la construcción de significados, conceptualizaciones y valoraciones. (p. 2)

El suelo como ecosistema, es decir que se propician espacios donde los niños reconozcan la relación entre el hombre y la naturaleza a través de los problemas de conocimiento que permiten que los niños construyan significados del mundo; y actúen de acuerdo a estas construcciones mentales y tengan una visión más compleja de estas interrelaciones.

De igual forma en esta categoría se abordaron algunos daños causados por las actividades antropocéntrica, que se encuentran ligados con la relación entre el hombre y la naturaleza; que no permiten mitigar las problemáticas ambientales que ocurren por el uso de pesticidas, la lluvia ácida y la erosión, que pueden causar daños a nivel micro y macroscópico del sistema.

Los vínculos que presenta el suelo pueden ser de especificidad, funcionalidad e historicidad. De igual forma los procesos de transformación entre los flujos de materia y energía permiten que el sistema se “automantenga”, no como un super organismo que necesita una cabeza sino por la misma complejidad del sistema.

La tercera agrupación ***Relaciones planta-suelo***, surge a través de la especialización del módulo de ecoterrario de comprensión de lo vivo, donde se podía evidenciar las relaciones que se tejen entre los organismos y las condiciones.

Las interrelaciones que se generan son mutuas porque la planta necesita del suelo para desarrollarse y crecer, y el suelo necesita de la capa vegetal para no perder sus nutrientes y erosionarse; y cómo se evidencia a lo largo de la propuesta el suelo influye en la biodiversidad de los ecosistemas y en todas las formas de vida.

Esta agrupación también tiene en cuenta las elaboraciones de los estudiantes sobre la correlación que se genera entre la raíz y las dinámicas del agua y aire en el suelo. Asimismo, los niños reconocen la importancia del suelo, no solamente como contenedor de nutrientes, sino como la dinámica del suelo influye en la absorción de nutrientes y procesos hidrológicos de la planta, que a su vez influye en las condiciones de los ecosistemas.

La descripción de las agrupaciones permite comprender cómo se desarrollaron los análisis de la sistematización, mostrando la importancia de este ejercicio autocrítico en la enseñanza de las ciencias naturales, que tiene en cuenta las interacciones discursivas que se dan en el aula y que permiten construir conocimiento



## **Elementos de la matriz de la dinámica del suelo y su relación con los ecosistemas como problema de conocimiento**

El análisis de cada una de las agrupaciones, se realizó a través de la reflexión de la maestra, los testimonios de los estudiantes y el diálogo con los diferentes autores que permitieron comprender los aciertos y desaciertos de la ruta de intervención, que se tendrán en cuenta en las prácticas posteriores o tal vez sirvan a investigaciones futuras que tengan como objeto de estudio el suelo en la Enseñanza de las ciencias.

De igual forma es importante tener en cuenta que la propuesta se desarrolló teniendo en cuenta los problemas de conocimiento como una estrategia para abordar la enseñanza de las ciencias naturales desde un carácter cultural que tiene la actividad científica, es decir, como cada una de las prácticas, de igual forma como *“a partir de las complejas relaciones que se dan entre las imágenes de ciencia y conocimiento, la forma como se concibe la escuela y su papel en la sociedad y, las estrategias que se implementan en el aula para la construcción de explicaciones del mundo natural y social”*. (Valencia et al. 2003, p.2)

Es decir, que la ciencia como una actividad de construcciones, donde no solamente se construyen de forma individual, sino que también se construyen de forma colectiva, donde se encuentran en continua tensión entre las diferentes relaciones de poder y saber que se generan en la sociedad y por lo tanto en el aula.

A continuación, se hará una interpretación del desarrollo de la intervención de aula desde cada una de las agrupaciones descritas.

### **Primera Agrupación: Propiedades físicas, químicas y biológicas**

Se debe tener en cuenta que en la ruta de intervención se estudiaron algunas propiedades como la permeabilidad de los suelos (física), el pH (química), adsorción de sustancias (química) y materia orgánica (biológica), que se presentan en la dinámica del Suelo.

Después de las explicaciones de los factores que forman el suelo y las propiedades, se les preguntó a los niños ¿Qué es el suelo?, en estas se puede evidenciar cómo los estudiantes principalmente lo relacionan con la superficie de la corteza terrestre, probablemente porque lo vinculan con algunos temas de las asignaturas de geografía o sociales, donde se hace referencia al suelo como una superficie, es importante mencionar que resultados similares se encontraron en las investigaciones de Happs (1981) y Yus y Rebollo (1993).

En estas primeras afirmaciones observamos que los estudiantes no se limitan solo a mencionar el suelo como el lugar que pisamos, sino por el contrario los niños menciona una organización del suelo al mencionar las "capas" haciendo referencia al perfil del mismo, donde no solamente sugieren las plantas sino también otros organismos, como lo expone uno de los estudiantes que indica: *"El suelo es la superficie de la corteza terrestre, que tiene capas y el cual posee propiedades químicas, biológicas y físicas."* E3

Además, se evidencia que en la interacción discursiva entre maestro-estudiante permite la construcción de significados de forma colaborativa, porque se evidencia cómo se integran algunas representaciones de los niños con otras explicaciones, por ejemplo, este estudiante que menciona algunos elementos expuestos por sus compañeros: *"El suelo es un lugar donde habitan diferentes seres vivos, y se*

*forma mediante varios factores" E4.* Es importante resaltar que los estudiantes no mencionan el suelo solo como el sustrato de las plantas, sino que por el contrario reconoce que es el habitat de diferentes seres vivos y que tienen diferentes factores que influyen en su formación, lo cual es muy importante porque el suelo no se limita solo al lugar que pisamos.

De igual forma es importante mencionar que estas respuestas fueron transformándose a medida que avanzaba la ruta de intervención porque tenían más elementos para defender sus argumentos y elaborar mejor sus explicaciones en torno al objeto de estudio.

También, los estudiantes realizaron prácticas experimentales, que permitieron ampliar la experiencia sensible del estudiante a través de las observaciones que realizaba sobre el suelo, que posibilitaron la comprensión de los fenómenos en torno al suelo a través de sus sentidos y elaborar explicaciones a partir de preguntas orientadoras.

Asimismo, los estudiantes relacionan el tiempo en que demora el agua en decantarse entre suelos más o menos permeables, como indica uno de los niños: *"En este caso hipotético, el componente que contiene mayor permeabilidad es la arcilla, porque entre más pequeña sea la partícula sólida, mayor espacio habrá entre los poros lo que permite un mayor grado de permeabilidad. El componente que sería menos permeable sería la arena, porque entre más grandes sea la partícula sólida, menor espacio habrá entre los poros, lo que restringe el paso de fluidos, haciéndola menos permeable."* E8 De igual forma, los niños relacionan la estructura de cada uno de los componentes, con la adsorción de nutrientes y la decantación del agua; y la permeabilidad con los poros de las partículas (haciendo

referencia a los granos de los componentes) que son el resultado de la estructura del suelo.

De esta manera, se evidencia cómo las explicaciones de los niños son cada vez más descriptivas y complejas, como este estudiante que no solamente relaciona el pH con la adsorción de nutrientes, sino que también lo relaciona con la flora y fauna, el estudiante expone: *“Yo considero que el pH si influye ya que cuando son pH base la adsorción de nutrientes y agua mejora lo que ayuda a que sea un suelo sano para la flora y fauna en cambio cuando el pH se altera y su rango es muy alto llegando a ácidos y alcalinos daña el suelo y no permite el crecimiento de una gran diversidad de plantas”*. E1. Se evidencia que el niño menciona las diferentes consecuencias que puede traer varios rangos de pH en el suelo y como esta propiedad influye en el ecosistema.

De igual forma la artificialización del mundo permite a los niños reconocer los fenómenos a través de sus sentidos y las preguntas orientadoras permiten que comprendan mejor el fenómeno de estudio, como asegura Valencia et al. (2003): *“El sujeto construye el fenómeno en la medida que da cuenta de las condiciones que permiten su existencia, de las variables que determinan sus cambios y de los procesos que lo constituyen”*. (p. 4), es decir que el fenómeno es una posibilidad de construir conocimiento, que posteriormente genera significados y explicaciones.

Asimismo, las prácticas experimentales permitieron que los niños contrastaran sus experiencias con las afirmaciones de la docente para elaborar sus propias explicaciones del fenómeno, como en este caso donde el niño establece una conexión entre la permeabilidad, la adsorción y la decantación: *“Cada material tiene una permeabilidad diferente por lo cual su porosidad es diferente generando así cambios en la absorción y decantación de líquidos”* E3. El estudiante enriquece sus explicaciones con las actividades experimentales, porque establece relaciones entre las propiedades físico-químicas y biológicas del suelo.

De igual forma se observa cómo los niños incluyen en sus explicaciones mencionando como *“fuente de conocimiento lo que viven en sus casas, lo que observan fuera del colegio y lo que ven por la televisión, en películas, en CD y en los libros”*. (Rey y Candela, 2013 p. 6), como lo plantea una de las estudiantes que indica que la lluvia ácida es como los ácidos, tal vez haciendo referencia algún concepto implementado en el lenguaje cotidiano, la niña indica: *“Es malo, ya que la lluvia ácida, como su nombre lo indica, es demasiado ácido, por esto no se pueden encontrar nutrientes que alimenten a los organismos, plantas y microorganismos en el suelo”*.E5 La estudiante menciona el ácido, como si fuera algo que se relaciona con un químico, no con el pH, sino con algo que ha escuchado habitualmente en alguna fuente de conocimiento, como en la televisión o libros.

De igual forma en el experimento de adsorción con el sulfato de cobre, algunos niños no sabían explicar por qué sucedía el cambio de color del agua y algunos indicaban que había algo, pero no podían llamarlo porque no sabían con claridad que ocurría y terminan por nombrarlo con conceptos que utilizan en *“situaciones familiares o cercanas a la experiencia personal”*. (Rey y Candela, 2013 p.12) , por ejemplo en una de las actividades con el sulfato de cobre de color azul claro al colocarse en cada uno de los montajes, uno de ellos tenía solo humus y el segundo tenía greda y arcilla, ellos observaban que el agua salía del mismo color en el segundo montaje pero en el humus el agua cambiaba y salía transparente, el estudiante dice: *“Mi otra hipótesis es que el humus absorbió el sulfato de cobre por algún material que contenga y no lo arrojó, pero lo que hizo fue separarlo del agua y no arrojó nada más el agua.”* E11. El niño no habla de afinidad de elementos sino termina por indicar que hay algo, que no permite que arroje el sulfato de cobre, pero no sabe con exactitud que es, porque a pesar de explicarles sobre la capacidad de intercambio catiónico (CIC), es un fenómeno que no comprende y por lo tanto no lo puede observar porque no tiene esta construcción intelectual. (Hanson, 1958). Esto se podría tener en cuenta para una propuesta en el futuro

debido a que esto permitiría una mejor comprensión del fenómeno, si el estudiante no tiene pleno conocimiento no podrá observar aquello que no conoce.

