

**EL SUELO COMO SISTEMA: Una aproximación a la comprensión de sus propiedades
con estudiantes de Educación Básica Primaria**

SANDRA JOHANNA PAEZ PLAZAS

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
MAESTRÍA EN DOCENCIA DE LAS CIENCIAS NATURALES
BOGOTÁ, D.C. 2022**

**EL SUELO COMO SISTEMA: Una aproximación a la comprensión de sus propiedades
con estudiantes de Educación Básica Primaria**

SANDRA JOHANNA PAEZ PLAZAS

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

**Asesorado por:
INGRID VERA OSPINA
ANDREA TOLEDO ARANDA**

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
MAESTRÍA EN DOCENCIA DE LAS CIENCIAS NATURALES
BOGOTÁ, D.C. 2022**

NOTA DE ACEPTACIÓN

JURADO

JURADO

BOGOTÁ, D.C., 2023

“Para todos los efectos, declaro que el presente trabajo es original y de total autoría; en aquellos casos en los cuales he requerido del trabajo de otros autores o investigadores, he dado los respectivos créditos”.

Agradezco principalmente a Dios, a mi esposo, a mis padres y a mis hermanos quienes siempre me levantan para continuar. A la profesora Ingrid Vera Ospina y Andrea Toledo

*Aranda por su gran apoyo y paciencia durante la
realización de este trabajo.*

Con el sudor de tu rostro comerás el pan hasta que vuelvas a la tierra, porque de ella fuiste tomado; pues polvo eres, y al polvo volverás. Génesis 3:19

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	5
1. CONTEXTO PROBLEMÁTICO	8
1.1 CONTEXTO DE ORIGEN.....	8
1.2. EL SUELO EN EL MARCO POLÍTICO EDUCATIVO.....	17
1.3. DEFINICIÓN DE SUELO DE ACUERDO CON LOS TEXTOS ESCOLARES	22
1.4. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA	24
1.7. PROCEDER METODOLÓGICO.....	31
2. PROFUNDIZACIÓN TEÓRICA: EL SUELO COMO SISTEMA	39
2.1. EL SUELO COMO SISTEMA.....	39
2.2. LA ORGANIZACIÓN DEL SUELO	47
a. Propiedades físicas del suelo:	47
b. Propiedades químicas.....	58
c. Suelo y biota edáfica (componente biológico del suelo): La macrobiota y la microbiota	63
d. Formación e historia de los suelos (procesos de meteorización y transformaciones asociadas a la actividad biológica).....	70
e. Estratos del suelo	76
2.3. EL SUELO COMO CONDICIÓN EN LOS ECOSISTEMAS: FLUJOS E INTERACCIONES....	79
a. Relaciones del suelo con las condiciones ambientales de agua, luz solar y aire.....	79
b. Ciclos catalíticos en el suelo como una evidencia de los flujos de materia y energía en los ecosistemas	81
3. PROFUNDIZACIÓN TEÓRICA PEDAGÓGICA	86
3.2. LA OBSERVACIÓN EN LA COMPRESIÓN DEL SUELO Y SU DINÁMICA.....	92
4. INTERVENCIÓN EN EL AULA MATERIAL PARA LA INCORPORACIÓN DEL SUELO COMO OBJETO DE ESTUDIO EN LA EDUCACIÓN BÁSICA.....	97
4.1. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA	98
4.2. SENTIDOS ORIENTADORES.....	101
4.3 CARACTERIZACIÓN DE LA PROPUESTA	103
5. DEFINICIÓN DE CRITERIOS PARA LA ENSEÑANZA DEL SUELO EN LA EDUCACIÓN BÁSICA.....	109
6. CONCLUSIONES Y REFLEXIONES FINALES	114
7. BIBLIOGRAFIA	118
8. ANEXOS	121

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Investigaciones a nivel nacional-Elaboración propia	14
Tabla 2 Investigaciones a nivel internacional-Elaboración propia	15
Tabla 3. Derechos básicos de aprendizaje y el suelo-Elaboración propia	18
Tabla 4. Derechos básicos de aprendizaje y el suelo- Elaboración propia	18
Tabla 5. Deberes básicos de aprendizaje y el suelo- Elaboración propia	19
Tabla 6. Deberes básicos de aprendizaje y el suelo- Elaboración propia	20
Tabla 7. Los Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales -Elaboración propia	21
Tabla 8. Los Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales -Elaboración propia.....	21
Tabla 9. Lista de poros presentes en suelos con sus características físicas	55
Tabla 10. El color del suelo.....	56
Tabla 11. Función de los minerales.....	60
Tabla 12. La Influencia del pH en la toma de nutrientes para las plantas	62
Tabla 13. Actividades realizadas por la comunidad edáfica por la comunidad edáfica	69
Tabla 14Tabla 14. Horizontes del suelo.....	77
Tabla 15. Tabla 15. Tipos de erosión	78
Tabla 16. Acciones para el desarrollo del momento 1.	103
Tabla 17. Acciones para el desarrollo del momento 2.	105
Tabla 18. Acciones para el desarrollo del momento 3.....	108

ÍNDICE DE ESQUEMAS

Esquema 1. Elementos para el establecimiento de la profundización	38
Esquema 2. El tamaño de las partículas	48
Esquema 3. Textura del suelo.....	50
Esquema 4. Triángulo textural de USDA (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos) a partir de la plasticidad.	51
Esquema 5. El color del suelo método Munsell	57
Esquema 6. El color del suelo método Munsell	58
Esquema 7. La escala del pH del suelo	61
Esquema 8. La red trófica edáfica	64
Esquema 9. El suelo: sus componentes biológicos	66
Esquema 10. Las funciones de la microbiota	67
Esquema 11. Efecto del clima sobre la vegetación natural	71
Esquema 12. Relación entre la temperatura, el drenaje climático y los tipos de suelo.	73
Esquema 13. Red alimentaria.....	83
Esquema 14. Elementos que participaron en la construcción de la cartilla “EDAFOEXPLORADORES: Un viaje hacia la comprensión del suelo de nuestro planeta”	99

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Tipos de estructura del suelo.....	53
---	----

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de profundización tiene por título “EL SUELO COMO SISTEMA: Una aproximación a la comprensión de sus propiedades con estudiantes de Educación Básica primaria”, surgió a partir de los intereses e inquietudes que se generaron durante la práctica docente y del programa de la Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales del Departamento de Física de la Universidad Pedagógica Nacional, que permitieron pensar el suelo como un conocimiento que requiere una continua experimentación, observación y seguimiento dentro de la escuela que posibilita la comprensión como un sistema dinámico de gran importancia para lo vivo.

Se realizó un recorrido de orden disciplinar, teórico y pedagógico, que permitiendo generar una mirada crítica y reflexiva sobre el suelo como objeto de estudio consolidando como propuesta alternativa la construcción de una cartilla para estudiantes de grado quinto, invitándolos a generar explicaciones sobre las continuas interacciones y relaciones presentes en el suelo.

El documento se encuentra organizado en las siguientes partes: contexto problemático, los objetivos, el proceder metodológico, la profundización de orden disciplinar y pedagógico, intervención en el aula material para la incorporación del suelo como objeto de estudio en la educación básica, la definición de criterios para la enseñanza del suelo en la Educación Básica, conclusiones y reflexiones finales, bibliografía y anexos.

Con relación al contexto problemático se realizó un proceso crítico y reflexivo en torno a las políticas públicas de educación representadas por los lineamientos curriculares y los Derechos Básicos de Aprendizaje que presenta el suelo como algo aislado del estudiante, dificultando su comprensión del suelo como un sistema, reflexión y problema de estudio que se materializa en los objetivos del trabajo.

La perspectiva metodológica posibilitó la construcción y la forma de proceder del trabajo,

especificando los criterios metodológicos. Importante mencionar el apartado de la profundización teórica fundamentada en el análisis disciplinar y filosófico, en donde se mencionan elementos importantes para la construcción del presente trabajo.

Otro capítulo, es la profundización teórica pedagógica en el que se destaca la importancia de incluir aspectos como: la experiencia arraigada a explicaciones que permite la comprensión de un evento fenomenológico y la experimentación como herramienta que se interesa por profundizar el estudio del comportamiento de un suceso de la naturaleza para la construcción de explicaciones.

En la propuesta de material pedagógico y didáctico se tuvieron en cuenta aspectos disciplinarios y pedagógicos que posibilitaron la consolidación de la cartilla “EDAEXPLORADORES: Un viaje hacia la comprensión del suelo de nuestro planeta” esta propuesta surge a partir de las reflexiones de orden disciplinar y pedagógico y de las limitaciones encontradas en la práctica docente.

Este material pedagógico, tiene como objetivo estudiar los diferentes componentes que se relacionan con el suelo como sistema para la comprensión de las dinámicas que emergen de este, por lo tanto, desde la cartilla se planteó la aplicación de acciones reflexivas, comparativas, analíticas y descriptivas para la generación de discusiones y explicaciones entre los estudiantes.

El capítulo de la definición de criterios para la enseñanza del suelo en la Educación Básica emerge a partir de los avances, limitaciones, experiencias y alcances del trabajo de grado, comprendiendo al suelo como objeto de enseñanza dirigido a estudiantes de Básica Primaria, el cual debe desligarse de los contenidos y propuestas de las políticas de educación para evitar expresiones reduccionistas como depósito de nutrientes o recurso.

Por lo tanto, se plantea aspectos relevantes como: El estudio del suelo a partir de las propiedades físicas, estas pueden explorarse sobre prácticas organolépticas para problematizar el comportamiento del suelo como sistema, también se propuso el seguimiento de la disponibilidad de nutrientes del suelo a través de pruebas de pH, entendiendo este último como un agente activo que permite hacer seguimiento a la disponibilidad de nutrientes en el suelo, los cuales son vitales para las plantas, convirtiéndose estos elementos en procesos de reflexión y discusión continua sobre los patrones de comportamiento del ser humano sobre suelo.

Finalmente, el papel de la introducción de una cartilla pedagógica en la escuela invita a los estudiantes de grado quinto a estudiar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo como sistema.

Por último, se presentan las conclusiones y reflexiones finales, donde se retoma aspectos disciplinarios y pedagógicos para la comprensión del suelo como objeto de estudio en estudiantes de grado quinto, brindando nuevas rutas de enseñanza que brinden a la escuela nuevas perspectivas para su abordaje.

1. CONTEXTO PROBLEMÁTICO

Asumir el rol docente de ciencias naturales en la escuela colombiana de la actualidad, implica tomar una postura crítica y reflexiva acerca de las diferentes exigencias que inciden en el desarrollo de nuestras prácticas de enseñanza, reconociendo las tensiones generadas por aspectos como las políticas públicas, los compromisos éticos y las posturas políticas y los intereses particulares que han surgido a lo largo del ejercicio docente, de tal manera en este capítulo se recoge varias reflexiones en torno al estudio del suelo, con estudiantes de Educación Básica Primaria.

A continuación, se presenta un análisis detallado del suelo como objeto de estudio en la Educación Básica, utilizando como principales referentes los lineamientos curriculares, los Derechos Básicos de Aprendizaje, y algunos libros de texto, en los que, en términos generales se puede evidenciar un desconocimiento total o parcial de los procesos de formación del suelo y su compleja organización, entre otros, que limitan la comprensión de este como un sistema.

1.1 CONTEXTO DE ORIGEN

El presente trabajo de grado se origina a partir de la experiencia pedagógica e interés por estudiar el suelo por parte de la maestra en el aula, particularmente en la clase de ciencias en la Educación Básica. Actividad que se enriquece y problematiza con las inquietudes, reflexiones y discusiones realizadas en los seminarios de Pedagogía, Ciencia e Historia y Epistemología de la Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales del Departamento de Física de la Universidad Pedagógica Nacional.

Abordar el estudio del suelo en la Educación Básica constituye un reto para el maestro de ciencias ya que en su labor diaria encuentra múltiples tensiones entre la política pública, los textos escolares y los planes de estudio que influye sobre los procesos críticos y reflexivos sobre el estudio del suelo.

La política pública, presente en los Estándares Curriculares de Ciencias Naturales, Lineamientos de Ciencias Naturales y Derechos Básicos Aprendizaje promueve una concepción del suelo y su enseñanza centrado básicamente como un componente abiótico en los ecosistemas y como recurso que está representado por un depósito de nutrientes, lo cual podrá generar en los estudiantes un desconocimiento de la complejidad, dinámica y organización del suelo, desde las propiedades físicas, químicas y biológicas que se interrelacionan para transformar la composición, estructura y su funcionamiento.

Se puede mencionar que, la actividad del maestro está orientada en el aula por la política pública presente en los Estándares Curriculares de Ciencias Naturales, los Lineamientos Curriculares de Ciencias Naturales y los Derechos Básicos de Aprendizaje que presenta el estudio del suelo desde una mirada fragmentada y reduccionista limitando al estudiante al no poder desarrollar reflexiones críticas sobre la dinámica, organización y complejidad del suelo.

También, se evidencia que, dentro de los Derechos Básicos de Aprendizaje, el suelo es abordado con relación a los ecosistemas como una condición meteorológica; así en el grado cuarto se afirma que este permite el surgimiento de la vida, así mismo, en séptimo, aunque se hace referencia a los ciclos biogeoquímicos, estos se presentan de una forma aislada con relación a las dinámicas que se dan en el suelo, con lo cual se deja por fuera el papel del suelo en la circulación de los elementos como el carbón o el fósforo y las actividades

negativas realizadas por el hombre generando en el suelo erosión, desertificación o acidez a causa de la deforestación o sobreexplotación.

Por otro lado, los textos escolares que son utilizados como principal referente de consulta y discusión en las clases de ciencias, presentan el suelo como fragmentado, estático y desligado de los efectos causados por la intervención del ser humano quien ha afectado las condiciones presentes en el suelo como el agua o la temperatura, amenazando la preservación de la biodiversidad del suelo y sus propias características.

Así mismo, durante mi experiencia como docente se ha evidenciado que en los planes de estudio no se asume la enseñanza del suelo, la comprensión de su organización y sus dinámicas como fundamentales para explicar las transformaciones que pueden surgir en un ecosistema, así mismo el reconocimiento de las implicaciones éticas y políticas en torno a él.

A partir de los argumentos anteriores es posible afirmar que los estudiantes puedan construir una visión del suelo como recurso explotable, alejado de sus contextos y frente al cual no deben tomar una postura crítica y reflexiva que les permita situarse en la realidad del país, como lo afirma Burbano (2016) “cabe decir, que en la dimensión cultural hay que introducir cambios en los patrones de comportamiento de las personas que las lleve a respetar el suelo, sus componentes y en general la vida que habita en él”

Por otra parte, desde los Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales están organizados en el grado tercero como una descripción general que no indaga creencias, tradiciones e implicaciones éticas y políticas que han adoptado los niños impidiéndoles describir desde su entorno como consolida el suelo desde su formación.

Por último, el suelo es considerado como un depósito de nutrientes que al estudiante no le permite identificar las dinámicas que se presentan entre lo vivo y no vivo estas se desarrollan en la interacción de las condiciones presentes en el suelo como el agua, la temperatura y la materia orgánica.

Por otro lado, a partir de la reflexión de mis prácticas pedagógicas en el Colegio Liceo Manantial, identifiqué que el estudio del suelo se orienta a partir del plan de estudios de la institución en el cual la competencia “Reconozco la importancia de animales, plantas, agua y suelo de mi entorno y propongo estrategias para cuidarlos”. Asume al suelo como un recurso que puede ser explotado limitándolo y dejando de lado aspectos tan importantes para su comprensión como su organización, historia y estructura.

La concepción limitada del suelo como recurso explotable, puede estar vinculada como lo señala Núñez (2005) con el desconocimiento de este en términos de su organización y la carencia de reflexiones en el aula que aborden aspectos de orden político, ético y ambiental: A partir de lo anterior, la amenaza humana por el uso del recurso suelo y su sólida propuesta de eco alfabetización y sustentabilidad para que las personas aprendamos a valorar y preservar. La Piel de la Tierra¹ (Jordán, 2005, p. 25) “También se ha considerado tradicionalmente que los fertilizantes pueden sustituir a la materia orgánica del suelo, lo cual es cierto sólo en parte.” Es decir, las técnicas de cultivo como el uso de los abonos orgánicos ha sido reemplazado por la aplicación de fertilizantes que al liberar sus concentraciones químicas en el suelo ha reducido la materia orgánica natural y deterioraron las características fisicoquímicas afectando a futuro la formación del contenido nutritivo.

Por otra parte, se ha detectado que en los suelos de las ciudades se han generado mayores basuras como lo afirma (Granada, 2018, p.80) “Han incrementado los residuos sólidos provenientes de empresas y viviendas, otro factor son los climáticos que tal vez cambien las características físicas del suelo”. Por lo tanto, no solamente las basuras han transformado el aspecto morfológico del suelo, sino otro tipo de actividades como tala de bosques, monocultivos, ganadería extensiva, urbanización, obras de infraestructura vial, aeroportuaria, marítimas etc.

¹La piel de la tierra es un término usado para referirse al suelo

Los planes de estudio están sujetos a impartir procesos informativos y memorísticos que no permiten al estudiante aprender, comprender y cuestionar sobre el suelo de su contexto particular, estas preocupaciones fueron apareciendo durante las reflexiones y discusiones en la Maestría de Docencia de las Ciencias Naturales como lo indica uno de los propósitos del programa (U.P.N. 2016) “El disciplinar, que busca abordar la discusión sobre la pertinencia de las disciplinas escolares y la relación con los contenidos que se tratan en la escuela”.

También, se han venido recopilando diversas investigaciones, a partir del repositorio de la ¹Universidad Pedagógica Nacional y bases de datos que han tenido como objeto de estudio el

suelo a nivel local, nacional e internacional “Reyes (2014), Begoña (2016), Chaparro (2016), Alaminos (2010)” esta consulta permitió distinguir las ideas, énfasis, perspectivas, discurso, acciones pedagógico-didácticas y mirada disciplinar al abordar el estudio del suelo.

A manera de síntesis se presenta en la Tabla 1, el propósito de la investigación, la estrategia y la idea sobre el suelo.

TÍTULO	PROPÓSITO	ESTRATEGIA	ESTUDIO RELACIONADO CON EL SUELO
“El suelo y su fertilidad: Una visión desde la enseñanza para la comprensión en una huerta escolar”. Reyes (2014)	¿Es posible lograr en los estudiantes de grado undécimo del colegio Distrital Juan Rey, el aprendizaje en el estudio del suelo y su fertilidad de algunas propiedades físicas y químicas como textura, permeabilidad, color materia orgánica, pH y el intercambio catiónico por medio del Modelo de la enseñanza para la comprensión?	Enseñanza aprendizaje de las Ciencias en particular de la química a través del estudio del suelo y la fertilidad por medio de un modelo de enseñanza para la comprensión.	Conocer las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo llevando a cabo un seguimiento cuantitativo y cualitativo del suelo
“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”. Chaparro (2016)	¿Cómo a partir de la implementación de una estrategia didáctica, se puede fortalecer la construcción de conceptos relacionados con las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo?	Propuso hacer un estudio del suelo de la huerta escolar del colegio Calasanz femenino de Bogotá sede el CAN, para motivar a los estudiantes a estudiar ciencias.	Abordar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.
“Aportación de las experiencias a la construcción de	Considera que en ocasiones se confunde indagación con búsqueda de	Se presenta una propuesta basada en la indagación en relación con la	Abordaron la erosión del suelo, la acción de las lombrices sobre el

modelos: el suelo como sistema” Begoña (2016)	información en diferentes fuentes, para responder a las preguntas o problemas formulados. El estudiante entiende que es suficiente con encontrar respuestas ya elaboradas, sin que medie la interpretación y discusión de los datos disponibles.	construcción del modelo de suelo.	suelo y la retención de sustancias por el suelo.
“Construcción de explicaciones en clase de ciencias: la experiencia en el humedal del burro”, realizada por las profesoras Niño y Pedraza (2015)	¿Cómo a partir de la implementación de una estrategia didáctica, se puede fortalecer la construcción de conceptos relacionados con las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo?	Conocer las ideas y elaboraciones de los estudiantes. Se encontraron diferentes visiones acerca del humedal del Burro, de acuerdo con las creencias, intereses y experiencias de cada estudiante.	Elaboraron una ruta desde el colegio hasta el humedal el Burro, con el propósito de conocer la ubicación geográfica como el contexto del humedal

Tabla 1 Investigaciones a nivel nacional-Elaboración propia

TÍTULO	PROPÓSITO	ESTRATEGIA	ESTUDIO RELACIONADO CON EL SUELO
“Guía pedagógica enfocada a la utilización y conservación de los recursos del suelo, para alumnos de sexto grado del nivel primario, de la escuela oficial rural mixta, aldea Panacal, del municipio de Rabinal, Departamento de Baja Verapaz”. Alaminos (2010)	El propósito del trabajo es la formación de estudiantes con sentido ambiental para afrontar temas asociados a la deforestación, dado que esta afecta tanto la producción de agua como la pérdida de capas del suelo (erosión).	Propone la implementación de guías enfocadas a la utilización y conservación de los recursos del suelo. Propicia la activación de valores con una fuerte influencia crítica a través de las guías didácticas, dando a entender que es responsabilidad de cada individuo la protección de los espacios naturales	Considera el suelo como patrimonio cultural como patrimonio de todas y todos se debe afrontar desórdenes generados por el hombre, como el uso de agroquímicos que provocan un desequilibrio en la naturaleza al poner en riesgo la salud y la vida de los seres humanos, también de especies animales y Vegetales
“Propuesta didáctica fundamentada para la enseñanza	Busca que el estudiante termine concibiendo el suelo como un recurso	Propone la realización de trabajos prácticos en el aula o el laboratorio,	No hay comprensión sobre el concepto de suelo; hay una

de suelo en Educación. Secundaria mediante la indagación y trabajos prácticos”. González (2015)	natural imprescindible para la vida humana. Considera que el maestro debe planificar actividades que estimulen y motiven al estudiante a tener una relación armoniosa con el suelo.	permitiéndole al estudiante ser un receptor activo del conocimiento al construir hipótesis, recopilar información y al discutir resultados con los demás.	polisemia del término suelo. Los estudiantes tienen ideas confusas acerca de aspectos estructurales; se parte de la formación del suelo a partir de la idea estática, es un proceso terminado.
“El suelo como herramienta didáctica”. Badía (2008)	Presentar una alternativa para ampliar conceptos que pasa por alto el currículo de primaria o secundaria. Propone prácticas con las que se puede evidenciar las funciones y propiedades del suelo.	Realiza prácticas de laboratorio que motivan al estudiante a reconocer las características del suelo.	El suelo es imprescindible para la vida: es fuente de materias primas, almacena nutrientes y agua, acumula carbono, y es el entorno físico y cultural para la persona.
“Vivir en el suelo”. Jiménez (2015)	Llevar a los estudiantes a conocer las problemáticas ambientales a través de un cómic e identificar los efectos negativos promovidos por el hombre hacia la biomasa.	Trabajo en torno a la lectura de un cómic. Se reparten los personajes entre los estudiantes para el desarrollo de una obra de teatro y la realización de dibujos sobre un antes y después de un incendio. También abordan la tala incontrolada y pastoreo.	El suelo es un recurso natural base de la vida sobre la tierra: Es necesario para la existencia de las plantas, de los animales y de los seres humanos.

Tabla 2 Investigaciones a nivel internacional-Elaboración propia

Cada una de las investigaciones y trabajos referenciados, aportan aspectos pedagógicos-didácticos, disciplinares, epistémicos y metodológicos para el presente trabajo de grado, en particular en la comprensión de las relaciones presentes en el suelo, su configuración, condiciones y dinámicas que replantean la enseñanza del suelo en el contexto del aula.

Por lo tanto, los trabajos de investigación pueden enfatizar la construcción de nuevas alternativas referente al estudio del suelo, por ejemplo, pensarlo como patrimonio natural (Alaminos, 2010); involucrar los procesos edafológicos en otras áreas del conocimiento para la construcción de saberes científicos que generen soluciones sostenibles a nivel cultural, social y ambiental (González, 2015); referirse al suelo desde un contenido histórico – natural, lo cual posibilita plantear nuevas maneras de ver el suelo (Badía, 2008).

También, se puede resaltar el diseño de unidades didácticas para potenciar el aprendizaje por competencias (Jiménez, 2015); articular la educación ambiental con el estudio del suelo para la construcción de conceptos significativos, a través de las estrategias didácticas para la elaboración de conceptos sobre las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo (Reyes, 2014).

Cabe mencionar, trabajar en la clase el suelo de la huerta para motivar a los niños a estudiar ciencias, asumir la indagación como un proceso de interpretación, discusión y debate para la elaboración de explicaciones (Begoña, 2016); construir explicaciones teniendo en cuenta las preguntas, intereses y necesidades de los estudiantes a partir del estudio de un entorno natural como el Humedal del Burro (Niño y Pedraza, 2015). Igualmente, es importante distinguir estudios, problemáticas y acciones como proteger las reservas naturales constituidas por una biomasa conformada por fauna y flora, al aplicar prácticas conservacionistas (Alaminos, 2010); enriquecer las ideas de los estudiantes en conceptos científicos que emergen en los impactos negativos generados por la contaminación desde las actividades agrícolas e industriales (González, 2015); plantear estrategias que lleven al conocimiento y comprensión de la reforestación que posibilite mantener la vida en el suelo (Badía, 2008); estudiar los aspectos negativos de la sobre explotación de los suelos (Jiménez, 2015).

Asimismo, transformar desechos a abonos orgánicos, al comprender que la huerta escolar es un espacio de encuentro para la implementación de actividades enfocadas al suelo (Reyes, 2014); aprovechar la construcción de una huerta escolar para generar una estrategia didáctica que aporte al fortalecimiento de los conceptos abordados en la clase de ciencias (Chaparro, 2016); relacionar modelos teóricos con modelos experimentales, por ejemplo con respecto a la erosión, la acción de las lombrices y la retención de sustancias por el suelo (Begoña, 2016); realizar con los estudiantes mapas, gráficos explicativos y textos en donde se puede apreciar la manera de pensar, hablar e interpretar la realidad, por ejemplo el Humedal del Burro (Niño y Pedraza, 2015).

Los anteriores trabajos de grado permiten al docente ampliar su mirada sobre la enseñanza del suelo en el contexto escolar al comprender la importancia de integrar otras áreas del conocimiento para la construcción de saberes científicos que generen soluciones sostenibles a nivel cultural, social y ambiental permitiendo considerar el suelo como patrimonio natural. Para lograrlo, es importante considerar dentro de la planeación escolar un encuentro de los estudiantes con la huerta al desarrollar estrategias didácticas que posibiliten entender la relación de las propiedades físicas, químicas y biológicas con el suelo posteriormente desarrollar actividades como modelos o prácticas experimentales que permitan al estudiante reconocer los impactos negativos generados por el hombre en contra de la biomasa representada por la fauna y la flora.

1.2. EL SUELO EN EL MARCO POLÍTICO EDUCATIVO:

Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente, es necesario realizar un análisis de la política pública educativa colombiana con el propósito de cuestionar las prácticas pedagógicas sugeridas por los Derechos Básicos de Aprendizaje², los Lineamientos

²MINISTERIO DE EDUCACIÓN, Derechos Básicos de Aprendizaje, Colombia, 2.016

Curriculares del Ministerio de Educación Nacional y los Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales que dan a conocer diferentes consideraciones en torno al suelo a partir de los siguientes esquemas.

Grado: Segundo		
Enunciado	Evidencias de aprendizaje	Ejemplo
Comprende la relación entre las características físicas de plantas y animales con los ambientes en donde viven, teniendo en cuenta sus necesidades básicas (luz, agua, aire, suelo, nutrientes, desplazamiento y protección).	Establece relaciones entre las características de los seres vivos y el ambiente donde habitan	No propone actividad referente al suelo

Tabla 3. Derechos básicos de aprendizaje y el suelo-Elaboración propia

Aquí se puede deducir que la intención es desarrollar un conocimiento fundamentado en la descripción de la fauna y la flora, invisibilizando la funcionalidad y las características físicas del suelo.

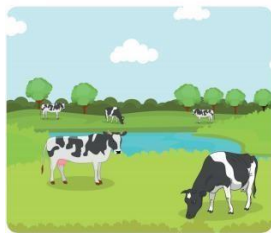
Grado: Tercero		
Enunciado	Evidencias de aprendizaje	Ejemplo
Explica la influencia de los factores abióticos (luz, temperatura, suelo y aire) en el desarrollo de los factores bióticos (fauna y flora) de un ecosistema.	Diferencia los factores bióticos (plantas y animales) de los abióticos (luz, agua, temperatura, suelo y aire) de un ecosistema propio de su región. Interpreta el ecosistema de su región describiendo relaciones entre factores bióticos (plantas y animales) y abióticos (luz, agua, temperatura, suelo y aire). Predice los efectos que ocurren en los organismos al alterarse un factor abiótico en un ecosistema	Reconoce y establece las relaciones correspondientes entre los factores bióticos y abióticos como en la imagen o en el entorno cercano y predice qué puede ocurrir si se altera alguno de ellos. 