También los niños mencionan las cargas de positivo, negativo y neutro como si fueran lo mismo, como menciona el estudiante: *“Teniendo en cuenta que la arena dejó pasar el agua junto al sulfato de cobre, el cual tiene una carga positiva, podríamos concluir que la arena tiene una carga positiva o neutra; adicionalmente, teniendo en cuenta que el humus, el cual tiene una carga negativa, dejó pasar el agua, podemos concluir que el agua que tiene una carga negativa o neutra”*. E7 Esta explicación nos permite evidenciar que hay confusión y manejo inapropiado de conceptos químicos fundamentales para entender la interacción entre sustancias, lo cual se evidencia en las explicaciones de los estudiantes.

### **Segunda Agrupación: Comprensión del suelo como ecosistema**

En esta agrupación se refiere al suelo como un ecosistema a partir del estudio de relaciones de constitución, especificidad, funcionalidad, e historicidad, que configuran unas entidades vivientes y unos niveles de organización en los que se reconocen procesos y mecanismos de transformación de sustancias, flujos de materia y energía y un sinnúmero de interacciones biológicas.

Es importante mencionar uno los resultados de la investigación de Happs (1989) que exponen que el tiempo es uno de los factores más complicados en la enseñanza del suelo, debido a que los estudiantes tienen la idea del suelo primigenio, que se generó con la creación de la tierra y que no ha sufrido ningún cambio.

En contraste con la ruta de intervención, los niños mencionan en sus explicaciones la importancia del tiempo para que ocurran los procesos de meteorización y el tiempo geológico del territorio colombiano que permite comprender la variedad de los suelos y que inciden en los ecosistemas actuales. *“El suelo es la superficie terrestre, es el soporte de la vida y su formación duró mucho tiempo.” E13.*

El niño menciona que el suelo necesita un tiempo para su formación, lo cual es importante porque no se mantiene la idea de que el suelo es estático y sin historia, sino por el contrario se genera una idea de transformación. Es muy importante que el estudiante reconozca que el suelo no es estático, debido a que esta idea, se relaciona con el concepto de “recurso”. (Urteaga, 1999) Esta imagen de recurso puede traer implicaciones en las acciones de los sujetos, porque el niño al reconocer que el suelo tiene cambios y transformaciones, también puede comprender porque no es una fuente inagotable.

De igual forma, al tener en cuenta el tiempo se reconoce la historicidad del mismo, y permite reconocer dos escalas de tiempo geológicas, una horizontal y una vertical (Jacob, 1999). Aunque en la ruta de intervención se hizo énfasis en la horizontal en próximas intervenciones se profundizará sobre el tiempo vertical del suelo.

Por ejemplo, los estudiantes reconocen las capas o perfiles del suelo, lo cual nos permite abordar la historicidad del suelo de forma vertical y permite que los niños reconozcan que el suelo no es permanente y homogéneo, como indica el estudiante: *“El suelo es una superficie que se divide en diferentes capas, y también es el soporte para poder vivir” E2.* De igual forma en varias explicaciones los niños reconocen que el orden y profundidad de las capas de humus, arena y greda influye en la permeabilidad del suelo, debido a que no era lo mismo colocar

el humus en la superficie, que al colocarla en la última capa porque cambiaba la dinámica del agua.

De igual manera se evidencia cómo los estudiantes relacionan el suelo con el ecosistema, incluso vinculando las dinámicas del suelo con la flora y la fauna, lo cual posibilita que los estudiantes complejicen las representaciones que tienen del suelo, y permitan comprenderlo como un ecosistema, que es más que la suma de sus partes; como expresa el siguiente estudiante: *“Las capas del suelo influyen en el ecosistema, en el sentido de que las capas, mediante el proceso de la permeabilidad, influye en la biodiversidad y en la generación de vida, además la permeabilidad incide en los cambios climáticos y su aceleración, también hay muchos organismos que utilizan el suelo para recolectar nutrientes, asimismo hay muchos microorganismos que habitan en él.”* E7 Se establece una relación entre los suelos, con las condiciones y la biodiversidad de cada uno de los ecosistemas, debido que los componentes del suelo inciden en todas las formas de vida, y por otra parte se presenta la idea de cómo el suelo afecta en el microclima y macroclima del ecosistema.

Es importante mencionar que todas las actividades eran intencionadas, debido a que se propone varias acciones donde los estudiantes puedan reflexionar sobre las diferentes problemáticas ambientales que propone el PRAE del colegio, como el uso de pesticidas, la lluvia ácida y la erosión que no solo afecta a las propiedades del suelo, sino que inciden en los seres vivos y transforman a los ecosistemas. Los estudiantes relacionan la lluvia ácida y como puede afectar a los microorganismos que cumplen un papel importante en la fijación del nitrógeno: *“La lluvia ácida se relaciona con el crecimiento de las plantas ya que esta agua no tiene un nivel de pH bueno para una planta, así que produciría daños importantes y acabaría con los microorganismos fijadores de nitrógeno, y esto genera un*



*empobrecimiento a algunos nutrientes esenciales, por lo que las plantas no disponen de estos, haciéndose más vulnerables a las plagas.” E17*

De igual forma, algunas explicaciones sobre el pensamiento ecologizado de Morin (1999), sobre la importancia del desarrollo de la sociedad que debe ser repensado y complejizado porque el problema ecológico afecta a la sociedad y a la humanidad, se observa en algunas explicaciones de los estudiantes, como se expone a continuación: *“Generar prácticas más sanas en el uso de este ...es posible continuar con la productividad y tener un cuidado sostenible en beneficio de todos los seres vivos”*. E13. Este niño menciona un cuidado sostenible y en beneficio de todos los seres vivos, apartándose de la visión antropocéntrica donde el suelo es solo para la producción de alimentos.

De igual forma se evidencia una de las premisas del interaccionismo simbólico que indica que *“los actores sociales asignan significados a situaciones, a otras personas, a las cosas o así mismos a través de un proceso de interpretación”*. (Blumer, 1969 citado por Taylor et al. 1986). Porque el estudiante toma en esencia el pensamiento ecologizado y lo relaciona con el uso sostenible del suelo, incluso menciona que esto es por el beneficio de todos los seres vivos.

Asimismo, una estudiante menciona su interés en cuidar los suelos evitando la implementación de plaguicidas a través de prácticas sostenibles y con una visión más consciente sobre las relaciones que se tejen en los ecosistemas: *“No se deben utilizar plaguicidas porque mata seres vivos cuyo hábitat es el suelo precisamente el cual quedaría estéril, sin vida y las raíces de las plantas absorberán más bien elementos químicos fatales para la vida. He oído que en cambio del control químico de las “plagas” sería mejor el control biológico, por*

*ejemplo, en vez de matar insectos con insecticidas, es mejor traer pájaros que los consuman y siga la vida." E22*

Los estudiantes plantean explicaciones donde se evidencia una integración entre sus ideas y las propiciadas por la ruta de intervención abordando el suelo como un problema de conocimiento que permite que los suelos sean reconocidos como un sistema complejo y dinámico, que sufre cambios a lo largo del tiempo y que debe cuidarse a través de prácticas más sostenibles porque son importantes para las dinámicas ecosistémicas.

Es importante que los maestros propicien espacios donde los niños reconozcan la complejidad de los fenómenos que les permita actuar y pensar a partir del conocimiento construido como afirma, Valencia et, al. (2003): *"En una renovada instancia la construcción del fenómeno es posible concebirla en su dimensión compleja lo cual demanda un cambio en las formas de mirar, de pensar y de hacer del sujeto que conoce"* (p.5). La propuesta tenía como propósito propiciar espacios donde los niños salieran de las seguridades conceptuales y pudieran construir explicaciones del fenómeno a través de sus sentidos.

### **Tercera Agrupación: Relaciones Planta-suelo**

En esta agrupación se refiere a las relaciones que se presentan en el crecimiento, regulación y equilibrio de *Lens culinaris* y las particularidades de cada una de las propiedades de los componentes del suelo, que se encuentran estrechamente interrelacionados con la dinámica del agua, la luz y el aire. Esta agrupación evidencia como *"Mientras el pensamiento simplificador desintegra, el nuevo pensamiento integra y conjuga los modos simplificadores de pensar; rechaza las*

*consecuencias mutilantes, reduccionistas y unidimensionalizantes; aspira a un conocimiento multidimensional*". (Valencia, et. al. 2003. p. 5) Debido a que la complejidad de explicaciones permite un conocimiento multidimensional y menos fragmentado.

En esta agrupación se puede observar cómo los estudiantes han complejizado sus explicaciones del suelo, porque relaciona la dinámica del suelo con otros elementos del ecosistema y su incidencia en el crecimiento y desarrollo de la planta, por ejemplo un niño afirma que: *"Para la germinación de una planta se debe tener en cuenta un espacio adecuado con los nutrientes para la alimentación y crecimiento de la planta, también se debe tener en cuenta buena luz solar, suelo, agua y aire, ya que sin estos elementos no sería posible la germinación de la planta o podría crecer sin tener nutrientes"* E6". Los niños relacionan la dinámica del suelo con el agua, la luz solar y el aire, reconociendo las múltiples interrelaciones que se generan en los ecosistemas; y como las propiedades del suelo inciden en el crecimiento de la planta porque los procesos metabólicos fundamentales como la síntesis de proteínas, lípidos y carbohidratos involucran el agua y nutrientes que se encuentra en él.

De esta forma, los niños comienzan a partir de las actividades experimentales a realizar explicaciones, que involucran otros temas que no se han abordado en la ruta de intervención, pero que probablemente han sido motivados por los sentidos orientadores de riesgos propositivos, de transformación y azar propuestos por Morín (1996) .Se evidencia que el estudiante deja a un lado las seguridades conceptuales y construye sus propias explicaciones del mundo, por ejemplo, una de las estudiantes relaciona las condiciones con las adaptaciones de la planta, afirmando que: *"La mayoría de las plántulas no crecen en estas, debido a la ausencia de tierra donde arraigar y establecerse por lo tanto solo un tipo de plántula especial crece sobre estas, que son las plantas rupícolas, de la cual la Lens Culinaris no hace*

*parte, de esto se da el resultado de falta de desarrollo y crecimiento de la semilla en este tipo de suelo". E20*

También, se debe tener en cuenta que la interacción discursiva entre el docente y los estudiantes ocurre a través de preguntas orientadoras, que permiten que los estudiantes elaboren sus explicaciones. Por ejemplo, los estudiantes relacionan las propiedades de los componentes del suelo con el crecimiento de la planta de *Lens culinaris*, donde se explica cual es más apto o no para su germinación, como afirma el niño:” *“Las condiciones ambientales en las que se encuentran las semillas de lenteja fueron favorables para germinar, es decir, inicia su desarrollo para convertirse en una nueva planta. El suelo arenoso es muy seco y se observa que las raíces se pueden ahogar, este suelo con dificultad retiene el agua y los nutrientes por esto requiere de mayor humedad. La gravilla no es tan apta para la lenteja sin embargo crecieron las plántulas, este tipo de suelo. Las plantas requieren de una buena circulación de aire en las raíces, pero este tipo de suelo no lo aporta. La tierra negra o humus permite un buen desarrollo y fijación en las raíces de la lenteja, contiene nutrientes que la plántula necesita, es capaz de absorber y retener el agua conservandola para que las plántulas puedan utilizarla”.*

E14. El estudiante describe cada uno de los componentes y los relaciona con las condiciones como nutrientes, aireación o presencia de agua para que las plantas puedan crecer y desarrollarse.

Asimismo, se puede evidenciar que los estudiantes después de pasar por la experiencia sensible, la artificialización del objeto de estudio, realizan una complejización de sus explicaciones, porque estas son más elaboradas y precisas, porque implementan un lenguaje científico que genera una mejor comprensión y que nos permiten evidenciar cómo las estructuras mentales de los niños han evolucionado y enriquecido a medida que avanza la propuesta.

**El suelo como objeto de estudio en la enseñanza de las ciencias permite comprender los ecosistemas como problema de conocimiento.**

Es importante reconocer que el carácter polisémico del suelo no debe entenderse como una dificultad sino por el contrario puede favorecer la enseñanza del suelo, porque puede ser abordado de forma transversal, interdisciplinar y transdisciplinar, permitiendo que los estudiantes puedan comprender el suelo como un ecosistema.

De igual forma se debe tener en cuenta, que las representaciones de ciencia y conocimiento van a influir en las acciones humanas porque la ciencia como un sistema social, se encuentra delimitado por un contexto determinado, y por esto es importante que se reconozca que las explicaciones del mundo dependen en gran medida de nuestra sociedad. Es por esta razón que el suelo debe ser abordado de una manera que permita al estudiante comprender su complejidad, como expone Valencia (1999):

La cultura como escenario, oponemos la concepción según la cual la cultura es un entramado simbólico en el que el hombre se encuentra inmerso y desde el cual da sentido, significado y valor a las relaciones que establece con la naturaleza, consigo mismo y con los demás. (p.3)

En consecuencia, el presente trabajo tiene como intención que el suelo permita trascender la mirada de abordar los ecosistemas como un conjunto de contenidos y tener en cuenta su complejidad a partir de las dinámicas del suelo, alejándose de las seguridades conceptuales abordándolo a partir de los problemas de conocimiento.

Asimismo, en la enseñanza del suelo se debe tener en cuenta las tensiones que se generan sobre el concepto ecosistema desde el reduccionismo y holismo, porque estas siguen permeando la enseñanza actual. De igual forma es importante tener en cuenta estas dos visiones que permiten abordar el suelo desde una mirada compleja, donde no hay un superorganismo que controla todo,

sino que todas las propiedades se interrelacionan y generan elementos emergentes.

El suelo como ecosistema, permitió que los estudiantes reconocieran las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, y como estas se interrelacionan y generan dinámicas particulares en el sistema. De igual forma permitió que los estudiantes reconocieran que el suelo es el hábitat de diferentes organismos que tienen diversas funciones ecosistémicas y que permiten que el sistema se automantenga y autoorganice.

De igual forma los estudiantes reconocen como las problemáticas ambientales que ocurren en el suelo, inciden en todas las formas de vida y en las condiciones del mismo ecosistema. Es importante resaltar como al abordar algunas problemáticas del suelo como la lluvia ácida, la erosión y los pesticidas, los estudiantes lo relacionan con las problemáticas ambientales que pueden incidir en los organismos y condiciones del ecosistema.

Al enseñar fuera de las seguridades conceptuales que mantienen la idea de un conocimiento acabado y terminado, los niños desarrollan el interés por aprender y conocer sobre los fenómenos a través de sus sentidos, lo que genera una elaboración de explicaciones más profunda y argumentada.

De igual forma, cómo se evidenciaba en las políticas públicas de básica media, el suelo en la enseñanza de las ciencias naturales se aborda de manera enunciativa y desarticulada del ecosistema, como un contenedor de nutrientes y un factor

abiótico, que algunas veces se menciona en los ciclos biogeoquímicos, como un lugar donde pasan cosas, pero que no se profundiza sobre sus interrelaciones, historicidad e importancia en los flujos de materia y energía.

Es por esta razón que el suelo abordado desde los problemas de conocimiento a través del “*cuestionamiento de la experiencia básica, la artificialización del mundo natural y la complejización de las relaciones*” (Valencia, et. al. 2003.), permite que los niños elaboren sus explicaciones y significados sobre el mundo.

Igualmente, las actividades experimentales, permite legitimizar o rechazar ciertas explicaciones, porque la evidencia como parte del método científico, también hacen parte de las fuentes de conocimiento que los niños implementan para comprender un fenómeno. De igual forma recordemos que el experimento no es solo para corroborar una teoría, sino para generar en los estudiantes más preguntas que les permita construir conocimiento y sobre todo se propicien espacios para que los niños puedan explorar a través de sus sentidos y con sentido.

La enseñanza del suelo permite la asimilación y comprensión de diferentes conceptos, que favorecen el aprendizaje de las ciencias naturales, debido a que es contextualizado y los estudiantes muestran interés en reconocer las diferentes propiedades del suelo y favorece la construcción de explicaciones y un aprendizaje significativo.

Al abordar el suelo desde una visión multidisciplinar permite que los estudiantes reconozcan la importancia de sus propiedades y la complejidad del mismo, debido a que permite una comprensión mayor del objeto de estudio, como expone Alcalde (2015):

La solución ante esta ruptura conceptual puede radicar en contemplar el suelo no sólo a través de visiones desvinculadas y aisladas, sino mediante una única visión multidisciplinar en la que se conecten los aspectos básicos de todos los enfoques de la forma más sintética posible y comprensible a distintos niveles. (p. 4)

Es por esta razón que la ruta de intervención se realizó con un enfoque integrador, donde al abordarlo de forma multidisciplinar permite reconocer la complejidad del mismo y las interrelaciones que se dan entre sus propiedades físico, químicas y biológicas.

Es trascendental tener en cuenta que en parte el conocimiento que se construye es por la interacción discursiva que ocurre en el aula, debido a que la forma en que podemos acceder a las construcciones mentales de nuestros estudiantes es a partir de lo que dicen verbalmente, porque *“en gran parte de la interacción que se realiza en el aula ocurre a través de “lo que se dice” públicamente, o sea a través del lenguaje usado socialmente, que se denomina discurso* (Edwards, 1997 citado por Rey y Candela, 2013, p.7)

Es decir que la construcción discursiva en el aula nos permite entender cómo los maestros y estudiantes construyen explicaciones sobre su mundo. Una forma de acercarnos a las construcciones mentales de los sujetos es a partir de lo que “dicen”, es decir a partir de la palabra es que podemos tratar de comprender como suceden esos procesos cognitivos, como afirma Rey y Candela (2013):

Es necesario aclarar que no todo lo que cada individuo construye se explicita verbalmente, por lo que este trabajo tiene la limitación de analizar sólo aquello que los alumnos y docente “dicen”. Sin embargo, esta interacción discursiva da pistas importantes de lo que otros alumnos pueden estar elaborando mentalmente, a lo que difícilmente se tiene acceso. (p.8)

El análisis discursivo que se realiza en la ruta de intervención nos permite comprender cómo se están elaborando esas construcciones mentales, que,



aunque no podemos reconocerlas de forma directa el discurso escrito y hablado nos da una idea de cómo los niños construyen explicaciones de los fenómenos; y como los problemas de conocimiento posibilitan la construcción de conocimiento.

De igual manera, debido a la estrecha relación que se genera entre el maestro y estudiante es fundamental que el primero, propicie espacios para que el estudiante persista en la metamorfosis de sus sentidos, es decir, que mantenga la posibilidad de renovar sus sentidos y este abierto a conocer el mundo a través de ellos, como afirma Mèlich (2015):

Sencillamente que el maestro no da, no transmite un sentido o el sentido de la vida, sino que cuida o procura que sus discípulos inventen (o imaginen) provisionalmente sentidos. El maestro se preocupa de que las metamorfosis de los sentidos persistan, de que se renueven constantemente, de que queden abiertas. (p. 19)

Cada una de las actividades tenía un sentido, más allá de un objetivo y era generar el deseo insaciable de conocer, el maravillarse del mundo, el de incentivar la curiosidad y sobre todo generar espacios donde los estudiantes construyeran sus propios significados del mundo y que pudieran reflexionar y actuar sobre su realidad. Para finalizar compartiré una de las conclusiones realizadas en el artículo científico de uno de los estudiantes, donde se evidencia la transformación de sus sentidos y la elaboración de explicaciones sobre el objeto de estudio:

*“El suelo cumple un papel fundamental en el ciclo del agua y en el crecimiento de la capa vegetal; es una especie de simbiosis ya que todos los elementos se benefician de los otros y a su vez contribuyen a su conservación. Lamentablemente falta mucha concientización acerca de la importancia del cuidado del suelo, el cual se está viendo afectado por químicos muy fuertes empleados para control de plantas en el cultivo, explotación mineral que daña la capa del suelo, tala de árboles, expansión de zonas urbanas”. E7*

## REFLEXIONES

El presente capítulo recoge diferentes reflexiones desarrolladas en torno a la especialización como un programa de formación continua de docentes, a la importancia del docente como un intelectual que propicia espacios para que sus estudiantes construyan conocimiento, a la relevancia de los problemas de conocimiento en la enseñanza de las ciencias naturales en la educación básica y al papel de la sistematización de las experiencias en la enseñanza de las ciencias.

La Especialización en Docencia de las Ciencias para el Nivel Básico permite que los docentes reflexionen sobre su práctica, porque generan espacios donde se construye conocimiento, donde el docente no es el sujeto que sabe, sino que a través de preguntas orientadoras permite que el estudiante elabore sus propias explicaciones y que construya su propio discurso sobre el rol del maestro en la escuela. Algunas de las preguntas generadas en los espacios académicos y que se tuvieron en cuenta en la consolidación de la propuesta fueron: ¿Qué es el conocimiento? ¿Qué se construye cuando se construye conocimiento? ¿El conocimiento científico y cotidiano se conciben de forma continua o disruptiva?