Tabla 4. Derechos básicos de aprendizaje y el suelo- Elaboración propia

El enunciado no identifica el suelo como un lugar que sostiene la vida y su participación se involucra en los factores abióticos olvidando la formación de los horizontes de suelo que

dan origen a un determinado color y textura para determinar el tipo de suelo, adicionalmente se detecta una mirada reduccionista al invitar a los estudiantes a generar diferencias entre los componentes del suelo como el agua y no los efectos causados por el hombre en el uso del suelo como la tala de árboles, el vertimiento de basuras o la extracción de minerales que pueden afectar; referente a la imagen se aproxima a realizar estudios sobre las relaciones y afectaciones ecosistémicas entre el suelo y los factores bióticos.

Grado: Cuarto		
Enunciado	Evidencias de aprendizaje	Ejemplo
Comprende que existen distintos tipos de ecosistemas (terrestres y acuáticos) y que sus características físicas (temperatura, humedad, tipos de suelo, altitud) permiten que habiten en ellos diferentes seres vivos.	Explica cómo repercuten las características físicas (temperatura, humedad, tipo de suelo, altitud) de ecosistemas (acuáticos y terrestres) en la supervivencia de los organismos que allí habitan. Diferencia tipos de ecosistemas (terrestres y acuáticos) correspondientes a distintas ubicaciones geográficas, para establecer sus principales características.	Identifica entre varios organismos (pez, serpiente, escorpión, arbusto, vaca, perro), cuál o cuáles puede vivir en un ecosistema con las siguientes condiciones: temperaturas diarias con calentamiento del suelo durante el día y un fuerte enfriamiento durante la noche; poca humedad atmosférica, precipitaciones muy escasas e irregulares entre 750 y 150 mm anuales; un río que solo lleva agua después de las precipitaciones y el resto del tiempo sus cauces permanecen secos. Explica cómo repercuten esas características físicas en la supervivencia de los organismos del ecosistema descrito.

Tabla 5. Deberes básicos de aprendizaje y el suelo- Elaboración propia

En la siguiente estructura del DBA no se analiza la modificación de las condiciones ambientales como la radiación solar, el viento o la precipitación afecta las características físicas del sustrato y posteriormente la vida presente en el suelo; es importante resaltar el estudio que desarrolla referente a la ubicación geográfica del suelo de acuerdo con el color o

la textura, pero no sugiere prácticas experimentales como la porosidad de los diferentes tipos del suelo.

Curso: Séptimo		
Enunciado	Evidencias de aprendizaje	Ejemplo
Comprende la relación entre los ciclos del carbono, el nitrógeno y del agua, explicando su importancia en el mantenimiento de los ecosistemas.	Establece relaciones entre los ciclos del Carbono y Nitrógeno con el mantenimiento de los suelos en un ecosistema. Explica a partir de casos los efectos de la intervención humana (erosión, contaminación, deforestación) en los ciclos biogeoquímicos del suelo (Carbono, Nitrógeno) y del agua y sus consecuencias ambientales y propone posibles acciones para mitigarlas o remediarlas.	[...] La minería a cielo abierto, contamina cuerpos de agua por residuos sólidos y vertimientos domésticos e industriales; en consecuencia, aumenta el contenido de los sedimentos generando inundaciones por la desviación de los cauces de los ríos, transformación del paisaje y la pérdida de cultivos. Un caso particular, ocurrió en Boyacá donde debido a la extracción de carbón a cielo abierto y precisamente en uno de sus páramos, entre diciembre de 2010 y enero de 2011 murieron cerca de 95.000 truchas en la Piscícola de Tasco a causa de la contaminación de las aguas donde se abastecen sus crías. [...]

Tabla 6. Deberes básicos de aprendizaje y el suelo- Elaboración propia.

Desde los planteamiento de la Tabla 6 es posible deducir que la comprensión sobre el suelo está fundamentada desde una organización fragmentada al no reconocer al suelo como un sistema que está consolidado bajo una fase sólida los diferentes tipos de suelo, una fase líquida representada por una diversidad de acuíferos y una fase gaseosa que se manifiesta en los ciclos biogeoquímicos estos componentes han sido afectados por prácticas antrópicas como la tala de árboles que genera desastres naturales como la erosión o desbordamiento de montañas.

Por otra parte, en los Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales están organizados de la siguiente manera:

Componente	Grado	Competencia	Competencia: Desarrollo compromisos personales y sociales
Entorno vivo	Tercero	Identifico y describo la flora, la fauna, el agua y el suelo de mi entorno.	Reconozco la importancia de animales, plantas, agua y suelo de mi entorno y propongo estrategias para cuidarlos.

Tabla 7. Los Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales -Elaboración propia.

No tiene presente un sistema de creencias, tradiciones y patrones de conducta sobre lo que es el suelo para un estudiante de básica primaria impidiéndoles realizar descripciones sobre lo que es suelo desde su contexto, tampoco se detecta las relaciones que mantiene con la fauna y flora para comprender la importancia de cuidarlo.

Componente	Grado	Competencia	Competencia: Desarrollo compromisos personales y sociales
Entorno vivo	Séptimo	Explico la función del suelo como depósito de nutrientes.	Diseño y aplico estrategias para el manejo de basuras en mi colegio

Tabla 8. Los Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales -Elaboración propia

La competencia que debe alcanzar el estudiante es muy generalizada impidiendo identificar las dinámicas que se presentan entre lo vivo y no vivo, la composición interna del suelo y los tipos de suelo a nivel ecosistémico, también se puede detectar que los compromisos personales y sociales se fundamentan en detectar el problema de basuras no desde el colegio sino a nivel nacional.

1.3. DEFINICIÓN DE SUELO DE ACUERDO CON LOS TEXTOS ESCOLARES:

Ahora bien, nos remitiremos a la presentación de algunos textos escolares de los niveles de Básica Primaria y Básica Secundaria, a partir de los cuales se identifica la definición de suelo abordada en estos. En los textos escolares de Básica Primaria por ejemplo Romero (2008) Ciencias Naturales 3° Bogotá: Norma, afirma que :

se llama suelo a la capa de materiales que cubre las rocas y sobre la que viven muchos seres vivos. Para que se forme el suelo, la roca debe romperse en pequeños trozos Esto se logra por la acción de los animales, las raíces de algunas plantas, el viento, el agua y las heladas. Después los pequeños trozos de agua se mezclan con los restos de animales y plantas y van formando el suelo.

La anterior referencia, da importancia al proceso edafológico centrado en la formación del suelo el cual sucede en un tiempo, por tal razón da a conocer la funcionalidad de los diferentes seres vivos que habitan en el suelo como seres vivos y los factores atmosféricos que inician los procesos de meteorización de las rocas para la formación del suelo, al combinarse con materia en descomposición dan origen a una nueva capa terrestre. En otro texto, Aprendo Proyecto 4° (Ramírez,2008), se reconoce el suelo de la siguiente manera “En el suelo se pueden reconocer varias capas de distinto espesor que se llaman horizontes. En un suelo fértil podemos reconocer 3 horizontes: A, B Y C.” Este texto tiene la intención de presentar la composición interna del suelo al estudiante sin establecer comprensiones y apreciaciones de las funciones transformadoras de la mesobiota (artrópodos y anélidos) sobre el suelo.

En el texto Contextos Naturales 7° (Bejarano, 2004). Santillana, se indica que “El suelo es una capa superficial que se forma de manera natural sobre los continentes y alberga, en su interior, materia viva. El suelo está constituido por una fracción mineral procedente de la degradación de la roca, y por una fracción orgánica, originada a partir de los restos vegetales y animales. Las condiciones climáticas, el tipo de rocas y la topografía determinan las características del suelo que se forma. Dado que estos factores varían en gran medida de un

lugar a otro del planeta, los suelos tienen diferentes características fisicoquímicas, como cantidad de nutrientes, disponibilidad de agua o acidez. Como consecuencia, el tipo de suelo determina en gran medida la cubierta vegetal que se desarrolla sobre él”. Se denota una definición amplia de lo que es el suelo como un contenedor de materia viva y no viva, que contiene rocas y materia orgánica en descomposición que interactúa con las condiciones climáticas que dan origen a determinadas características.

De igual forma, la práctica docente está orientada al uso del libro escolar, este debe de abordar el estudio del suelo, a partir de preguntas e iniciativas que traten, por ejemplo, la morfología del suelo, la dinámica e interacción que se presente y las relaciones que emergen en el suelo.

Dicha intención puede generar aprendizajes, comprensiones y saberes en torno a este objeto de estudio, superando la presentación de contenidos que impiden generar un ambiente dispuesto para expresar inquietudes, preguntar y problematizar más allá de lo habitual pueden enriquecer la vivencia en el aula, en particular al abordar el estudio del suelo con los estudiantes de Básica primaria y secundaria. Es cierto, que existe una riqueza en las inquietudes de los niños que al promover el desarrollo de una actitud de búsqueda permanente puede dar respuesta a sus inquietudes, curiosidad, interés, o deseo de saber sobre lo que acontece en su entorno físico y natural, por ejemplo, sobre lo relacionado con el suelo.

Además, el docente en general y en particular de ciencias naturales, debe generar un ambiente propicio en el aula que se reconozca el suelo como un sistema que permite el surgimiento la vida a partir de las condiciones ambientales, factores abióticos y las dinámicas relacionales entre el suelo y lo vivo.

1.4. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

Las reflexiones anteriores nos permiten profundizar acerca de la importancia del análisis del suelo como un objeto de estudio en la educación básica tanto en contextos rurales y urbanos, como se evidenció en la sección anterior del contexto problemático para enseñar el suelo en el aula es un reto que afronta el docente de ciencias asociado a tensiones como la política pública, los libros de texto y las prácticas frecuentemente influida por la institución.

El suelo continúa siendo abordado desde las políticas públicas como recurso natural, depósito de nutrientes, factor abiótico propio de los ecosistemas evitando desde el aula generar discusiones sobre las funciones de este.

A partir de lo anterior, el suelo es enseñado desde una mirada reduccionista y fragmentada, desconociéndose como un conjunto de propiedades macro morfológicas, físicas y químicas, se tiende a desconocer las relaciones que establece este con lo vivo y sus procesos de formación a partir de la meteorización, así mismo, no se discute en torno a las implicaciones éticas y políticas de los usos del suelo y sus posibles afectaciones.

Con base en la experiencia como docente de ciencias naturales, las reflexiones en torno a las prácticas y de otros con relación al suelo y su enseñanza en la educación básica, surgen preguntas tales como: ¿Por qué en el estudio del suelo no se fomentan reflexiones sobre el cuidado y la protección del suelo desde la cotidianidad del estudiante? o ¿Por qué el sistema educativo aborda el estudio del suelo desde una posición fragmentada y no compleja? para comprender el suelo como una condición ecosistémica ¿Por qué en algunas prácticas se asigna un papel central a la información ignorando aspectos relacionados con una postura crítica frente al suelo y su concepción como recurso explotable? ¿Por qué dentro de las acciones de incorporación del suelo como objeto de estudio en la educación básica se deja de lado el papel de la experiencia y el experimento? Por tal razón en este trabajo se plantea como problema la siguiente afirmación:

**El estudio del suelo en la Educación Básica Primaria aporta a la comprensión de este
como una condición en los ecosistemas**

1.5. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Documentar aspectos de orden disciplinar y pedagógico que aportan en la comprensión del suelo y su configuración como un objeto de estudio en la Educación Básica Primaria.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar el suelo como una condición de los ecosistemas a partir de elementos de orden histórico, técnico y disciplinar.
- Diseñar y desarrollar un material educativo para la incorporación del suelo como objeto de estudio en la Educación Básica Primaria.
- Definir criterios para la enseñanza del suelo como condición en los ecosistemas con estudiantes de Básica Primaria.

1.6. JUSTIFICACIÓN

El suelo es concebido como parte de las ciencias en la Educación Básica Primaria y los Derechos Básicos de Aprendizaje y los Estándares Básicos de Competencia en Ciencias Naturales como una necesidad básica como un factor abiótico y una característica física propia del ecosistema, desconociendo el ámbito ético y político que hacen parte de su dinámica. Se puede enunciar también que el programa de Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales señala la importancia de involucrar en los procesos de enseñanza-aprendizaje el aspecto ético-político descrito por el programa para fortalecer procesos reflexivos sobre el cuidado y preservación del suelo.³ “El ético-político, que examina el sentido de la escuela y la enseñanza de las Ciencias en la actualidad”.

Por otro lado, se distinguen las reflexiones y aportes de la comunidad académica sobre el suelo como problema de conocimiento, uno de los trabajos titulados “El suelo y su fertilidad: Una visión desde la enseñanza para la comprensión en una huerta escolar” Reyes (2014) tiene en cuenta la producción de residuos orgánicos en la I.E.D. Juan Rey ha generado la acumulación de estos por falta de un tratamiento en una huerta escolar, además valoran este espacio como un encuentro dirigido a estudiantes de grado undécimo con el propósito de generar una estrategia de enseñanza aprendizaje de las Ciencias en especial de la química a través del estudio del suelo y la fertilidad por medio de un modelo de enseñanza para la comprensión.

También, Chaparro (2016), realiza la investigación “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”, el autor considera que la frecuente desmotivación hacia el estudio de las ciencias en general y de la química en particular por parte de los estudiantes, en diferentes casos, está dada por la dificultad de asimilar los

³ UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL, Programa: Maestría en docencia de las ciencias naturales, Colombia

conceptos que se abordan en estas disciplinas; esto implica a la vez que algunos estudiantes no les sea posible relacionar coherentemente lo que han aprendido en el aula de manera interdisciplinar con los fenómenos de su entorno y de su diario vivir. Propuso hacer un estudio del suelo de la huerta escolar del colegio Calasanz femenino de Bogotá sede el CAN, para motivar a los estudiantes a estudiar ciencias. Emplea algunas herramientas como fichas con imágenes, prácticas de laboratorio y material de trabajo entre otras. Las técnicas para recopilar información fueron cuestionarios de pregunta abierta y cerrada, individual y grupal.

La investigación “Aportación de las experiencias a la construcción de modelos: el suelo como sistema” de Begoña (2016), en este trabajo se presenta una propuesta basada en la indagación, en relación con la construcción del modelo de suelo, desarrollan una actividad experimental sobre tres montajes de suelo, se presentaban diferentes características morfológicas, abordaron la erosión del suelo, la acción de las lombrices sobre el suelo y la retención de sustancias por el suelo.

Por su parte en la “Construcción de explicaciones en clase de ciencias: la experiencia en el humedal del burro”, Niño y Pedraza (2015), se preocupan por la implementación de una estrategia didáctica sobre el fortalecimiento de la construcción de explicaciones sobre el suelo debido que la educación presenta el conocimiento abstracto, inalcanzable y métodos complicados solo entendibles para los expertos a estudiantes de grado octavo, por tal razón esta investigación recomienda reconocer los intereses, preguntas y resolución de problemas a partir del trabajo en grupos.

Por otra parte, Alaminos (2010), quién realiza la investigación titulada “Guía pedagógica enfocada a la utilización y conservación de los recursos del suelo, para alumnos de sexto grado del nivel primario, de la escuela oficial rural mixta, aldea Panacal, del municipio de Rabinal, Departamento de Baja Verapaz.” La docente fundamenta su propuesta en un alto

nivel de responsabilidad, afianza con una moral hacia la comunidad, la tierra y los animales, para ello propone la “Implementación de guías enfocadas a la utilización y conservación de los recursos del suelo” (Alaminos, 2010) Explica que la formación práctica y participativa se fundamenta en la adecuada conservación de los recursos del suelo, el cual se debe iniciar con estudiantes de grado sexto, para ello elaboró como propuesta pedagógica el diseño de unas guías pedagógicas con sentido ambiental dirigidas a los aprendices, sobre la conservación del suelo.

Por lo tanto, la autora tiene en cuenta en su investigación “El derecho a un medio ambiente seguro y saludable” (Alaminos, 2010), expresa que desafortunadamente no ha sido reconocido ante ninguna entidad internacional de manera implícita o directa este preciado derecho, así que propone la implementación de normativas conductuales en el proceso formativo de hábitos dentro de un ambiente escolar. Por otra parte, considera el suelo como patrimonio cultural al referenciar una de las solicitudes del Estado, esto es, el Artículo 64 de la Carta Política de Guatemala, el cual prescribe:

Patrimonio Natural, Se declara de interés nacional la conservación, protección y mejoramiento del patrimonio natural de la nación. El Estado fomentará la creación de parques nacionales, reservas y refugios naturales, los cuales son inalienables. Una ley garantizará su protección y la de la fauna y la flora que en ellos exista”. (Alaminos, 2010; pág. 30).

Como patrimonio de todas y todos se debe afrontar desórdenes generados por el hombre, como el uso de agroquímicos que provocan un desequilibrio en la naturaleza al poner en riesgo la salud y la vida de los seres humanos, también de especies animales y vegetales. Atendiendo a ello, la autora propicia la activación de valores con una fuerte influencia crítica a través de las guías didácticas, dando a entender que es responsabilidad de cada individuo la protección de los espacios naturales al presentar diferentes talleres, imágenes representativas sobre el impacto ambiental propiciado por el hombre al arrojar basura sobre afluentes o el suelo, impidiendo el crecimiento de plantas que permiten la obtención de aire limpio, retener

agua y sustentar nutritivamente a los herbívoros.

Otra investigación es la de González (2015), quien realizó el trabajo relacionado con la “Propuesta didáctica fundamentada para la enseñanza de suelo en Educación Secundaria mediante la indagación y trabajos prácticos”, propone la realización de trabajos prácticos en el aula o el laboratorio, permitiéndole al estudiante ser un receptor activo del conocimiento al construir hipótesis, recopilar información y al discutir resultados con los demás.

Se destaca también el trabajo titulado “El suelo como herramienta didáctica”, realizada por Badía (2008), quien presenta una alternativa para ampliar conceptos que pasa por alto el currículo de primaria o secundaria. Resalta los conocimientos consagrados en las Ciencias de la Tierra, Ciencias de la Vida, Ciencias Agrarias, Ciencias Tecnológicas, entre otros, propone usar el suelo como recurso didáctico en dichos ámbitos de la educación, también invita hacer uso de prácticas con las que se puede evidenciar las funciones y propiedades del suelo, (Badia,2008). Hace énfasis al desarrollo de prácticas que motivan al estudiante a reconocer las características del suelo como, por ejemplo, sus horizontes y sus diferentes profundidades que está compuesto por una variedad de propiedades.

Otro trabajo realizado es de Jiménez (2015), titulado “Vivir en el suelo”, es una propuesta dirigida a estudiantes de grado quinto y sexto grado, en la que se vincula al alumno a conocer las problemáticas ambientales a través de un cómic y a identificar los efectos negativos promovidos por el hombre hacia la biomasa, indicando que “El suelo es un recurso natural base de la vida sobre la tierra: Es necesario para la existencia de las plantas, de los animales y de los seres humanos” (Jiménez, 2015).

Es por eso, que plantea el investigador que el hombre no reconoce la sobre explotación de los suelos como un desgaste continuo y acelerado porque sus intereses económicos no le permiten entender a través de un estudio de suelos que este se forma cada doscientos años por centímetro. Para comprender estos fenómenos negativos este trabajo pretende que después de realizar la lectura del cómic, se promueva la ejecución de actividades como repartir los

personajes entre los miembros del grupo para el desarrollo de una obra de teatro, la realización de dibujos sobre un antes y después de un incendio.

De acuerdo, con lo anterior se debe revisar la metodología sobre la enseñanza del suelo en el aula, porque se ha identificado la importancia de invitar a los estudiantes a interactuar con diferentes suelos a través de actividades sensoriales que posibilitan el análisis de las propiedades del suelo, este proceso permitirá conocer las creencias, saberes, vivencias también valoraciones de estudiantes pertenecientes a escuela rural o urbana.

1.7. PROCEDER METODOLÓGICO

La Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales de la Universidad Pedagógica Nacional en sus propósitos de formación, se enfoca en que los maestros puedan “desarrollar su trabajo docente y dispongan de elementos reflexivos para abordar una perspectiva interdisciplinaria que responda a las exigencias planteadas por la educación básica y los programas de investigación educativa” *Principios y propósitos de formación*, Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales (Universidad Pedagógica Nacional, 2006). En este marco, el presente trabajo de profundización se articula con dichos propósitos, puesto que, al abordar desde perspectivas disciplinares y pedagógicas la comprensión del suelo y su configuración como objeto de estudio para estudiantes de grado quinto de educación básica primaria, se enfrenta no solo a tener una comprensión del suelo como sistema, sino a su enseñanza dentro de las aulas de clases desde los lineamientos curriculares propuesto por el gobierno.

Desde los sentidos orientadores del programa de maestría hacia la construcción de la propuesta

En este apartado se presentan aspectos relacionados al suelo que dieron origen a su estudio en este trabajo de grado, los cuales emergen de la experiencia enfocada en la acción pedagógica de la maestra de las reflexiones y discusiones presentadas en las actividades académicas de la Maestría en Docencia de las Ciencias del Departamento de Física de la Universidad Pedagógica Nacional, del interés por problematizar y profundizar en el estudio del suelo en la clase de Ciencias Naturales y posteriormente proponer un material didáctico para orientar su estudio en el aula para estudiantes de grado quinto a través de la constitución de una cartilla.

El estudio del suelo inició a partir del seminario de biología dirigido por el profesor Steiner Valencia, quien nos invitó a construir un modelo experimental basado en el análisis del funcionamiento y las propiedades de los sistemas vivos en un terrario, dicho experimento permitió comprender el suelo como un sistema constituido de interacciones entre el agua, la luz solar, el aire y la planta las cuales hacen posible la circulación de los nutrientes; en efecto “El análisis del funcionamiento y las propiedades de los sistemas vivos descansará a partir de entonces en esta interacción” (Valencia, 2008, p. 93)

Desde el proceder disciplinar y pedagógico hacia el diálogo con autores

Desde las políticas educativas el suelo puede comprenderse como contenedor de nutrientes, superficie o factor abiótico de un ecosistema, o, siguiendo a Capra (1998), como un sistema configurado por unas propiedades esenciales que se relacionan para mantener una dinámica activa: “«sistema» ha venido a definir un todo integrado cuyas propiedades esenciales surgen de las relaciones entre sus partes, y «pensamiento sistemático» la comprensión de un fenómeno en el contexto de un todo superior” (Capra, 1998, p. 24).

Sin embargo, el suelo como sistema, en el ámbito de la educación básica primaria, no es una propuesta pedagógica que se inserta en el aula al momento de abordar el suelo como objeto de estudio por tal razón se continúa presentando como algo lejano y no cercano para el estudiante.

Ahora bien, los Lineamientos curriculares de Ciencias Naturales y algunos textos escolares presentan el suelo desde una mirada reduccionista y fragmentada, impidiéndole al estudiante de grado quinto de básica primaria comprender el suelo como un sistema integrado por propiedades biológicas, físicas y químicas que participan en la formación de los diferentes estratos del suelo.

Ante esta dificultad mencionada, el presente trabajo de maestría señala la importancia de incluir la observación como un acto complejo en la enseñanza de las Ciencias Naturales para estudiantes de grado quinto de básica primaria permitiendo así que los alumnos puedan seleccionar las propiedades esenciales del suelo de su mayor interés (Capra, 1998) para comprenderlo con mayor profundidad su dinámica. De esta forma, se potencia la interpretación por parte de los estudiantes, en este respecto Hanson (2006) afirma que

Algunos filósofos tienen una fórmula dispuesta para estas ocasiones: "Naturalmente, ellos ven la misma cosa. Hacen la misma observación, puesto que parten de los mismos datos visuales. Pero lo que ven lo interpretan de una forma diferente. Interpretan los datos de forma diferente." La cuestión es, entonces, mostrar cómo estos datos son moldeados por diferentes teorías o interpretaciones o construcciones intelectuales (p. 2).

En este sentido, es importante mencionar a continuación determinadas características de la observación como un acto complejo que proporciona un acercamiento al estudio del suelo y su dinámica. En primer lugar, está la *información sensorial*, la cual se refiere a la participación de los órganos de los sentidos y su relación con las redes neuronales que permite la construcción de pensamientos científicos, pues "la ciencia física no es solamente una sistemática exposición de los sentidos al mundo; también es una manera de pensar acerca del mundo, una manera de formar concepciones" (Hanson, 2006, p. 25).

En segundo lugar, hay que señalar que la observación *renueva o modifica los saberes* sobre el suelo. En efecto, una observación organizada permite confrontar los diferentes registros obtenidos con rigurosidad, a través de interpretaciones que se consideren relevantes. De acuerdo con (Hanson, 2006, p. 2). "la cuestión es, entonces, mostrar cómo estos datos son moldeados por diferentes teorías o interpretaciones o construcciones intelectuales".

Como tercera característica de la observación está *el campo visual*. Desde este aspecto el estudiante como investigador y encargado de seleccionar las propiedades esenciales del objeto de estudio (Capra, 1998) percibe el suelo como un sistema constituido por partes que

se interconectan para recrear su propia organización proyectada en nuevos conocimientos, teorías y experiencias. Siguiendo a Hanson (2006 2006, p. 16). “los elementos de sus experiencias son idénticos; pero su organización intelectual es muy diferente. ¿Pueden tener sus campos visuales una organización diferente? Entonces, ellos [los estudiantes] pueden ver cosas diferentes en el Este al amanecer”

Por último, encontramos la característica de la *conciencia visual*, en la cual los procesos de pensamiento científico pueden representarse a partir de imágenes o palabras como una manera de darle significado a lo aprendido. Como lo afirma (Hanson, 2006, p. 22).

“Nuestra conciencia visual es dominada por imágenes; el conocimiento científico, sin embargo, es primordialmente lingüístico”

Continuando con la presentación de los aspectos relacionados con el suelo, hay que decir que este está compuesto por partículas provenientes de la fragmentación de las rocas, de la arena, el limo y la arcilla que al mezclarse originan su textura, y que al combinarse con la materia orgánica forman el horizonte A y C (capas del suelo). Así mismo, se puede considerar el suelo como un sistema representado por unidades denominadas propiedades esenciales (Capra, 1998), elementos (Morin, 1994) o categorías básicas (Bertalanffy, 1998) que se interconectan de acuerdo con su funcionalidad dentro de un tiempo o espacio determinados; si una de estas unidades se desvincula de esta asociación puede afectar el suelo como sistema, puesto que estas tienen propiedades físicas, químicas y biológicas que se relacionan para formar los diferentes estratos del mismo. En este orden de ideas, las unidades que componen el suelo, en su conjunto, están dotadas de nutrientes que representan el primer eslabón de las pirámides tróficas, las plantas.

Ampliando un poco tales comprensiones, Morin (1994) considera el sistema como la combinación de diferentes elementos que pueden ser representados por el carbono, el oxígeno,

el nitrógeno y el fósforo, los cuales circulan repetidas veces entre la fauna, la flora, el suelo y el medio ambiente, brindando un beneficio nutricional a los componentes biológicos (el fósforo presente en las plantas, por ejemplo, ayuda a formar las raíces y madurar los frutos de estas), como lo indica Morin (1994), “Un sistema cerrado, como una piedra, una mesa, está en estado de equilibrio, es decir que los intercambios de materia y energía con el exterior son nulos” (p. 23).

Para el mismo Morin (1994), el suelo también puede ser entendido como sistema abierto porque este comprende sistemas vivos que permiten la circulación de la materia y la energía dentro de los diferentes eslabones de las pirámides tróficas que está representada por diferentes actores, tales como plantas, herbívoros y demás consumidores; esa energía es demandada y gastada por los diferentes componentes biológicos en procesos como la reproducción, la respiración o el movimiento, en palabras de Morin, (1994) “los sistemas vivientes, como sistemas cuya existencia y estructura dependen de una alimentación exterior y, en el caso de los sistemas vivientes, no solamente material-energética, sino también organizacional-informacional” (p. 23).