Asimismo, la especialización genera espacios con la intención de que los maestros se reconozcan como sujetos sociales de conocimiento; es decir, como sujetos capaces de reconocer su contexto y proponer soluciones frente a los retos que le plantea la enseñanza de las ciencias y las complejas relaciones entre el saber y el poder que se generan en el aula. De igual forma, se viabiliza la elaboración del discurso disciplinar y pedagógico del maestro, que posibilita la construcción de explicaciones del mundo natural y social.

De la misma forma el docente como intelectual posibilita espacios donde los estudiantes pueden construir explicaciones sobre su mundo, a través de *“el cuestionamiento de la experiencia básica, la artificialización del mundo natural y la complejización de las relaciones”* (Valencia et. al. 2013); que permite a los niños alejarse de las seguridades conceptuales, del conocimiento acabado y que les posibilita maravillarse del mundo que los rodea.

El desarrollo de la intervención de aula a partir de los problemas de conocimiento como una estrategia para la enseñanza de las Ciencias Naturales en la Educación Básica permitió a los estudiantes reconocerse como sujetos transformadores de su realidad. De igual forma, la complejización de las explicaciones que realizan los niños depende en gran medida de la práctica intencionada, reflexiva y crítica que asuma el docente en el aula.

Cabe destacar que al abordarse los problemas de conocimiento se debe tener en cuenta las imágenes de conocimiento y ciencia que tienen los sujetos porque estas van a incidir en las representaciones que tienen estos sobre el mundo y sobre sus acciones, es decir, que los significados que elaboran los sujetos se construyen de forma individual y colectiva, como exponen Valencia et al (2003): *“La manera a través de la cual el hombre da sentido y se relaciona consigo mismo y con su mundo natural y social, se enriquece de los múltiples espacios de significación que elabora en su devenir histórico individual y colectivo”* (p.2)

De igual forma, los elementos que se consideran como principales en la enseñanza de las ciencias son la de centrar la atención del estudiante en un objeto de estudio, el cual será después artificializado, para que el estudiante reconozca variables, contraste sus resultados con la de sus compañeros y pueda comprender mejor el fenómeno a través de las interacciones discursivas. Además, en la ruta de intervención la actividad experimental y la observación fueron fundamentales porque permitieron a los niños elaborar explicaciones en torno al suelo.

Esta propuesta alternativa, nos aparta de las seguridades conceptuales que permiten que los estudiantes desarrollen su curiosidad y se asombren de los fenómenos, favoreciendo así la construcción de conocimiento, el cual se evidencia en la implementación de un lenguaje científico, que es más descriptivo y minucioso, lo cual es muy importante porque la forma de comprender como los estudiantes hacen sus construcciones mentales es a través del discurso, es decir por medio de lo que dicen o escriben.

Al abordar el suelo como ecosistema se puede tener en cuenta las tensiones que se genera entre reduccionistas y holistas, debido a que a lo largo de la ruta de intervención se evidencia que algunos conceptos como las cadenas alimentarias se dan desde una mirada reduccionista y las redes tróficas desde una mirada holística, por lo tanto, es importante que se tenga en cuenta estas miradas epistemológicas al abordarse el ecosistema.

También el carácter polisémico del suelo debe ser una ventaja para abordarlo de forma interdisciplinaria, transdisciplinaria y multidisciplinaria; y se debe tener en cuenta la temporalidad, teniendo en cuenta el tiempo geológico vertical y horizontal del suelo, que permite a los niños comprender que este necesita tiempo para formarse y nos da cuenta del tiempo transcurrido en la corteza terrestre.

Igualmente, la propuesta permite que los docentes se alejen de la idea de un conocimiento acabado y que reflexione sobre su quehacer docente, donde no se puede seguir enseñando ciencias naturales como un administrador del currículo y dictando conceptos alejados de los contextos de los niños, debido a que esto castra la imaginación de los estudiantes y aumenta el desinterés de los mismos.

Asimismo, la propuesta alternativa permitió que los estudiantes desarrollaran un sentido crítico y reflexivo sobre las problemáticas ambientales en torno al suelo, donde se generan discusiones en torno al cuidado de todas las formas de vida a partir de acciones sostenibles con el ambiente.

Al revisar la política pública en educación se aborda como un componente del ecosistema y un contenedor de nutrientes, fortaleciendo la idea del suelo estático y sin historia. En cambio, al abordar el suelo como un ecosistema, teniendo en cuenta los factores de formación, las interrelaciones entre las propiedades físicas, químicas y biológicas; permite que los niños reconozcan la complejidad del suelo y propongan acciones de sostenibilidad a las problemáticas ambientales que presenta éste.

Además, la sistematización es un ejercicio autorreflexivo que posibilita a los docentes mejorar su práctica educativa, porque permite reconocer los aciertos y desaciertos de la intervención en el aula. De igual forma la sistematización permite construir y divulgar conocimiento en torno a la enseñanza de las ciencias naturales, que permiten contribuir a investigaciones futuras o al mismo quehacer docente.

La documentación de los aspectos disciplinares y pedagógicos permitieron la comprensión del ecosistema como un problema de conocimiento partiendo de las relaciones edáficas de algunos ambientes naturales de Colombia, donde los estudiantes establecieron relaciones entre el suelo y la diversidad de ecosistemas teniendo en cuenta las interrelaciones y las propiedades emergentes.

Realizar el diseño, implementación y sistematización de la intervención de aula acerca de la dinámica del suelo en algunos ambientes naturales colombianos, permitió que la docente reflexionara sobre la importancia de reconocer el papel que tienen las interacciones discursivas en la construcción de conocimiento.

## BIBLIOGRAFÍA

Acevedo, H. (1979). Interacciones suelo-agua-raíz en el proceso de absorción de agua por las plantas.

Agudelo Benavides, D. E. (2012). Influencia de los procesos de meteorización en la estructura del suelo y la estabilidad de taludes.

Alcalde, A. S. (2015). Impulso y difusión de la Ciencia del Suelo en el 2015. Año Internacional de los Suelos (AIS2015). Enseñanza de las Ciencias de la Tierra, 23(3), 330-330.

Angelone, S., Garibay, M. T., y Casaux, M. C. (2006). Permeabilidad de suelos. Universidad Nacional de Rosario, 1-39. Recuperado por <https://www.fceia.unr.edu.ar/geologiygeotecnia/Permeabilidad%20en%20Suelos.pdf>

Anguita, F. (1993). La Teoría General de los Sistemas y las Ciencias de la Tierra. Enseñanza de las Ciencias de la Tierra, 1(2), 87-89.

Arévalo, M., y Bazoberry, G. (2012). ¿Suelo o territorio?. Derecho al suelo y la ciudad en América Latina, 113

Astorga, M. y Martínez, L. (2003). Relación suelo-agua-planta. Recuperado por [https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/35376/mod\\_resource/content/1/unidad%205%20TP5%20RASP.A.pdf](https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/35376/mod_resource/content/1/unidad%205%20TP5%20RASP.A.pdf)

Balcázar Nava, P., González-Arratia López-Fuentes, N. I., Gurrola Peña, G. M., & Moysén Chimal, A. (2013). Investigación cualitativa.

Begon, M., Harper, J. L. y Townsend, C. (1999). *Ecología: individuos, poblaciones y comunidades* (No. 04; QH541, B43y 1999.). Barcelona: Omega.

Brero, V., Blanco, A., Prieto, T. y González, F. (2001). Actividades para la iniciación al concepto de suelo. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 8(30), 55-65

Carrizosa, J. (2014). *Colombia compleja. Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. Recuperado por* <http://repository.humboldt.org.co/handle/20.500.11761/32548>

Chaparro, J., Leiva, D., y Ruiz, S. (2016). Estrategia didáctica para la construcción de conceptos relacionados con las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo: un punto de vista desde la Educación Ambiental.

Cruz, J., Vargas, S., Núñez, O., y Gómez, G. (2003). Los problemas de conocimiento una perspectiva compleja para la enseñanza de las ciencias. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (14).

De las Salas, G. (1987). *Suelos y ecosistemas forestales: con énfasis en América tropical* (No. 80). IICA. Recuperado de [https://books.google.com.co/books?id=20MMFDtmtGAC&printsec=copyright&redir\\_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.co/books?id=20MMFDtmtGAC&printsec=copyright&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false)



Elkana, Y. (1983). La ciencia como sistema cultural: una aproximación antropológica. *Boletín de la sociedad colombiana de epistemología*, 3(10-11), 65-80.

Escardó, A. (2010). Clima y cambio climático. *RAM (Revista del Aficionado a la Meteorología)*, 1-12.

Fernández, A., Sesto, V., y García, I. (2017). Modelos mentales de los estudiantes de secundaria sobre el suelo. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 35(2), 127-145.

Fernández, G., y Johnston, M. (2006). Crecimiento y temperatura. Squeo, FA y Cardemil, L. *Fisiología Vegetal*. Chile: Ediciones Universidad de La Serena, 28.

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

Francisco, P., y Bergoglio, J. (2015). Carta Encíclica *Laudato Si'*: sobre el cuidado de la casa común. Recuperado por [http://www.vatican.va/content/francesco/es/encyclicals/documents/papa-francesco\\_20150524\\_enciclica-laudato-si.html](http://www.vatican.va/content/francesco/es/encyclicals/documents/papa-francesco_20150524_enciclica-laudato-si.html)

Galindo, A. (2006). Construcción de explicaciones científicas escolares. *Revista Educación y Pedagogía*, 18(45), 73-83.

García, G. y García, S. (2013). *Química agrícola: química del suelo y de nutrientes esencial*. Mundi-Prensa Libros. Recuperado de

[https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=RSs6AgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP18&dq=composicion+suelo+libro&ots=UPIhkbZrOY&sig=1wFhFHkyIDKNr2gsx84D\\_GOi2sl#v=onepage&q=composicion%20suelo%20libro&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=RSs6AgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP18&dq=composicion+suelo+libro&ots=UPIhkbZrOY&sig=1wFhFHkyIDKNr2gsx84D_GOi2sl#v=onepage&q=composicion%20suelo%20libro&f=false)

Giordan, A., Raichvarg D., Drouin J., Gagliardi, R. y Canay, A.1988. Conceptos de biología. 2. Barcelona, España: Labor.

González, M. (2017). Propuesta didáctica para la enseñanza del cambio climático: una aproximación desde las representaciones sociales de profesores de primaria., México D.F. Universidad Pedagógica Nacional.