De otra parte, para Bertalanffy (1998) el suelo como sistema está compuesto por categorías básicas que interactúan para generar totalidades cargadas de diferentes variables dispuestas al cambio, tales como las condiciones atmosféricas, los organismos y el tiempo; estas actúan desintegrando el material parental, formando así fragmentos muy finos como arena, limo y arcilla. Como resultado, este conjunto transforma la estructura del suelo con el tiempo, permitiendo aumentar la cantidad de plantas y animales que en él habitan, de acuerdo con:

En comparación con el proceder analítico de la ciencia clásica, con resolución en elementos, componentes y causalidad lineal o unidireccional como categoría básica, la investigación de totalidades organizadas de muchas variables requiere de nuevas categorías de interacción, transacción, organización, teleología, etc.; con lo cual surgen muchos problemas para la epistemología y los modelos y técnicas matemáticos. (Bertalanffy, 1998, p. 18)

Estas categorías básicas de Bertalanffy (1998) referencian la historicidad del suelo, el cual se origina a partir del movimiento azaroso de estas y que se asocian para formar redes ordenadas dando origen al suelo, pero si alguna de las categorías básicas o partículas se desarticulan de la red de interacciones puede afectar el comportamiento que ha gobernado el suelo por mucho tiempo, como se indicó anteriormente. A este respecto, Bertalanffy (1998) piensa que

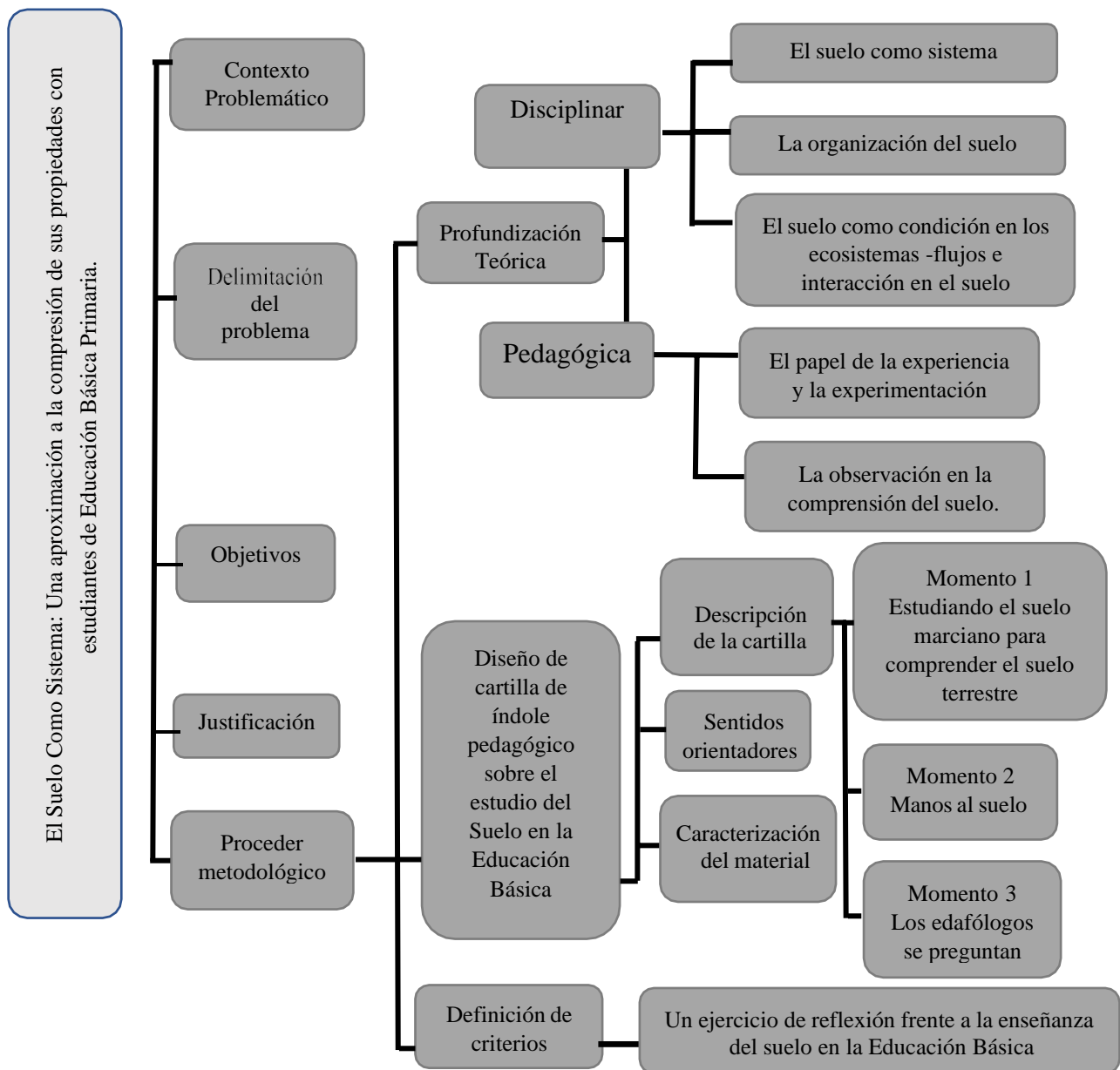
Esta concepción mecanicista quedó firmemente establecida con la demostración de que el universo se basaba en la operación de partículas anónimas que se movían al azar, de modo desordenado, generando, con su multiplicidad, orden y regularidad de naturaleza estadística, como en la física clásica y las leyes de los gases (p. 24).

Ahora bien, considerando la experiencia pedagógica de la maestra y su interés por ahondar en el tema del suelo en la clase de Ciencias Naturales con sus estudiantes, puede presentarse el estudio del suelo como una propuesta de aula a través de una cartilla pedagógica que se oriente hacia la comprensión de sus cualidades superficiales y profundas, a partir de algunos interrogantes que permitan caracterizarlo, por ejemplo, ¿Qué es el suelo?, ¿Cuál es la importancia del suelo en la naturaleza? y experimentos que requiere el uso de materiales de medición con el propósito de identificar las propiedades del suelo a partir de descripciones, comparaciones, comentarios, seguimientos, dibujos y preguntas.

Finalmente, se puede deducir que la Universidad Pedagógica Nacional nos brinda los elementos para mirar desde una perspectiva interdisciplinaria, las necesidades pedagógicas que hoy nos presenta la educación básica, al momento de abordar el suelo como sistema integrado por propiedades esenciales (Capra, 1998), elementos (Morin, 1994) o categorías básicas (Bertalanffy, 1998) como: las propiedades físicas, químicas y biológicas que se interrelacionan para dar formación como por ejemplo los horizontes, la textura, la estructura o la porosidad del suelo o en otros casos permite a los elementos esenciales de la vida circular dentro de un sistema cerrado para permitir la consolidación de nutrientes.

También, es importante resaltar la importancia de la observación al momento de estudiar el suelo como objeto de estudio al involucrar herramientas como *La información sensorial*, la cual se refiere a la participación de los órganos de los sentidos, *La observación renueva o modifica los saberes* permite confrontar los diferentes registros obtenidos a través de diferentes interpretaciones, en el *campo visual*, seleccionar las propiedades esenciales del objeto de estudio, estas se relacionan para formar un sistema que brinda nuevos conocimientos, teorías y experiencias por último la *conciencia visual*, las construcciones científicas se pueden representar en imágenes o palabras.

Por último, el siguiente esquema representa un panorama general sobre el trabajo de grado y que pretende orientar sobre los elementos relevantes que los constituyen.



Esquema 1. Elementos para el establecimiento de la profundización

2. PROFUNDIZACIÓN TEÓRICA: EL SUELO COMO SISTEMA

En el presente capítulo se desarrollan los argumentos que nos permiten afirmar que el suelo puede ser considerado como un sistema en el que interactúan ciertos componentes, constituyendo una red de relaciones dinámicas que se encuentra en continuo cambio. En este sentido, vale la pena retomar la idea de Capra (1998): «sistema» ha venido a definir un todo integrado cuyas propiedades esenciales surgen de las relaciones entre sus partes, y «pensamiento sistemático» la comprensión de un fenómeno en el contexto de un todo superior (p. 24).

Para el desarrollo de esta profundización teórica, se abordará la discusión acerca de cuatro aspectos: el primero, *el suelo como sistema*; el segundo la *organización*, como un referente que nos permita aproximarnos a la comprensión de la red de interacciones presentes en el suelo; el tercero, los *flujos de materia y energía*, como una de las relaciones entre los elementos del sistema; y, finalmente, el cuarto aspecto, el *cambio del suelo en el tiempo*, que se constituye en un referente para su estudio.

2.1. EL SUELO COMO SISTEMA

En el estudio del suelo como sistema existen diferentes denominaciones para sus componentes, es así como Capra (1998) llama a los elementos constitutivos del sistema como las propiedades esenciales; Morin (1994) les asigna el nombre de elementos y Bertalanffy (1998) el de categorías básicas.

Según, Capra (1998) las propiedades esenciales de un sistema son aquellas que se originan por la asociación de partes interconectadas dentro de un tiempo o espacio determinado, esta organización puede ser afectada cuando sus componentes son aislados, tal como lo señala

Capra (1998):

Las ideas propuestas por los biólogos organicistas durante la primera mitad del siglo contribuyeron al nacimiento de una nueva manera de pensar –«pensamiento sistemático»– en términos de conectividad, relaciones y contexto. Según la visión sistémica, las propiedades esenciales de un organismo o sistema viviente son propiedades del todo que ninguna de las partes posee. Emergen de las interacciones y relaciones entre las partes. Estas propiedades son destruidas cuando el sistema es diseccionado, ya sea física o teóricamente, en elementos aislados (p. 25).

Teniendo en cuenta lo afirmado anteriormente por Capra, y para el caso particular del suelo, dichas propiedades esenciales en el presente trabajo hacen referencia a las propiedades físicas, químicas y biológicas que se relacionan para formar los diferentes estratos del suelo dotados de nutrientes y agua para el desarrollo de plantas y animales.

Otro ejemplo que podemos mencionar está relacionado con la función de las propiedades físicas del suelo, las cuales sirven de base para estudiar la formación de su textura, esta última está representada por la distribución de las partículas provenientes de la fragmentación de las rocas, que pueden ser la arena (2 - 0.02 mm), el limo (0.02 - 0.002 mm) y la arcilla (0.002 mm) que al mezclarse con materia orgánica en descomposición forman el horizonte A y C del suelo caracterizado por un color y una textura determinada.

De otra parte, en lo que respecta a la teoría de sistemas, Morin (1994) el suelo como sistema es considerado como la interacción entre diferentes elementos, de esta manera se comprende que la célula hasta la galaxia está organizada bajo sistemas, de acuerdo con (Morin, 1994, pág. 22)

En principio, el campo de la Teoría de Sistemas es mucho más amplio, casi universal, porque en un sentido toda realidad conocida, desde el átomo hasta la galaxia, pasando por la molécula, la célula, el organismo y la sociedad, puede ser concebida como sistema, es decir, como asociación combinatoria de elementos diferentes (p. 22).

Podemos afirmar, entonces, bajo la anterior premisa, que el suelo también es un sistema y está organizado por diferentes elementos como el carbono, el oxígeno, el nitrógeno y el fósforo, y estos circulan repetidas veces entre las especies y el medio ambiente, como lo afirman Miller & Levine (2010) “La materia se transforma a medida que se mueve por estosciclos. Nunca se crea ni se destruye, solo cambia” (p. 79).

Por ejemplo, la integración de los elementos de carbono, oxígeno y calcio forman exoesqueletos de algunos animales, como conchas; también el nitrógeno al asociarse con otros elementos forma el amoníaco (NH_3), iones de nitrato (NO_3^-) o iones de nitrito (NO_2^-), presentes en el suelo en los desperdicios generados por diferentes organismos y materia orgánica en descomposición que posteriormente harán parte de los productores a través de las raíces. Esta asociación combinatoria de los elementos y las plantas en el suelo puede concebirse como sistema.

Iniciaremos, afirmando que esos elementos son fundamentales para el crecimiento y formación de la planta estos son extraídos a través de las raíces dentro de un sistema conocido como el suelo tal como lo menciona Álvarez (2011) “Las plantas a través de los pelos radiculares (son prolongaciones epidérmicas, tienen vida efímera de 1 a 3 días) absorben los nutrientes disponibles del suelo” (Álvarez, 2011, p. 79).

Estos elementos del suelo como sistema se conocen como macronutrientes y micronutrientes que nutren a las plantas a través del agua; la falta de uno de estos puede afectar el crecimiento y desarrollo de las plantas o, en casos extremos, llevarlas a la muerte:

No obstante, se debe siempre recordar que a pesar de que los micronutrientes están presentes en bajas concentraciones tienen la misma importancia que los macronutrientes en el crecimiento de los cultivos, a la falta de uno de estos micronutrientes por más reducido que se sea pueden afectar el desarrollo de las plantas (ley del mínimo)” (Álvarez, 2011, p. 79).

Como ejemplo de lo anterior, se pueden mencionar la importancia que tienen algunos macronutrientes como el nitrógeno, el fósforo y el potasio. En efecto, el nitrógeno se encarga del crecimiento de las hojas permitiéndole realizar productivamente un proceso denominado fotosíntesis, mejorando las condiciones de fertilidad del suelo; el fósforo ayuda a la formación de las raíces y maduración de los frutos; el potasio permite regular el contenido de agua en la planta y la formación de carbohidratos como almidones en los cereales, caña de azúcar, plátanos o tubérculos.

Otros elementos que constituyen al suelo como sistema son: el calcio, el cual genera el crecimiento de la raíz y el tallo; el magnesio, que permite la formación de aceites en las plantas y el color verde a las hojas; y el boro, que participa en el desarrollo de las yemas que se encargaran del crecimiento de los tallos.

Por otro lado, Bertalanffy (1998) propone el nombre de categorías básicas como fundamentales para los componentes del suelo, que lo configuran como sistema. Estas categorías básicas, al interactuar, generan totalidades cargadas de diferentes variables en constante cambio y es el observador el encargado de seleccionar la variable para estudiar el suelo, tal como se expresa a continuación:

En comparación con el proceder analítico de la ciencia clásica, con resolución en elementos, componentes y causalidad lineal o unidireccional como categoría básica, la investigación de totalidades organizadas de muchas variables requiere de nuevas categorías de interacción, transacción, organización, teleología, etc.; con lo cual surgen muchos problemas para la epistemología y los modelos y técnicas matemáticos (Bertalanffy, 1998, p. 18).

El argumento anteriormente expuesto indica que el suelo como sistema está constituido por diferentes categorías básicas las cuales pueden estar en continuo cambio dependiendo del estado de las variables o las condiciones atmosféricas presentes en la naturaleza.

De acuerdo con lo anterior, las variables que están sujetas al continuo cambio son el clima, los organismos y el tiempo que se asocian para desintegrar el material parental dando origen a fragmentos muy finos como arena, limo y arcilla. Este conjunto se transforma en la estructura del suelo y con el tiempo determina las categorías básicas como la cantidad de plantas y animales en el área.

Ahora bien, una de las variables más importantes es el clima, el cual está determinado por categorías básicas como la temperatura, las precipitaciones, el viento y la humedad, que participan en la fragmentación de la roca. Los climas húmedos y cálidos, por ejemplo, permiten un proceso de degradación continuo y rápido, en comparación con climas fríos y secos, no son favorables para la fragmentación de la roca:

Si estamos en un relieve normal de clima cálido y húmedo, con material originario permeable y alterable, la meteorización y la evolución del perfil serán mucho más rápidas que en un sitio con pendiente, en un clima frío y seco y con materiales resistentes a la alteración Zansamo (2019, p. 9).

En ese sentido, se puede afirmar que el clima tropical, como variable –en contraposición a un clima árido, en donde existe poca vegetación y fauna a causa de la escasez de agua–, determina el desarrollo de gran cantidad de plantas y animales, para, posteriormente, dar paso a la formación de materia orgánica que se descompone con rapidez, convirtiéndose en nutrientes disponibles para las plantas.

Con lo anteriormente expuesto, se puede decir que en la comprensión del suelo como sistema la organización se constituye como un criterio que nos permite analizar la red de relaciones existente entre los elementos, tal como lo plantea Morin, (1994):

¿Qué es la complejidad? A primera vista, es un fenómeno cuantitativo, una cantidad extrema de interacciones e interferencias entre un número muy grande de unidades. De hecho, todo sistema auto-organizador (viviente), hasta el más simple, combina un número muy grande de unidades, del orden del billón, ya sean moléculas en una célula, células en un organismo (más de diez billones de células en el cerebro humano, más de treinta billones en el organismo) (p. 22).

En efecto, el suelo como sistema está organizado por una red de interacciones entre un número grande de elementos, estas no deben ser estudiadas desde su individualidad porque

desencadena eventos repetitivos, sino desde contextos complejos que revelen nuevos eventos desconocidos hasta el momento por la ciencia, como lo indica Morin (1994) “Mataremos de ir no de lo simple a lo complejo, sino de la complejidad hacia una más complejidad” (p. 35).

La organización del suelo como sistema se puede detectar en las funciones que cumplen los organismos que allí habitan, por ejemplo, los productores aprovechan la luz solar para asimilar el carbono; los descomponedores se alimentan de residuos de animales o vegetales reduciendo el tamaño hasta partículas más elementales, las cuales vuelven a estar disponibles para las plantas; los consumidores adquieren los nutrientes del suelo a partir de los productores.

No obstante, la comprensión del suelo como sistema, en sus múltiples interacciones complejas, el perfil del suelo también puede ser comprendido por capas de diferentes colores que se conocen como horizontes. Estos se denominan A, B y C, dependiendo de sus componentes. El horizonte A contiene materia orgánica y humus; el B lo constituyen materiales del anterior horizonte que son transportados por el agua; por su parte el horizonte C está formado por la roca madre; y, por último, la roca madre, que da origen al suelo y sobre la cual se estructuran las anteriores capas. Dentro del perfil del suelo, desde luego, se presentan redes de interacción –la actividad biológica del suelo, la materia orgánica en descomposición– y otras variables –como las condiciones climáticas– que determinan su color, pH y textura.

En síntesis, aun cuando el suelo pueda ser estudiado desde sus horizontes, allí también entran en juego las diversas interacciones complejas. Así, si se selecciona una red de interacciones, entonces, las asociaciones que se van a desprender compartirán algo en común (materia y energía) en diferentes direcciones, permitiendo así observar un panorama más amplio; por ejemplo, las redes alimenticias en donde varias especies comen de una clase de alimento iniciando por los productores primarios, las plantas dotadas de una alta concentración de

minerales, si estas no son aprovechadas por los herbívoros, actúan los detritívoros como la lombriz de tierra que libera los nutrientes nuevamente al suelo para ser usados por las complejas redes.

Este intercambio de materia y energía en el suelo como sistema posibilita que se le conciba como sistema abierto. La materia puede ser identificada a partir de la cantidad de especies presentes en cada nivel trófico, como lo indica Bertalanffy (1998), y depende fundamentalmente del clima que determina no solamente el tipo de vegetación y especies animales, sino también el color, la textura y la estructura del suelo; así, “una pirámide de biomasa ilustra la cantidad relativa de materia orgánica viva disponible en cada nivel trófico en un ecosistema” (Miller & Levine, 2010, p. 78). Miremos un poco en detalle tales comprensiones.

Sin embargo, el suelo también puede ser interpretado como un sistema abierto ya que está representado por sistemas vivos en donde la materia y la energía fluye de manera externa – así como sucede en las pirámides ecológicas–: “Los sistemas vivientes, como sistemas cuya existencia y estructura dependen de una alimentación exterior y, en el caso de los sistemas vivientes, no solamente material-energética, sino también organizacional-informacional” (Morin, 1994, p. 23).

Teniendo en cuenta lo anteriormente descrito por Morin (1994), el suelo puede presentar un sistema abierto en donde la materia y la energía está contenida en las pirámides ecológicas, principalmente, en cada nivel trófico; una parte de esta energía es gastada por los organismos en procesos como la respiración, la reproducción, el movimiento o el crecimiento, y el resto de la energía es transferida desde las plantas hacia los herbívoros y demás consumidores. En este sentido es que “las pirámides de energía muestran la cantidad relativa de energía disponible en cada nivel trófico de cada red alimentaria” (Miller & Levine, 2010, p. 77)

El sistema abierto elementos como la flora y la fauna intercambian un flujo de energía y materia en diferentes direcciones dentro de una red de interacciones, las cuales se establecen por una parte de acuerdo con la disposición de nutrientes presentes en el suelo. En lo que respecta al a los elementos como el carbono, el nitrógeno y el fósforo que pasan únicamente entre organismos o partes de la biosfera (atmósfera, litósfera e hidrósfera) a partir de circuitos cerrados denominados ciclos biogeoquímicos: “Los elementos pasan de un organismo a otro y entre partes de la biosfera a través de circuitos cerrados llamados ciclos biogeoquímicos” Miller & Levine (2010, p. 78).

Por último, es importante tener presente que los suelos presentaron un comienzo y un proceso de formación (en algunos casos, los degradó al no contar con ningún contenido nutritivo).

Dichos procesos se deben a las alteraciones de las condiciones climáticas a las que ha estado expuesto el suelo durante un determinado tiempo, pues este “determina el efecto que puede causar un fenómeno dado sobre el suelo, por ejemplo: la influencia de la lluvia es menor si el suelo está sometido a este por dos años que si lo está por dos mil años” Instituto Geográfico Agustín Codazzi (2008, p. 104)

La historia del suelo inicia con un suelo joven, que tiene aproximadamente cien años en donde se aprecia características de la roca madre; el siguiente es el suelo maduro, que acumula cierta cantidad de minerales que lo hace fértil; después aparece el suelo viejo, el cual tiene una formación de cien mil años, aproximadamente, y presenta pérdida de elementos por factores climáticos como la lluvia, la humedad o la temperatura; por último, está el suelo senil, que tiene un millón de años de existencia, y en el cual se evidencia una marcada pérdida de nutrientes.

Por esta razón la observación resulta fundamental al momento del estudio del suelo, pues, como lo afirma Bertalanffy (1998), porque cambia el tiempo dentro de un contexto debido al orden y desorden presentado en las categorías básicas para reunirse o separarse.

Por último, el suelo como sistema puede ser percibido a través de la observación como lo afirma Bertalanffy (1998) porque cambia en el tiempo dentro de un determinado contexto debido al orden y desorden presentado en las categorías básicas al reunirse o separarse, de acuerdo con:

Esta concepción mecanicista quedó firmemente establecida con la demostración de que el universo se basaba en la operación de partículas anónimas que se movían al azar, de modo desordenado, generando, con su multiplicidad, orden y regularidad de naturaleza estadística, como en la física clásica y las leyes de los gases. (Bertalanffy, 1998, pág. 24).

2.2. LA ORGANIZACIÓN DEL SUELO

a. Propiedades físicas del suelo:

El siguiente apartado pretende realizar apreciaciones cercanas a las propiedades físicas del suelo, es decir, a aquellas características que, según el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (2008), se pueden observar y que son importantes para el crecimiento de las plantas; en todo caso, hay que tener en cuenta que algunas de estas “se pueden medir y estudiar en el campo y otras en el laboratorio” (p. 133). Concretamente, se trabajarán cuatro propiedades físicas del suelo: la textura, la estructura, la porosidad y el color.

- La textura del suelo:

La textura del suelo está relacionada a la fragmentación de la roca madre y a la transformación de esta en partículas como: la arena, el limo y la arcilla, las cuales están constituidas por un diámetro no superior a 2 mm. Según Ciancaglini (s. f.) “todos los suelos están compuestos por

fracciones y partículas minerales de diferentes tamaños. Las más gruesas se denominan arenas, las medianas son los limos y las más pequeñas son las arcillas” (p. 1). El esquema 2 presenta el tamaño de las partículas.

Esquema 2. El tamaño de las partículas.

Hasta 2 micrones.....	Arcilla
de 2 a 20 micrones.....	Limo
de 20 a 200 micrones.....	Arena fina
de 200 a 2000 micrones.....	Arena gruesa
mas de 2000 micrones.....	Gravillas y gravas

1 micrón = milésima parte de un milímetro

Nota. Tomado de “R- 001 - Guía para la determinación de textura de suelos por método organoléptico”, Ciancaglini (s. f.). [http://www.prosap.gov.ar/Docs/INSTRUCTIVO%20\(R-001\)%20Gu%C3%ADa%20para%20la%20determinaci%C3%B3n%20de%20textura%20de%20suelos%20por%20m%C3%A9todo%20organol%C3%A9ptico.pdf](http://www.prosap.gov.ar/Docs/INSTRUCTIVO%20(R-001)%20Gu%C3%ADa%20para%20la%20determinaci%C3%B3n%20de%20textura%20de%20suelos%20por%20m%C3%A9todo%20organol%C3%A9ptico.pdf)

De acuerdo con la información mostrada, se puede evidenciar que la arena presenta un mayor tamaño al medir 2 mm permitiendo describirlas fácilmente. Siguiendo a Ciancaglini (s. f.), “las únicas que se pueden ver a simple vista son las arenas que miden entre 2 milímetros y 1 centésimo de milímetro (2 mm. y 0,02 mm), como por ejemplo arenas de ríos y de médanos” (p. 1).

Las partículas anteriormente presentadas se pueden considerar como propiedades esenciales del suelo como sistema, ya que interactúan hasta organizarse (Capra, 1998), brindándole a estas ciertas particularidades referentes al movimiento del agua o del aire. Desde esta perspectiva, resulta relevante pensar que “en el planteamiento sistémico las propiedades de las partes sólo se pueden comprender desde la organización del conjunto, por lo tanto, el pensamiento sistémico no se concentra en los componentes básicos, sino en los principios esenciales de organización” (p. 25).

Así mismo, es importante mencionar que las diferentes características de los suelos posibilitan una adecuada clasificación de estos. Por ejemplo, el suelo arenoso presenta una alta aireación y baja retención de agua, de acuerdo con Albarracín (1995),

Son suelos con mucha aireación, baja retención de agua, muy permeables, poca fertilidad; especialmente si se encuentran en zonas de alta incidencia de lluvias, como los suelos de los llanos orientales. Cuando estos suelos se encuentran en zonas áridas (pocas lluvias) son generalmente suelos fértiles” (p, 114).

En esta misma clasificación de los suelos encontramos los arcillosos o pesados, pero que no están asociados con propiedades esenciales, que, en consecuencia, genera erosión, ya que la baja retención de agua en temporadas de lluvia arrastra los nutrientes y gradualmente puede formar depósitos del solvente universal impidiendo la circulación del aire; además, como lo indica Albarracín (1995), “son duros para trabajarlos, se quedan pegados a las herramientas; se encharcan fácilmente, afectando a los cultivos por falta de aire en las raíces, tornándose amarillentas” (p. 114).

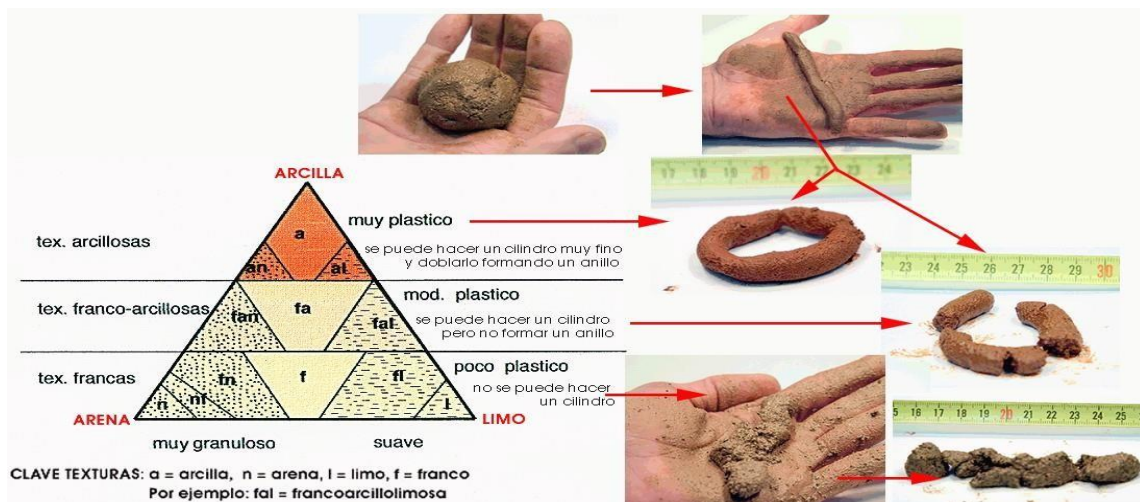
El suelo puede llegar a ser fértil si participa una propiedad esencial (Capra, 1998) catalogada como materia orgánica mejorando así sus propiedades físicas como retención de agua y nutrientes de acuerdo con Albarracín, (1995, p. 114) “Sin embargo estos suelos son muy ricos en nutrientes y cuando se adiciona materia orgánica, mejoran sus propiedades físicas”.

De otra parte, también cabe mencionar el suelo limoso representado por arena y arcilla, cuya característica principal es que no retiene fácilmente agua, generando con ello encharcamientos, lo cual afecta, posteriormente, la circulación de oxígeno en la planta, es decir las partículas como arena, limo, arcilla y grava deben integrarse con la materia orgánica para obtener una textura con un alto contenido nutritivo. En palabras de Albarracín (1995), “son suelos intermedios entre arenosos y arcillosos, predominando el limo. Aunque tienen buenas propiedades físicas y químicas, se encharcan fácilmente produciendo problemas a las plantas, por deficiencia de oxígeno” (p. 114).

Por último, tenemos suelos francos, los cuales pueden ser considerados como ideales porque tiene una proporción equilibrada entre la arena, el limo y la arcilla. Presenta propiedades físicas y químicas óptimas para el crecimiento de las plantas y adicionando materia orgánica en cantidades adecuadas (compost o abono orgánico) al suelo, se mejora la textura” Albarracín (1995, p. 115).