Guerrero, L. (1985). La geología de Colombia. Revista AVANTE, Ingenieros Militares; Ejército de Colombia; N°09-agosto, (1-8). Recuperado de <https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/bitstream/handle/20.500.11762/18905/1187.pdf;jsessionid=72295A6F12066B5BAC59A1D4102D7574?sequence=1>

Hanson, R. (1958) Observación. Tomado de: Olivé, León; y Pérez Ransanz Ana Rosa. (2005) Filosofía de la ciencia: teoría y observación. México: Siglo XXI. "Observation" constituye el capítulo 1 del libro Patterns of Discovery. An Inquiry into the Conceptual Foundations of Science, de N. R. Hanson, publicado por Cambridge University Press, 1958. Versión castellana de Enrique García Camarero, publicada por Alianza Universidad, Alianza Editorial, Madrid, 1977, con el título Patrones de descubrimiento. Se reimprime con permiso de Alianza Editorial.

Happs, J. (1981). Soils. Science Education Research Unit. Working Paper 201. New Zealand: Waikato. Univ. Hamilton

Hoyos, F. (2001) Geotecnia, diccionario básico. Colombia: Medellín. Universidad Nacional de Colombia. Recuperado de [https://www.academia.edu/1329261/GEOTECNIA\\_DICCIONARIO\\_B%C3%81SICO](https://www.academia.edu/1329261/GEOTECNIA_DICCIONARIO_B%C3%81SICO)

Hufty, A., Theriault, M., y Sheriff, F. (1985). El efecto de las variaciones latitudinales estacionales de la radiación solar recibida sobre superficies inclinadas en la definición de las pendientes de solana y umbría. *Paralelo 37*, (8), 621-638.

Jacob, F. (1999) La lógica de lo viviente y la historia de la biología. Traducido por Senent-Josa, J. Tusquets Editores. Colección: Metatemas, 59. ISBN:9788483106471.

Jara, H. (2001), Dilemas y desafíos de la sistematización de experiencias. Costa Rica. Centro de Estudios y Publicaciones ALFORJA. Recuperado <https://www.grupochorlavi.org/webchorlavi/sistematizacion/oscarjara.PDF>

Latour, B. (2001) La esperanza de pandora. Ensayo sobre la realidad de los estudios de la ciencia. Barcelona, España: Editorial Gedisa. S.A.

Lugo, M. y Snyder, V. (1990), Capítulo I Consideraciones Básicas Sobre La Relación Entre Suelo–Agua-Planta. Mayagüez, Puerto Rico. Universidad de Puerto Rico Recinto de Mayagüez.

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

Maderey, L. y Román, J. (2005). Principios de hidrogeografía. Estudio del ciclo hidrológico. Universidad Nacional Autónoma de México. México. Geografía para el siglo XXI, serie de textos universitarios.

Martínez, R. (2010). La importancia de la educación ambiental ante la problemática actual. *Revista Electrónica Educare*, 14(1), 97-111.

Mèlich, J. (2005). La persistencia de la metamorfosis. Ensayo de una antropología pedagógica de la finitud. *revista Educación y Pedagogía*, (42), 11-27

Morin, E. (1996). El pensamiento ecologizado. Universidad de Granada. Granada, España. *Gazeta de antropología*. N°12, Artículo 01. Recuperado de <https://digibug.ugr.es/handle/10481/13582>

Morin, E. (2004). La epistemología de la complejidad. Universidad de Granada. Granada, España. *Gazeta de antropología*. N°2, Artículo 20.

Molina, A., Roque, L., Garcés, B., Rojas, M., Dulzaides, M. y Selín, M. (2015). El proceso de comunicación mediado por las tecnologías de la información. Ventajas y desventajas en diferentes esferas de la vida social. *MediSur*, 13(4), 481-493.

Momo, F. y Falco, L. (2003). Mesofauna del suelo. Biología y ecología. *Microbiología agrícola. Un aporte de la investigación argentina*. Editorial de la Universidad Nacional de Santiago del Estero, Santiago del Estero, 51-58.

Niño, N. y Pedraza, N. (2015). Construcción de explicaciones en clase de ciencias: la experiencia en el humedal el burro. Bogotá. Colombia. Repositorio de la Universidad Pedagógica Nacional.

Obando, L. (1993). El diario de campo. *Revista Trabajo Social*, 18(39), 308-319.

Parra, A., Fierro J. y Vásquez C. (2017). Permeabilidad en los suelos de las comunas 1, 3 y 5 del municipio de Girardot-Cundinamarca (Doctoral dissertation).

Paruelo, J. y Batista, W. (1999). El flujo de energía en los ecosistemas. Pedagogía Ignaciana Un Planteamiento Práctico. (1993). Recuperado de <http://www.flacsi.net/wp-content/uploads/2016/12/Compan%CC%83i%CC%81a-de-Jesu%CC%81s-1993-Pedagogi%CC%81a-Ignaciana-Planteamiento-Pra%CC%81ctico.pdf>

Prigogine, I. (1995). ¿Qué es lo que no sabemos? A Parte Rei, 10, 1-4. Traducido por Rosa Maria Cascón en la Revista Aparte Rei Revista de filosofía 10. Tomado de PRIGOGINE ILYA: (2009). ¿Tan sólo una ilusión? Una exploración del caos al orden. Barcelona:Tusquets. (Publicada en Modern Review, Calcuta. 1931. (N. del E.)

Quílez, M. y Peña, M. (1992). Problemática en la enseñanza/aprendizaje de la ecología. Revista interuniversitaria de formación del profesorado, (14), 67-70.

Rey, J. y Candela, A. (2013). La construcción discursiva del conocimiento científico en el aula. Educación y Educadores, 16(1), 41-65.

Reyes, L. (2006). Enseñanza de la ciencia del suelo en el contexto del desarrollo sustentable. Terra Latinoamericana, 24(3), 431-439.

Reyes, L. (2012). Enseñanza de la ciencia del suelo: estrategia y garantía de futuro. Spanish journal of soil science, 2(1), 87-99.

Reyes, S. (2014). El suelo y su fertilidad: una visión desde la enseñanza para la comprensión de una huerta escolar, Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá. Colombia. Recuperado de <https://1library.co/document/zlg1ww2y-suelo-fertilidad-vision-ensenanza-compresion-huerta-escolar.html>

Rincón, M. (2011). El origen del concepto ecosistema. Bio-grafía, 342-350. Recuperado de <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/biografia/article/view/1561>

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.

Sampieri, R. H., Collado, C. F., y Lucio, P. B. (2014). Metodología de la investigación. México D. F. Edición McGraw-Hill Disponible en. <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>

Swift, M., Bignell, D., Moreira, F. y Huising, E. (2012). El inventario de la biodiversidad biológica del suelo: conceptos y guía general. Manual de biología de suelos tropicales. Muestreo y caracterización de la biodiversidad bajo suelo. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Instituto Nacional de Ecología (INE), México, 29-52.

Silva, A. (1998). La materia orgánica del suelo. Montevideo: Facultad de Agronomía. 34p

Taylor, S., Bogdan, R., y Piatigorsky, J. (1986). Introducción a los métodos cualitativos de investigación. La búsqueda de significados. Editorial Paidós Básica.

Urteaga, L. (1999). Sobre la noción de “recurso natural”. Scripta Vetera, 441-454.

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

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>

Van de Velde, H. (2008). Sistematización: texto de referencia y consulta. Nicaragua: Estelí.

Vargas, C., y Estupiñán, M. (2012). Estrategias para la educación ambiental con escolares pobladores del páramo Rabanal (Boyacá). Revista luna azul, (34), 10-25.

Vera, I. (2017). HISTORIA DE LO VIVIENTE: Una explicación acerca de los seres vivos a través de la articulación de las nociones de tiempo, cambio y origen en Lepidópteros. Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá. Colombia.

Villas, D. Ortiz, O. y Marti, C. (2017) Experimentos didácticos con el suelo para educación pre-universitaria. Escuela Politécnica Superior- Huesca. Universidad Zaragoza, Tomado de <https://www.secs.com.es/wp-content/uploads/2017/03/EXPERIMENTOS-DID%C3%81CTICOS-CON-EL-SUELO-PARA-LA-EDUCACI%C3%93N-PRE-UNIVERSITARIA-web.pdf>

Von Bertalanffy, L. (1996). Teoría general de los sistemas. Tomado de [http://files.doctorado-en-educacion-2-cohorte.webnode.es/200000044-49d8b4ace6/TGS\\_Bertalanffy.pdf](http://files.doctorado-en-educacion-2-cohorte.webnode.es/200000044-49d8b4ace6/TGS_Bertalanffy.pdf)

Yus, R. y Rebollo, M. (1993). Aproximación a los problemas de aprendizaje de la estructura y formación del suelo en el alumnado de 12 a 17 años. Vélez- Málaga. Málaga. Enseñanza de las Ciencias, 11(3), 265-280.



## ANEXOS

### ANEXO 1 GUÍA PROPIEDAD FÍSICA. Permeabilidad 1

#### Objetivo

- Reconocer la permeabilidad de algunos componentes del suelo.

#### 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).

Los poros del suelo



Recuperado de

[http://www.paot.org.mx/micrositios/coloquio\\_suelo\\_conservacion/pdf/Clemencia\\_Santos.pdf](http://www.paot.org.mx/micrositios/coloquio_suelo_conservacion/pdf/Clemencia_Santos.pdf)

## Actividad en clase

### Permeabilidad 1

1. Observa el siguiente video: [https://www.youtube.com/watch?v=zJ\\_PUGhlyQY](https://www.youtube.com/watch?v=zJ_PUGhlyQY)
2. Teniendo en cuenta el experimento donde la primera botella tenía arena, la segunda tenía humus y la última tenía greda, escribe la dinámica del agua en cada uno de los montajes:

Componentes	Describe lo Observado
Arena	
Humus	
Greda	

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

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

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

Tabla del tamaño de las partículas del suelo

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

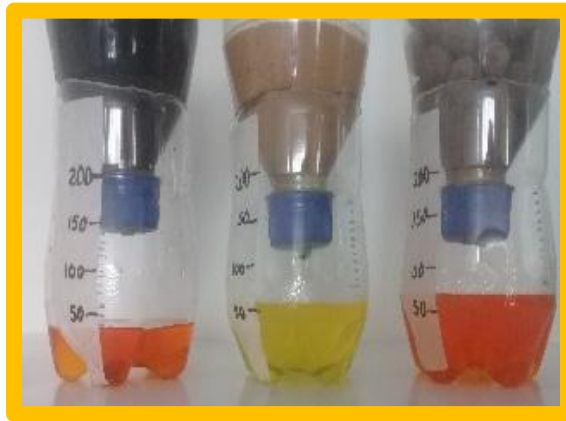





Recuperado de <https://www.agromatica.es/el-tipo-de-suelo-de-mi-jardin/>  
<https://www.intagri.com/articulos/suelos/propiedades-fisicas-del-suelo-y-el-crecimiento-de-las-plantas>

4. 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.

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

6. Teniendo en cuenta el experimento de permeabilidad No.1 donde se agrega agua a tres montajes, el primero con humus, el segundo con arena de cantera y el tercero con greda en bolitas (esto cambia la permeabilidad en el suelo). Se agregaron a todos los montajes las mismas cantidades de agua con color, y después de 15 minutos, se realizó la medición del agua decantada con un vaso, obteniendo los siguientes resultados.



	Tierra	Arena	Greda
			
Agua inicial	100 ml	100 ml	100 ml
Agua absorbida			
Agua decantada	30 ml	50 ml	60ml

Escribe dos conclusiones del experimento:

- 1.
- 2.

## ANEXO 2 GUÍA PROPIEDAD FÍSICA. Permeabilidad 2

1. Observa el siguiente video: <https://www.youtube.com/watch?v=kQcMrJsgoMY>



2. Teniendo en cuenta cada uno de los Montajes. Completar el siguiente cuadro, escribiendo los milímetros que se tienen en cada minuto (pásalo cuando el video marque cada uno de los minutos), teniendo en cuenta que cada rayita marcada en el recipiente equivale a 10 ml.

	Montaje 1 (ml)	Montaje 2 (ml)	Montaje 3 (ml)
1 minuto			
2 minuto			
3 minuto			
4 minuto			
5 minuto			

3. Teniendo en cuenta los datos obtenidos, realiza una gráfica en Excel donde el eje (y) sea los milímetros registrados y el eje (x) se registre el minuto 1, minuto 2, minuto 3, minuto 4 y minuto 5. Utiliza colores diferentes para diferenciar cada uno de los montajes.



4. Según la gráfica:

- a) 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?

An empty rectangular box with a blue border, intended for the student to provide an answer to question 4a.

- b) 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?

An empty rectangular box with a blue border, intended for the student to provide an answer to question 4b.

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

An empty rectangular box with a blue border, intended for the student to provide an answer to question 4b.a.

## ANEXO 3 GUÍA DE PROPIEDADES QUÍMICAS. pH

### Objetivo:

- Determinar el pH de algunos componentes del suelo.

### pH

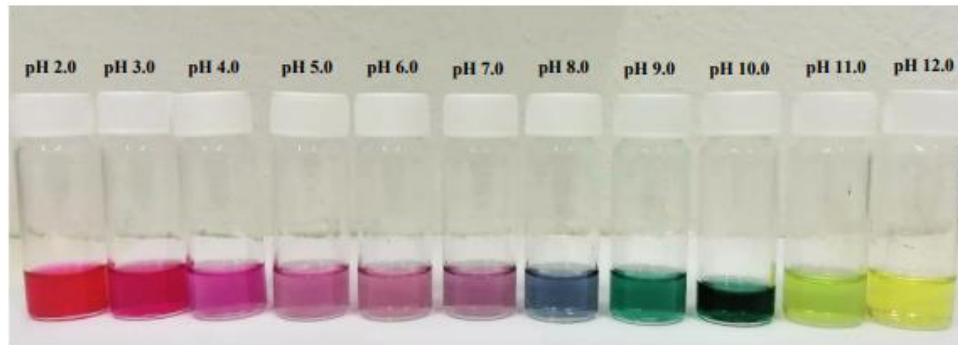
Según la Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura el pH (potencial de hidrógeno) es determinado por el grado de adsorción de iones de hidrógeno ( $H^+$ ) por las partículas del suelo e indica si un suelo está ácido o alcalino. El pH influye en la disponibilidad de nutrientes para las plantas, interviniendo en la solubilidad, movilidad, disponibilidad y de otros constituyentes y contaminantes inorgánicos presentes en el suelo.

El valor del pH en el suelo oscila entre 3,5 (muy ácido) a 9,5 (muy alcalino). Los suelos muy ácidos (<5,5) tienden presentar cantidades elevadas y tóxicas de aluminio y manganeso. Los suelos muy alcalinos (>8,5) tienden a dispersarse. La actividad de los organismos del suelo es inhibida en suelos muy ácidos.

El pH del suelo se puede medir con un indicador de pH natural como el repollo morado que posee antocianinas (o antocianos) que son pigmentos hidrosolubles (que pueden disolverse en agua, ácido acético, alcohol, pero no en aceites). Responsables del color rojo, azul o violeta de las flores, frutas y hortalizas.

Las antocianinas reaccionan con el pH tanto ácido como básico, a continuación, se muestran algunas tablas que nos ayudarán a encontrar si la muestra es ácida o básica:

Figura. Gama de colores de las antocianinas de *Brassica oleracea* a diferentes pHs.



Recuperado de Pichardo Pérez, F. F. (2019)

Grafica de ácidos y bases, col morada.

COL MORADA	
COLOR DEL INDICADOR	PH RELATIVO
ROJO BRILLANTE	ACIDO FUERTE
ROJO	ACIDO MEDIO
PURPURA ROJIZO	ACIDO DEBIL
AZUL	NEUTRO
AZUL VERDE	BASE DEBIL
VERDE	BASE MEDIA
AMARILLO	BASE FUERTE

Recuperado de <https://slideplayer.es/slide/137217/>



### Actividad en clase

1. Observa el video <https://www.youtube.com/watch?v=flaPFGh6XKM>
2. El humus tiene un pH dependiendo sus propiedades físico-químicas y biológicas, en esta experiencia se colocó el humus de un pastizal y humus con vinagre de manzana para simular como factores externos pueden modificar las condiciones del suelo. Después de observar el video dibuja y analiza los resultados obtenidos.

	Muestra de Humus	Muestra de Humus con vinagre
Describe lo que observaste.		
pH identificado		

1. De acuerdo a la introducción del pH y los resultados obtenidos ¿Cuál sería el suelo más propicio para que una planta crezca y se desarrolle? Justifica tu respuesta:

2. 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>)

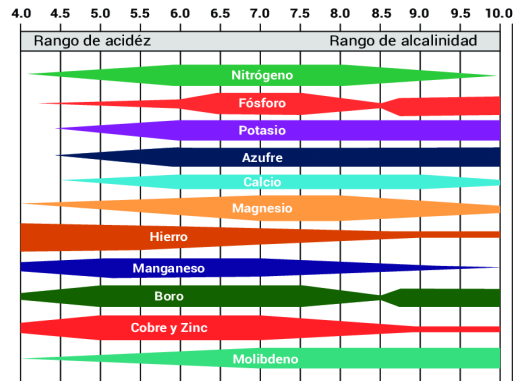


Imagen tomada de [https://www.researchgate.net/figure/Figura-15-Disponibilidad-de-nutrientes-segun-el-pH-del-suelo-Castellanos-2000\\_fig7\\_323823646](https://www.researchgate.net/figure/Figura-15-Disponibilidad-de-nutrientes-segun-el-pH-del-suelo-Castellanos-2000_fig7_323823646)

3. Teniendo en cuenta que hay factores externos que inciden en el pH de los suelos y generan cambios en sus propiedades físico, químicas y biológicas. ¿Cómo los fertilizantes químicos inciden en las propiedades de los suelos? o ¿Cómo influye la lluvia ácida en el crecimiento y desarrollo de las plantas?

4. Teniendo en cuenta el experimento del video ¿Cómo incide el pH en la Adsorción de agua en el humus? Argumenta tu respuesta:

## ANEXO 4 GUÍA DE PROPIEDADES QUÍMICAS. Adsorción de nutrientes

### Objetivo

- Evidenciar la adsorción de nutrientes de algunos componentes del suelo.

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.

### Actividad en clase

1. Para observar el experimento del intercambio catiónico o retención (adsorción) de nutrientes en el suelo. Ver el video del siguiente link:  
<https://www.youtube.com/watch?v=mOZ3DToF4mk&t=219s>



2. Antes de continuar se debe tener en cuenta que la adsorción no es igual a la absorción, debido a que el primero es un proceso químico que se da por la afinidad entre los iones que tienen cargas positivas (Cobre) y el humus (carga negativa). Teniendo en cuenta que a cada una de las muestras se les agrego 100 ml de Sulfato de Cobre ( $\text{CuSO}_4$ ), completa la siguiente tabla ¿Qué preguntas emergen de la experiencia? Trata de contestar la pregunta realizada.

3. Teniendo en cuenta que el sulfato de cobre algunas veces es utilizado como fertilizante, ¿Cuál de los dos compuestos del suelo sería el más apto para utilizarlo? ¿Por qué?

4. El sulfato de cobre tiene un pH de 4,4 y algunas veces es utilizado como fungicida. Teniendo en cuenta el experimento donde se alteró el pH del suelo con el vinagre que es una sustancia ácida y sobre la importancia de algunos microorganismos. ¿Recomendarías utilizar el sulfato de cobre en los suelos? Si o No ¿Por qué?

## ANEXO 5 GUÍA PROPIEDAD BIOLÓGICA

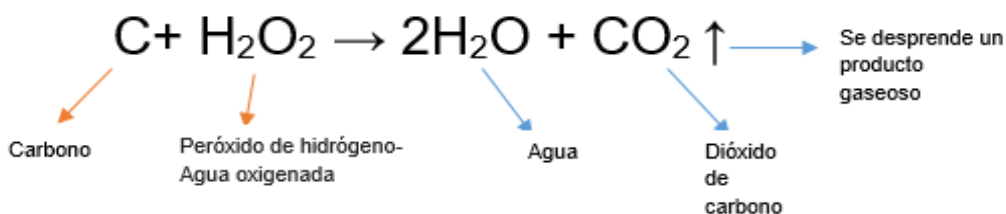
### Objetivo:

- 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, et. al. 2017):



### Actividad en clase

1. Observación virtual del experimento de materia orgánica en los suelos que se encuentra en el link: <https://www.youtube.com/watch?v=Q6kpWAsbcal>



1. De acuerdo en la introducción sobre la materia orgánica, ¿Cuál es la bomba que se inflo más en el diseño experimental? ¿Por qué?