Por otro lado, “muchas propiedades del suelo se relacionan con la granulometría de la tierra fina, es decir, con las proporciones de las distintas fracciones granulométricas de partículas, agrupadas en función de su tamaño” Badia, Ortiz, & Marti (2017, p. 8), por tal razón es importante que al conocer la textura del suelo se pueda recurrir a prácticas experimentales como la siguiente: “se toma una muestra de suelo y se humedece hasta que se forma una pasta (punto de adherencia). Se trata de moldear la muestra hasta hacer un cilindro lo más delgado posible y de una longitud de 10 cm” Badia, Ortiz, & Marti (2017, p. 8). Con esta práctica se puede determinar la textura del suelo como se muestra a continuación.

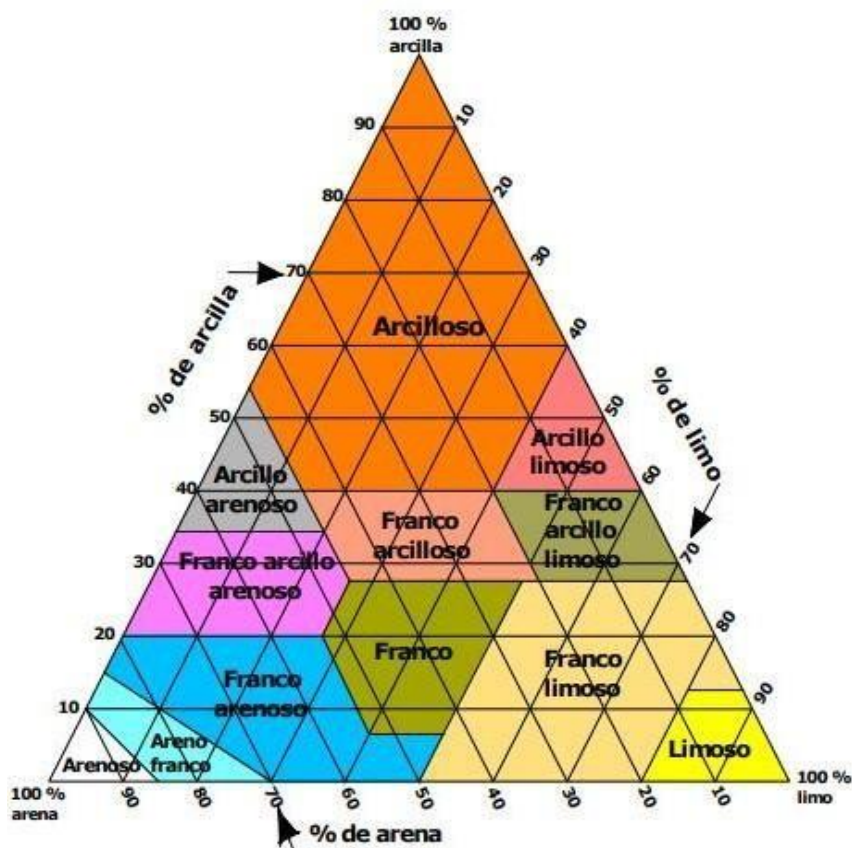
Esquema 3. Textura del suelo



Nota. Tomado de “Lección 4. Propiedades físicas”, Badia, D, Ortiz, O, & Martí, C, <http://www.edafologia.net/introeda/tema04/text.htm>. Determinar la estructura del suelo a partir del moldeado, Tomado de Guía para la determinación de textura de suelos por método organoléptico

Otra práctica que se puede usar para determinar la textura del suelo es a partir del trazo de líneas que corresponden a la clase de las partículas a nivel porcentual, el punto de intersección entre estas líneas nos permitirá conocer el tipo de suelo. Según Dorronsoro (2017) “un suelo que contiene un 25% de arena, 25% de limo y 50% de arcilla se dice que tiene una textura arcillosa. Los términos texturales se definen de una manera gráfica en un diagrama triangular que representa los valores de las tres fracciones”. A continuación, en el esquema 4 se presenta el esquema para conocer el tipo de suelo.

Esquema 4. Triángulo textural de USDA (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos) a partir de la plasticidad.



Nota. Tomado de “Lección 4. Propiedades físicas”, Badia. D, Ortiz. O, & Martí. C, <http://www.edafologia.net/introeda/tema04/text.htm>.

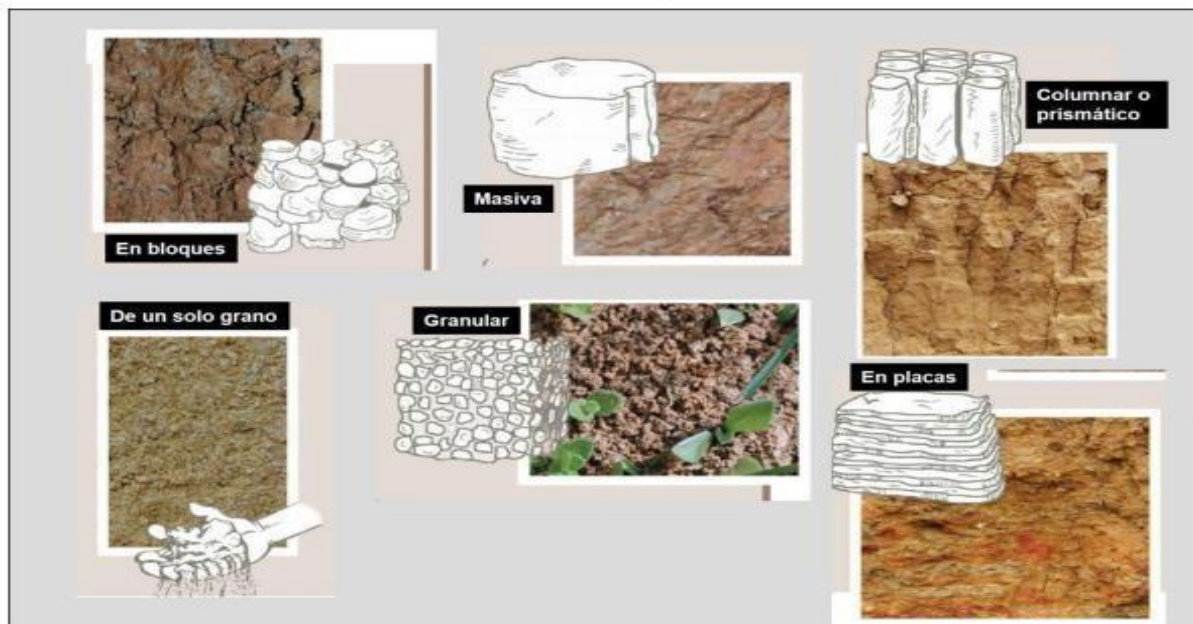
- La estructura del suelo

En lo referente a la estructura del suelo se encuentra relacionada con el ordenamiento de las partículas (arena, arcilla y limo) en los diferentes horizontes, que forman agregados encargados del sostenimiento de las plantas y la circulación del agua y el aire. En efecto, “Se define la textura del suelo como: La proporción (en porcentaje de peso) de las partículas menores a 2 mm de diámetro (arena, arcilla y limo) existentes en los horizontes del suelo.” (Gisbert Blanquer, Ibañez Asensio, & Moreno Ramón, p. 5).

En este sentido, es importante comprender que las partículas representadas por arena, limo y arcilla, al integrarse, dan origen a la estructura del suelo permitiendo el surgimiento de otras relaciones importantes que mantienen una dinámica activa referente al desarrollo de la flora, esto a causa de las interacciones entre los elementos presentes en el suelo y las raíces de las plantas. Tales interrelaciones hacen énfasis en el suelo como sistema, como lo señala Capra (1998) “ésta es, en efecto, la raíz de la palabra ‘sistema’ que deriva del griego *synístánai* (reunir, juntar, colocar juntos). Comprender las cosas sistémicamente significa literalmente colocarlas en un contexto, establecer la naturaleza de sus relaciones” (p. 24).

Estos agregados u horizontes resistentes forman los perfiles del suelo, los cuales pueden contener partículas como minerales, materia orgánica y huecos que se relacionan para mantener el transporte de elementos como oxígeno y nitrógeno y de otros compuestos como el agua, posibilitando con ello el surgimiento y posterior formación de las plantas y confiriendo “al suelo una determinada estructura” (Dorrnsoro, 2017). En la ilustración 1 se muestran varios tipos de estructura del suelo:

Ilustración 1. Tipos de estructura del suelo.



Nota. Tomado de “La importancia de la estructura en la salud del suelo”, Fertilab, (2016), <https://www.fertilab.com.mx/blog/234-importancia-de-la-estructura-en-la-salud-del-suelo/>

- La porosidad del suelo

La porosidad del suelo se define como los espacios apreciados en este, dichos espacios permiten el flujo de agua y aire. Como lo afirma Albarracín (1995) “como resultado de la textura y estructura. Se encuentran en el suelo espacios no ocupados por partes llamadas espacios porosos o poros del suelo. Estos contienen agua y aire” (p. 116).

Por otra parte, es importante tener presente que los espacios presentan una determinada medida que se conoce como macroporos, mesoporos y microporos, según Dorronsoro (2017), estos “se clasifican por su tamaño en macroporos ($\varnothing > 50$ micras), mesoporos ($50-10\mu$) y microporos (< 10)”

Los macroporos están presentes en los suelos arenosos, mientras que los microporos se encuentran en los suelos arcillosos. De acuerdo con Dorronsoro (2017).

El tamaño de las partículas va a condicionar la porosidad resultante de su simple empaquetamiento se forman poros entre los granos de un tamaño similar al de los granos, macroporos muy gruesos en los suelos arenosos y microporos finísimos y medios en los suelos arcillosos. Se llaman poros primarios y son poros muy estables.

A este respecto, Dorronsoro (2017) considera que las lombrices participan en la formación de poros, permitiendo la circulación de gases como el oxígeno o el nitrógeno “son muchos los organismos que como resultado de su actividad se crean poros en el suelo; particularmente activas son las lombrices cuyas galerías representa una magnífica vía para la circulación del agua y el aire y otros organismos”

Ahora bien, los suelos arcillosos pueden alcanzar un espacio de aspecto mesoporo, para que se produzca tal efecto es necesario agregar materia orgánica (Albarracín 2017), generará la circulación de agua y aire, de acuerdo con (Albarracín, 1995, p. 116) “Los suelos arcillosos tienen poros muy pequeños dificultando la circulación del agua. Para lograr un término medio del tamaño de los poros, es necesario aplicar materia orgánica”

De igual importancia, la porosidad se determina a partir de la relación entre el suelo y la planta como agente externo (Morin 1994), que al estar sujetas a través de sus raíces dispondrá de agua para la retención de nutrientes. De acuerdo con Rucks *et al* (2004) “La condición física de un suelo determina, la rigidez y la fuerza de sostenimiento, la facilidad para la penetración de las raíces, la aireación, la capacidad de drenaje y de almacenamiento de agua, la plasticidad, y la retención de nutrientes” (p. 2). La Tabla 9 muestra los diferentes tipos de poros y sus características.

Tabla 9. Lista de poros presentes en suelos con sus características físicas

Tipo de poro	Abreviación	Tamaño	Diámetro (µm)
Drenaje rápido	PDR	Macroporo	> 50
Drenaje lento	PDL	Macroporo	50 - 10
Retención agua útil	PAU	Mesoporo	10 - 0,2
Agua inútil	PAI	Microporo	< 0,2

Nota. Tomado del trabajo de grado titulado “Estudio de la distribución de porosidad del suelo trumao aplicando método basado en el coeficiente de absorción sonora”, Neira, (2014), <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2014/bmfcin415e/doc/bmfcin415e.pdf>

Por último, vale la pena anotar uno de los riesgos que corre la porosidad del suelo debido a una acción externa: la actividad agrícola humana. En efecto, si el hombre como agente externo o alimentación exterior (Morin 1994) continúa emprendiendo técnicas agrícolas con maquinaria puede afectar y hasta desaparecer los poros del suelo, afectando así la organización de este como sistema; en palabras de Jordán (2005),

Normalmente, la utilización de maquinaria pesada en las labores de campo puede originar lo que se conoce como suela de labor, una capa compactada en profundidad que interrumpe el paso de fluidos y que se comporta como una barrera impenetrable para las raíces” (p. 91).

- El color el suelo

Los factores que dan origen al color del suelo son la temperatura, la materia orgánica, el aire y el agua disponible. Según Burbano (2010),

aunque el color de un suelo puede generarse del material parental, algunas características pueden ser evaluadas de acuerdo con los colores presentes en el perfil; tal es el caso de condiciones de drenaje, aireación, contenido de materia orgánica y en general, aspectos relacionados con la fertilidad del suelo” (p. 152).

De acuerdo con la anterior descripción, se puede encontrar la formación de los siguientes suelos (Ver tabla N. 10)

Tabla 10. El color del suelo.

				
Negro	Rojo	Amarillo	Gris	Gris moteado
Indica riqueza de materia orgánica. En ciertas capas de algunos suelos, este color indica la presencia de manganeso.	Indica buena aireación por óptima porosidad, que permite que el hierro de color gris se oxide a rojo. Hay buen drenaje y estos suelos no se encharcan.	Suelos con óxidos de hierro hidratados (con agua), lo que indica la presencia de humedad o mal drenaje (se encharcan).	Indica la presencia de hierro no completamente oxidado. No tienen buen drenaje por la poca o nula porosidad y aireación.	Frecuente en suelos planos y de hondonadas que permanecen mucho tiempo encharcados (mal drenaje).