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

3. Escribe seis conclusiones de los experimentos realizados en las propiedades físicas, químicas y biológicas:

## ANEXO 6 ARTÍCULO CIENTÍFICO

<p>NÚMERO <b>08</b> AGOSTO 2020</p>	<p>Autores y correos de los autores</p>	<h1>Título</h1>
<p><b>Datos curiosos</b></p> <p>Sit amet, conset teluar adipiscing elit, sed diam nonummy nibh euismod tincidunt ut laoreet dolore magna aliquam. Ut veli enim ad mínim veniam, quis nostrud exerci tation ullamcorper. Et justo odio dignisim qui blandit praeseptatum zozil delerit augue dula dolore la frugal nulla adipiscing elit, sed diam nonummy nibh.</p> <p><b>PERSONAL COMPUTING</b></p> <p>Tincidunt ut laoreet dolore magna aliquam erat volut pat. Ut veli enim ad mínim veniam, quis exerci tation ullamcorper cipit lobortis nisl ut aliquip eozil amet, conset teluar adipiscing elit, sed diam nonummy nibh euismod tincidunt ut laoreet dolore magna aliquam . Ut veli enim ad mínim veniam, quis nostrud exerci tation ullamcorper. Et justo odio dignisim qui blandit praeseptatum.</p>		
	<h3>Resumen</h3> <p>Esto se debe ser un escrito breve y claro; donde se presenta el objetivo, la metodología, resultados principales y conclusiones de la investigación.</p>	<h3>Introducción</h3> <p>Se debe presentar el qué y el porqué de la investigación, incluye el problema, objetivos y preguntas de la investigación. Cómo y dónde se realizó, las variables de la investigación, sus definiciones y las limitaciones de la investigación.</p> <p>Se puede incluir el marco de referencia o la revisión del objeto de estudio</p> <h3>Metodología</h3> <p>La metodología incluye es método. Este es muy importante debido a que debe observarse si el método es apropiado para el objetivo de estudio. Este describe la intervención del investigador, es decir, explica como el investigador manipulo las variables independientes. De igual manera se expone si la investigación corresponde al paradigma epistemológico-metodológico (cuantitativo-cualitativo).</p> <p>El diseño debe contener el desarrollo la investigación, es decir él o los sujetos, el tamaño muestral, bajo qué condiciones se trabajó, los métodos de recolección de la muestra y como fueron analizados los datos. (Hernández Fierro, E., &amp; Zepeda González, M. I., 2004)</p>



## Resultados

Los resultados deben plantearse en el mismo orden en el que se plantearon los objetivos, de lo más importante a lo menos significativo. Aquí se presentan las tablas y graficas de los resultados, pero debido al espacio tan reducido es mejor presentar solo los resultados escritos obtenidos de la investigación.

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La discusión de la investigación debe ser un debate del autor, para convencer a los lectores que los resultados tienen validez. Se sugiere discutir sobre los resultados propios y lo más importante, luego se comparan los resultados propios con los de otras investigaciones, la revisión bibliográfica, de igual manera se pueden incluir las implicaciones teóricas y prácticas.

Las conclusiones deben ser presentadas como respuestas a los interrogantes que generaron el estudio y a los objetivos planteados por lo tanto, estas conclusiones deben responder a los objetivos.

De igual manera se deben presentar las limitaciones del estudio y la forma como estos pudieron afectar a las conclusiones

### Referencia bibliográfica

Henríquez Fierro, E., & Zepeda González, M. I. (2004). Elaboración de un artículo científico de investigación. Ciencia y



## ANEXO 7 TABLA COMPARATIVA DE LAS CONDICIONES DE LOS ECOSISTEMAS

ECOSISTEMA	PRECIPITACIONES	ALTITUD	TEMPERATURA	SUELO	FLORA	FAUNA	Describe las relaciones que existen entre las condiciones particulares del ecosistema y la flora y la fauna que encuentras allí.
PÁRAMOS <i>Grupo 1</i>							
BOSQUES ANDINOS <i>Grupo 2</i>							
BOSQUE HUMEDO TROPICAL <i>Grupo 3</i>							
BOSQUE SECO TROPICAL-TATACOA <i>Grupo 4</i>							
MANGLARES <i>Grupo 5</i>							
SABANA INUNDABLE <i>Grupo 6</i>							
ARRECIFES CORALINOS <i>Grupo 7</i>							

## ANEXO 8 PÁGINA WEB



# Colegio Mayor de San Bartolomé

## El Suelo como Ecosistema



[Inicio](#) [Sesión 1](#) [Sesión 2](#) [Sesión 3](#) **[Sesión 4](#)** [Sesión 5](#) [Sesión 6](#) [Correo](#) [Log In](#)

Propiedades Físicas  
Propiedades Químicas  
Propiedades Biológicas



## Relación Suelo & Planta

**Propósito:**  
Evaluar el efecto de diferentes componentes del suelo en el crecimiento de *Lens culinaris*.

El suelo es un factor importante del crecimiento y desarrollo de la planta.

## ANEXO 9 TABLA DE SEGUIMIENTO RELACIÓN PLANTA y SUELO

SEGUIMIENTO DE LAS PLANTULAS																																	
FECHA:		MONTAJE DE ARENA								MONTAJE DE TIERRA NEGRA								MONTAJE DE GREDÁ								MONTAJE DE GRAYILLA							
		PLANTA 1	PLANTA 2	PLANTA 3	PLANTA 4	PLANTA 5	PLANTA 6	PLANTA 7	PLANTA 8	PLANTA 1	PLANTA 2	PLANTA 3	PLANTA 4	PLANTA 5	PLANTA 6	PLANTA 7	PLANTA 8	PLANTA 1	PLANTA 2	PLANTA 3	PLANTA 4	PLANTA 5	PLANTA 6	PLANTA 7	PLANTA 8	PLANTA 1	PLANTA 2	PLANTA 3	PLANTA 4	PLANTA 5	PLANTA 6	PLANTA 7	PLANTA 8
Tallo-ALTURA (mm)																																	
COLOR DE TALLO																																	
NÚMERO DE HOJAS																																	
COLOR DE HOJAS																																	
OBSERVACIÓN																																	

SEGUIMIENTO DE LAS PLANTULAS																																	
FECHA:		MONTAJE DE ARENA								MONTAJE DE TIERRA NEGRA								MONTAJE DE GREDÁ								MONTAJE DE GRAYILLA							
		PLANTA 1	PLANTA 2	PLANTA 3	PLANTA 4	PLANTA 5	PLANTA 6	PLANTA 7	PLANTA 8	PLANTA 1	PLANTA 2	PLANTA 3	PLANTA 4	PLANTA 5	PLANTA 6	PLANTA 7	PLANTA 8	PLANTA 1	PLANTA 2	PLANTA 3	PLANTA 4	PLANTA 5	PLANTA 6	PLANTA 7	PLANTA 8	PLANTA 1	PLANTA 2	PLANTA 3	PLANTA 4	PLANTA 5	PLANTA 6	PLANTA 7	PLANTA 8
Tallo-ALTURA (mm)																																	
COLOR DE TALLO																																	
NÚMERO DE HOJAS																																	
COLOR DE HOJAS																																	
OBSERVACIÓN																																	

SEGUIMIENTO DE LAS PLANTULAS																																	
FECHA:		MONTAJE DE ARENA								MONTAJE DE TIERRA NEGRA								MONTAJE DE GREDÁ								MONTAJE DE GRAYILLA							
		PLANTA 1	PLANTA 2	PLANTA 3	PLANTA 4	PLANTA 5	PLANTA 6	PLANTA 7	PLANTA 8	PLANTA 1	PLANTA 2	PLANTA 3	PLANTA 4	PLANTA 5	PLANTA 6	PLANTA 7	PLANTA 8	PLANTA 1	PLANTA 2	PLANTA 3	PLANTA 4	PLANTA 5	PLANTA 6	PLANTA 7	PLANTA 8	PLANTA 1	PLANTA 2	PLANTA 3	PLANTA 4	PLANTA 5	PLANTA 6	PLANTA 7	PLANTA 8
Tallo-ALTURA (mm)																																	
COLOR DE TALLO																																	
NÚMERO DE HOJAS																																	
COLOR DE HOJAS																																	
OBSERVACIÓN																																	

*Tabla de seguimiento ampliada*

SEGUIMIENTO DE LAS PLANTULAS																
FECHA:		MONTAJE DE ARENA							MONTAJE DE TIERRA NEGRA							
		PLANTA 1	PLANTA 2	PLANTA 3	PLANTA 4	PLANTA 5	PLANTA 6	PLANTA 7	PLANTA 8	PLANTA 1	PLANTA 2	PLANTA 3	PLANTA 4	PLANTA 5	PLANTA 6	PLANTA 7
Tallo-ALTURA (mm)																
COLOR DE TALLO																
NÚMERO DE HOJAS																
COLOR DE HOJAS																
OBSERVACIÓN																

## ANEXO 10 MATRIZ DE AGRUPACIONES

Agrupaciones	Descripción	Lo que los estudiantes dicen...	COMENTARIOS
<p><b>Propiedades físicas, químicas y biológicas</b></p>	<p>Esta primera agrupación se refiere a algunas propiedades físico químicas y biológicas como la permeabilidad en los suelos , el pH, adsorción de sustancias y materia orgánica, se presentan algunas de las dinámicas que surgen a partir de estas propiedades y cómo estas se relacionan para hacer del suelo como un ecosistema.</p>	<p>"El orden de las capas afecta en la permeabilidad, en el sentido, que para que el fluido, que ejecutara el proceso de permeabilidad, en este caso el agua con colorante, tenía que transitar entre cada capa: la tierra, arena y greda. Hay capas que tienen la característica de ser más permeables que otras, por otro lado, hay capas que absorben la mitad del agua con colorantes en ellas y dejan transitar la otra mitad, y hay capas que podrán realizar el proceso de permeabilidad, pero de una manera más lenta. Por lo tanto, el orden de las capas afectará en el tiempo, en el cual se demora en transitar el agua y en la cantidad que pasara el líquido ".E7  "Es malo, ya que la lluvia ácida, como su nombre lo indica, es demasiado ácido, por esto no se pueden encontrar nutrientes que alimentan a los organismos, plantas y microorganismos en el suelo" E13  "En este caso hipotético, el componente que contiene mayor permeabilidad es la arcilla, porque entre más pequeña sea la partícula sólida, mayor espacio habrá entre los poros lo que permite un mayor grado de permeabilidad. El componente que sería menos permeable sería la arena, porque entre más grandes sea la partícula sólida, menor espacio habrá entre los poros, lo que restringe el paso de fluidos, haciéndola menos permeable." E8  "Cada material tiene una permeabilidad diferente por lo cual su porosidad es diferente generando así cambios en la adsorción y decantación de líquidos" E3  "la descomposición de restos vivos en el suelo constituye un proceso biológico básico en el cual un cuerpo de un organismo se reduce a formas más simple de materia, como la orgánica "E7  "Se puede relacionar ya que cuando se da en grandes cantidades se aumenta las cantidades de hidrógeno, nitrógeno y varios componentes que esta tiene, generando así que el suelo tienda a ser más ácido, por lo cual las plantas se pueden volver débiles E3  "El suelo más propicio para que una planta crezca es aquel que tiene su pH en niveles del 6.5, ya que los suelos que tienen un pH inferior a 5.5 son muy ácidos tienen cantidades elevadas y tóxicas de aluminio y magnesio que no permitirán el crecimiento de la planta" E10  "Mi otra hipótesis es que el humus absorbió el sulfato de cobre por algún material que contenga y no lo arrojó, pero lo que hizo fue separarlo del agua y arrojar nada más el agua." E11  "Teniendo en cuenta que la arena dejó pasar el agua junto al sulfato de cobre, el cual tiene una carga positiva, podríamos concluir que la arena tiene una carga positiva o neutra; adicionalmente, teniendo en cuenta que el humus, el cual tiene una carga negativa, dejó pasar el agua, podemos concluir que el agua que una carga negativa o neutra. E7</p>	<p>La estructura de cada uno de los componentes genera unas particularidades como la adsorción de nutrientes y decantación del agua. Los estudiantes relacionan la permeabilidad con los poros de las partículas (estas hacen referencia a los granos de los componentes) son generados en cada uno de los componentes, ya que los poros grandes permiten el paso del agua y los poros pequeños evitan el de mayor cantidad de agua.  Los estudiantes relacionan también el tiempo en que demora el agua en decantarse entre suelos más o menos permeables. Se establece una relación entre el pH con el crecimiento de las plantas, por ejemplo, como el pH puede aumentar los niveles de aluminio y magnesio que a su vez afectan el crecimiento de las plantas.  También se presenta la importancia de la capacidad de intercambio catiónico donde se aborda la afinidad en el humus porque adsorbe o retiene el sulfato en cambio en la arena con carga positiva o neutra no ocurrió lo mismo. Es importante señalar que se los estudiantes hablan de positivo y neutro como si fueran lo mismo.</p>

<p><b>Agrupación Comprensión del suelo como ecosistema</b></p>	<p>En esta agrupación se refiere al suelo como un ecosistema a partir del estudio de relaciones de constitución , especificidad, funcionalidad, e historicidad, que configuran unas entidades vivientes y unos niveles de organización en los que se reconocen procesos y mecanismos de transformación de sustancias, flujos de materia y energía y un sinnúmero de interacciones biológicas. Por otra parte, comprender el suelo como un ecosistema nos permite reconocer algunas problemáticas ambientales que también inciden en estos, como el uso de pesticidas, la lluvia ácida y la erosión , que pueden causar daños a nivel micro y macroscópico del sistema.</p>	<p><i>"la relación del suelo con una planta es que las propiedades del suelo deben ser adecuadas para que la planta pueda desarrollarse (pH, porosidad, profundidad, etc). El suelo ha tenido una formación de mucho tiempo, sin esta formación una planta no podría desarrollarse, el suelo más adecuado para que una planta logre desarrollarse es el humus, este es materia orgánica descompuesta por hongos y bacterias, está compuesta por ácidos orgánicos, fragmentos vegetales y excremento de animales. " E13</i></p> <p><i>la propiedad biológica que la materia orgánica es el producto de la descomposición de resto de seres vivos donde el carbono es asimilado y convertido en humus" E12</i></p> <p><i>El suelo es la superficie terrestre, es el soporte de la vida y su formación duró mucho tiempo." E13</i></p> <p><i>"el suelo es una superficie que ha cambiado el pasar los años por resultados naturales como las piedras, y es donde habitamos" E15</i></p> <p><i>"La lluvia ácida se relaciona con el crecimiento de las plantas ya que esta agua no tiene un nivel de pH bueno para una planta, así que produciría daños importantes y acabaría con los microorganismos fijadores de nitrógeno, así empobrecimiento a algunos nutrientes esenciales, por lo que las plantas no disponen de estos, haciéndose más vulnerables a las plagas." E17</i></p> <p><i>"La lluvia ácida que empapa el suelo puede disolver los nutrientes, tales como el magnesio y el calcio, que los árboles necesitan para mantenerse sanos." E8</i></p> <p><i>"Los resultados obtenidos en los experimentos realizados son importantes ya que con estos podemos ver como los suelos pueden variar según las características del ambiente" E19</i></p> <p><i>Afecta la absorción del agua, por parte las partículas, el suelo se puede degradar y degenerar a causa de fenómenos como la erosión, por el agua supone una pérdida de la capa fértil de los suelos. De igual forma se reduce la capacidad de retener agua. el viento, el aire, la contaminación y el uso abusivo del suelo en cuanto a los cultivos, y esto afecta a los seres vivos que habitan en la zona, primero las plantas y luego los animales que tienen que desplazarse para buscar nuevas fuentes de alimentación". E18</i></p> <p><i>"Generar prácticas más sanas en el, uso de este ...es posible continuar con la productividad y tener un cuidado sostenible en beneficio de todos los seres vivos". E13</i></p> <p><i>"No porque mata seres vivos cuyo hábitat es el suelo precisamente el cual quedaría estéril, sin vida y las raíces de las plantas absorberán más bien elementos químicos fatales para la vida. He oído que en cambio del control químico de las "plagas" sería mejor el control biológico, por ejemplo, en vez de matar insectos con insecticidas, es mejor traer pájaros que los consuman y siga la vida." E22</i></p>	<p>Se relaciona la materia orgánica con un proceso de descomposición y con la capacidad de retener agua para que la planta crezca vigorosamente.</p> <p>Se indica que las propiedades del pH, porosidad y profundidad deben ser adecuadas para el crecimiento de la planta y la materia orgánica, se relaciona con la descomposición de hongos y bacterias. Se tiene en cuenta que el orden de las capas, incide en el tiempo y en los procesos de absorción de agua en los componentes del suelo.</p> <p>Se presenta el tiempo como un factor de formación del suelo y no como algo estático y permanente.</p> <p>Se presentan algunas problemáticas socio-ambientales como el uso de pesticidas, la lluvia ácida y la erosión que no solo afecta a las propiedades del suelo, sino que inciden en los seres vivos y transforman a los ecosistemas. Los estudiantes relacionan la lluvia ácida que puede afectar a los microorganismos y cumplen un papel importante en la fijación del nitrógeno.</p> <p>Se establece una relación entre los suelos, con las condiciones y la biodiversidad de cada uno de los ecosistemas, debido a los componentes del suelo que inciden en todas las formas de vida, y por otra parte se presenta la idea de cómo las condiciones ambientales influyen también en los suelos. Asimismo, se exponen ideas sobre la importancia del suelo en el cambio del microclima y macroclima.</p> <p>Se establece una relación entre las peculiaridades que presentan cada una de las especies de plantas, su ambiente y cómo estas inciden en su crecimiento.</p> <p>Se relaciona el suelo con las actividades agrícolas y la producción de cosechas. Asimismo, se evidencia la importancia de la conservación del suelo y de generar el cuidado sostenible que favorezca a todas las formas de vida.</p> <p>De igual forma se plantea como control biológico otra especie y no pesticidas que pueden generar daños en el suelo y en el ecosistema.</p>
----------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p>Relación de Planta y Suelo</p>	<p>En esta agrupación se refiere a las relaciones que se presentan en el crecimiento, regulación y equilibrio de <i>Lens culinaris</i> y las particularidades de cada una de las propiedades de los componentes del suelo, que se encuentran estrechamente interrelacionados con la dinámica del agua, la luz y el aire.</p>	<p><i>"la mayoría de las plántulas no crecen en estas, debido a la ausencia de tierra donde arraigar y establecerse por lo tanto solo un tipo de plántula especial crece sobre estas, que son las plantas rupícolas, de la cual la Lens Culinaris no hace parte, de esto se da el resultado de falta de desarrollo y crecimiento de la semilla en este tipo de suelo. Por lo tanto, se puede concluir del experimento que no todas las semillas se desarrollan de igual manera en el mismo suelo, mostrando que, para las legumbres, los suelos más ideales son los suelos de tierra fértil y arena, mientras que los suelos arcillosos y de rocas no son aptos para el crecimiento de estas". E20</i></p> <p><i>"Para la germinación de una planta se debe tener en cuenta un espacio adecuado con los nutrientes para la alimentación y crecimiento de la planta, también se debe tener en cuenta buena luz solar, agua y aire, ya que sin estos elementos no sería posible la germinación de la planta o podría crecer sin tener nutrientes" E6</i></p> <p><i>"De acuerdo a los datos obtenidos, se puede concluir que la semilla que se encontraba en la Tierra contiene más nutrientes que pueden hacer que la planta tenga un mayor crecimiento, mientras que en la arena el crecimiento fue más lento por los pocos nutrientes. Por otro lado, la falta de nutrientes en la gravilla y greda demuestran que no son aptos para la germinación y crecimiento de una planta". E6</i></p> <p><i>"Las condiciones ambientales en las que se encuentran las semillas de lenteja fueron favorables para germinar, es decir, inicia su desarrollo para convertirse en una nueva planta. El suelo arenoso es muy seco y se observa que las raíces se pueden ahogar, este suelo con dificultad retiene el agua y los nutrientes por esto requiere de mayor humedad. La gravilla no es tan apta para la lenteja sin embargo crecieron las plántulas, este tipo de suelo. Las plantas requieren de una buena circulación de aire en las raíces, pero este tipo de suelo no lo aporta. La tierra negra o humus permite un buen desarrollo y fijación en las raíces de la lenteja, contiene nutrientes que la plántula necesita, es capaz de absorber y retener el agua conservandola para que las plántulas puedan utilizarla". E14</i></p>	<p>Se menciona las particularidades de cada uno de los componentes y cómo estas inciden en el crecimiento de las plantas, esto de acuerdo a la disponibilidad de nutrientes, de agua, aire y luz, que permiten no solo permiten la germinación, sino su desarrollo en plántula y posterior a planta. Algunos estudiantes mencionan la importancia de las adaptaciones que tienen las plantas, que al no tener genéticamente cierto caracteres no se desarrollaran en cierto tipo de condiciones, porque no son plantas rupícolas.</p> <p>Los estudiantes describen lo que sucede con cada una de las plantas en los componentes del suelo, donde mencionan que suelo arenoso es seco y no permiten el desarrollo de la planta, debido a que no retiene agua y los nutrientes requieren de una humedad. Aunque muchos estudiantes plantearon la hipótesis de que las plantas no crecerían en la gravilla, en el experimento se evidencia que algunas plantas germinaron, pero después de un tiempo estas mueren por la falta de nutrientes. De igual forma, varios estudiantes concluyen que el suelo más apto para el crecimiento de la planta es la tierra negra o humus, porque este componente tiene los nutrientes necesarios para su crecimiento y desarrollo</p>
-----------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------