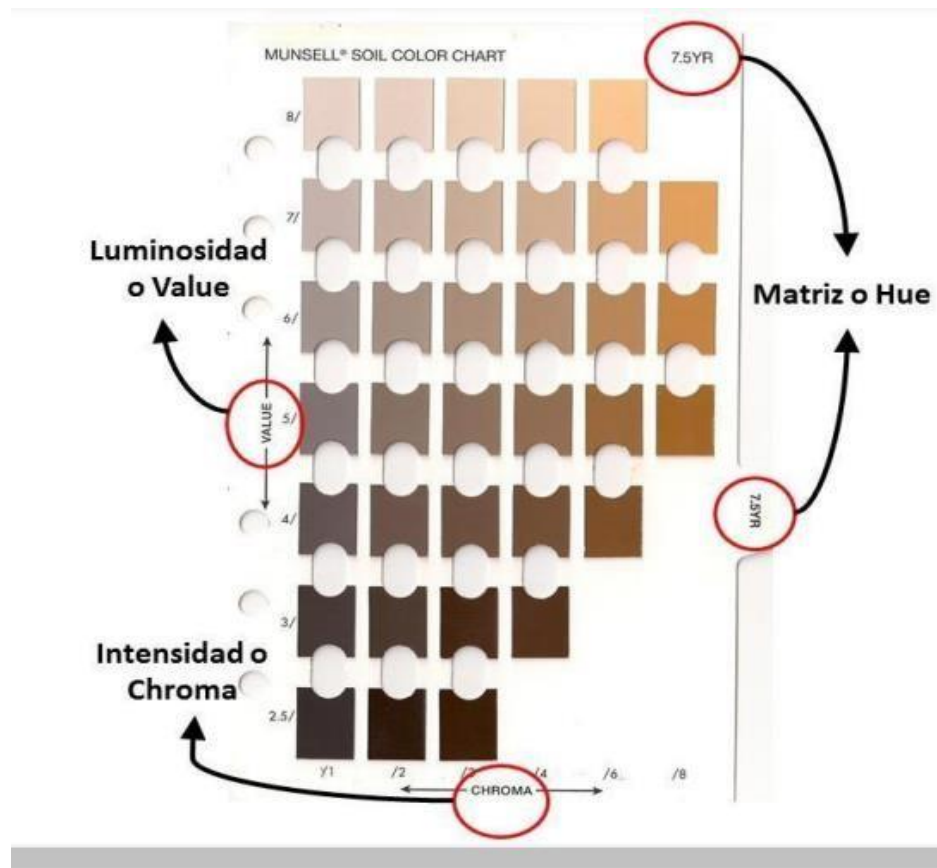
Nota. 4 lección: Propiedades físicas del suelo,

<https://bachilleratovirtual.com/aula/mod/lesson/view.php?id=9349&pageid=4450&startlastseen=yes>

De otra parte, existen otros métodos para hacer estudio del color del suelo a partir de la tabla de colores Munsell –indicados en el esquema N. 5 –, la cual está constituida por el matiz (Hue) –que se refiere al color de cada página–, valor (Value) –que indica el valor de la claridad del color de abajo hacia arriba– y chroma (Chroma) –que está relacionada a la pureza que incrementa de izquierda a derecha–. Dicha tabla puede leerse, según Giraldo (2013), de la siguiente forma

Las divisiones de claridad (Value) se presentan en sentido vertical, incrementando su valor (haciéndose más claro) de abajo hacia arriba; las divisiones de pureza (Chroma) se presentan en sentido horizontal, en la parte inferior de la hoja, incrementándose de izquierda a derecha (p. 32).

Esquema 5. El color del suelo método Munsell.



Nota. Tomado de “Etapa de campo para levantamiento de suelos”, IGAC (2017):
<https://www.igac.gov.co/sites/igac.gov.co/files/i40100-09-17v3etapadecampoparalevantamientodesuelos.pdf>

Ahora bien, en lo que respecta al proceso de medición del color suelo, vale la pena considerar la comparación que refiere Giraldo (2013), representado en el Esquema 6:

La medición del color se realiza en el campo utilizando una muestra, bajo dos condiciones: seco y húmedo, identificando la condición física de la muestra (agregado de suelo separado, friccionado, triturado o triturado y alisado). Para describir el color se utilizan dos parámetros: a) el color Munsell y b) la notación Munsell, p. ej., marrón fuerte [7.5YR 4/8] (p. 32).

Esquema 6. El color del suelo método Munsell.

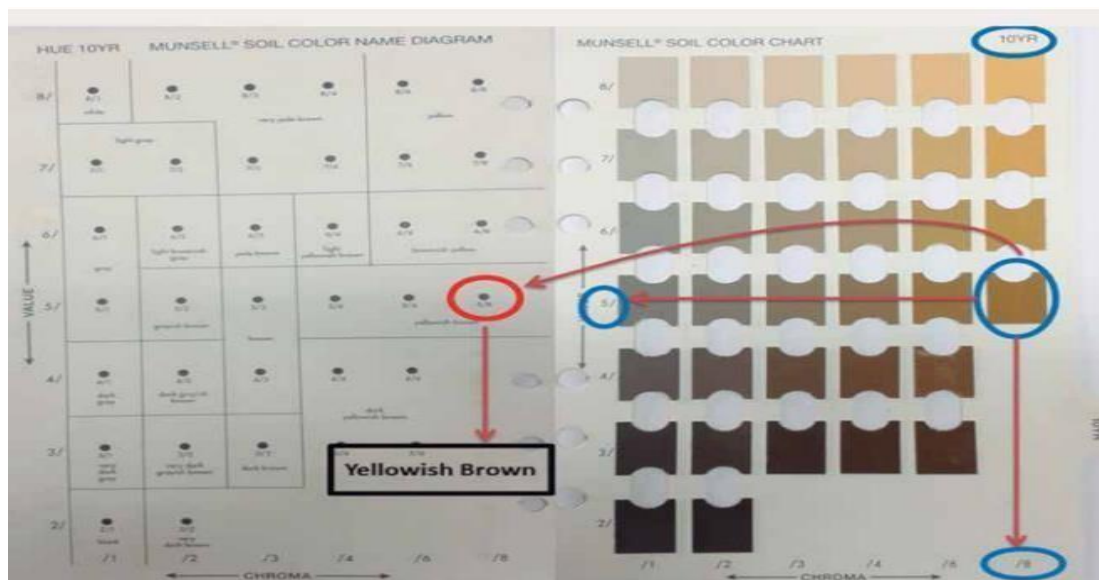


Fig. 10: Ejemplo de identificación del color munsell (Pardo amarillento y notación munsell (10YR 5/8))

Nota. Tomado de “Manual de prácticas de campo y del laboratorio de suelos”, Gómez. J, (2013),

https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/handle/11404/2785/practicas_campo_laboratorio_suelos.pdf;jsessionid=0E9C4C980C27BAC1210A761AB47DCDC6?sequence=1

b. Propiedades químicas

En lo que respecta a las propiedades químicas de los suelos, el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (2008), considera que estas “Las propiedades químicas son características del suelo que describen el comportamiento de los elementos, las sustancias y los componentes que lo

integran, como la materia orgánica, los nutrientes y algunas sustancias que lo perjudican”. En este orden de ideas, el presente apartado estudiará el *potencial hidrogenado (pH) del suelo*, ya que este está relacionado con la presencia de nutrientes o minerales precursores de su actividad biológica.

- El pH del suelo

El pH es importante conocerlo porque permite identificar la disponibilidad de nutrientes en el suelo que son vitales para las plantas, estos nutrientes se forman por los procesos de meteorización y de descomposición de la materia orgánica; además, conocer el pH del suelo también permite distinguir la concentración de iones tóxicos. Así lo presenta Ramírez (1997), al considerar que el pH

Es una de las propiedades fisicoquímicas más importante en los suelos, ya que de él depende la disponibilidad de nutrientes para las plantas, determinando su solubilidad y la actividad de los microorganismos, los cuales mineralizan la materia orgánica. También determina la concentración de iones tóxicos (p. 13)..

Consecuentemente, los nutrientes no actúan por sí solos, sino que se asocian con otros componentes biológicos, permitiendo con ello la formación de suelos aptos para el desarrollo de plantas. Así las cosas, vale la pena recordar lo sostenido por de Morin (1994) en relación con la comprensión de sistema:

En principio, el campo de la Teoría de Sistemas es mucho más amplio, casi universal, porque en un sentido toda realidad conocida, desde el átomo hasta la galaxia, pasando por la molécula, la célula, el organismo y la sociedad, puede ser concebida como sistema, es decir, como asociación combinatoria de elementos diferentes (p. 22).

De esta manera, hay que decir que los minerales que se encuentran en el suelo cumplen unas funciones específicas, las cuales se detallan en la Tabla 11:

Tabla 11. Función de los minerales.

Nitrógeno	La disponibilidad de este elemento depende de la mineralización de la materia orgánica por parte de los microorganismos. Esta mineralización se da en valores cercanos a pH 7, que es donde mayor desarrollo presentan las bacterias encargadas de la nitrificación y la fijación de nitrógeno.
Fósforo	Si el pH es ácido, la solubilidad del aluminio y del hierro es alta. Estos compuestos precipitan con el fósforo como compuestos insolubles. En pH alcalino, es decir, superior a 7.5, el calcio aumenta su solubilidad y reacciona con los fosfatos precipitándolos y formando compuestos Insolubles como la apatita; por lo tanto, el fósforo presenta su mayor disponibilidad con pH entre 6.5 y 7.5, siendo en ese rango donde se presenta la mayor mineralización de compuestos de fósforo orgánico y mineral.
Calcio, magnesio y potasio	Estos elementos aumentan su solubilidad con pH de 7 a 8.5. En suelos ácidos. la CIC (Capacidad de intercambio catiónico) disminuye y, por 10 tanto, aumenta la posibilidad de que estos elementos sean lavados del perfil
Azufre	Se presenta en forma asimilable como SO ₄ A pH ácidos, éstos reaccionan y son absorbidos por el hierro y el aluminio haciéndolos inasimilables por parte de las plantas. La elevación del pH a valores cercanos a la neutralidad aumenta la disponibilidad del azufre, ya que se favorecen las reacciones biológicas y la solubilidad de los compuestos inorgánicos que contienen este elemento; el pH óptimo está entre 6 y 8.
Hierro y manganeso	Se encuentran disponibles en valores ácidos, ya que en pH alto precipitan en compuestos Insolubles como hidróxidos y óxidos, respectivamente. El pH óptimo para manganeso está entre 5 y 6.5, para hierro entre 3.5 a 6.5.
Cobre y Zinc	La solubilidad de estos elementos, al igual que los anteriores, es muy limitada a pH elevados, además de incrementar su absorción con compuestos orgánicos e inorgánicos. Por lo tanto, su mayor disponibilidad se encuentra en pH ácidos a neutros, de 5 a 7.
Boro	Incrementos en el pH limitan la solubilidad del boro. Por lo tanto, la mayor solubilidad de éste se presenta en pH entre 5 y 7, debido a que con valores mayores reacciona con compuestos orgánicos.
Molibdeno	Este es el único micronutriente que aumenta su disponibilidad con el incremento en el pH, debido a que se encuentra retenido por óxidos hidratados de hierro y aluminio. Al elevarse el pH, se precipita el hierro y el aluminio dejando disponible este elemento.

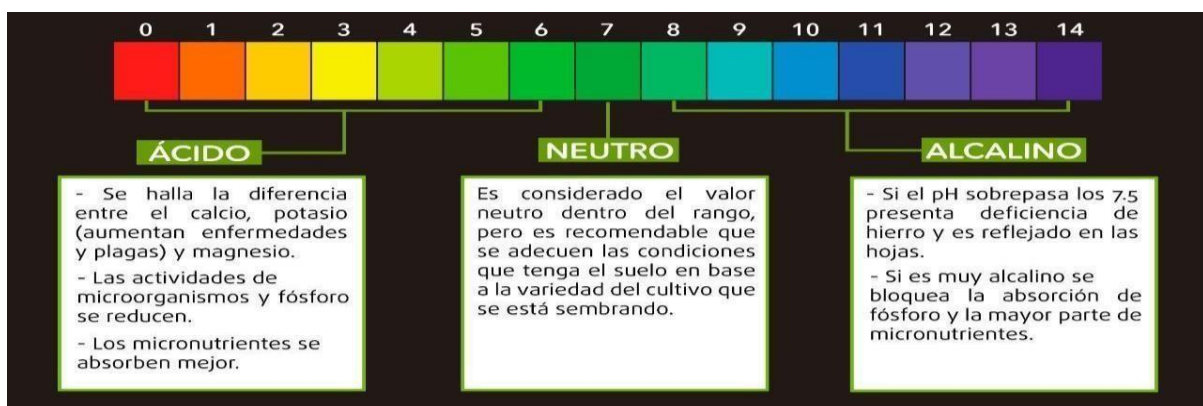
Nota. Tomado de “Las Propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos”, Ramírez. R, (1997). Convenio FENALCE-SENA-SAC,
<http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/6636/1/083.pdf>

También es importante mencionar que, desde la disposición de nutrientes presentes en el suelo depende la biomasa vegetal del mismo; estos minerales, en efecto, aparecen y desaparecen a partir de variables como el clima, la altitud y la actividad biológica. Como lo indica (Bertalanffy, 1998)

En comparación con el proceder analítico de la ciencia clásica, con resolución en elementos, componentes y causalidad lineal o unidireccional como categoría básica, la investigación de totalidades organizadas de muchas variables requiere de nuevas categorías de interacción, transacción, organización, teleología, etc; con lo cual surgen muchos problemas para la epistemología y los modelos y técnicas matemáticas. Bertalanffy (1998, p. 18)

De otra parte, es significativo comprender la numeración de la escala del pH para comprobar la concentración de los nutrientes en el suelo; por ejemplo, el suelo alcalino retiene pocos nutrientes en comparación del suelo ácido, que absorbe mayores micronutrientes. Estas categorías básicas o escalas del pH varían dependiendo de la presencia del componente biológico y la estabilidad del clima, como lo explica Giraldo (2013) “Indica el grado de acidez o alcalinidad que presenta un suelo, tiene influencia sobre las características químicas, físicas y biológicas (actividad microbiana)” (p. 13). En el esquema 7 y la Tabla 12 presentan la escala de pH en el suelo y la influencia del pH en la toma de nutrientes para las plantas respectivamente.

Esquema 7. La escala del pH del suelo.



Nota. Atlántica agricultura natural

Tabla 12. La Influencia del pH en la toma de nutrientes para las plantas



INDICADORES DE ACIDEZ O ALCALINIDAD	4	5	6	7	8	9
	MUY ACIDO	ACIDO	NEUTRAL		ALCALINO	MUY ALCALINO
DISPONIBILIDAD DE NITROGENO	MUY POCA	POCA	BUENA		MEDIO	MUY POCA
DISPONIBILIDAD DE FOSFORO	MUY POCA	POCA	MUCHO		POCA	BUENA
DISPONIBILIDAD DE POTASIO	MUY POCA	MENOS	BUENA		POCA	BUENA
ALUMINIO - HIERRO MANGANESO	TOXICO	ALTO	BUENA		POCA	BUENA
ACTIVIDAD BACTERIAL BENEFICA	MUCHA	MUCHA	BUENA		POCA	MENOS
HONGOS BENEFICOS QUE DESCOMPONEN LA MATERIA ORGANICA	POCA	MALA	BUENA		MAS O MENOS	POCA
GENERAL	POCA VIDA EN EL SUELO	MAS O MENOS	BUENA		MAS O MENOS	MALA

Nota. Tomado de “Manual de prácticas de campo y del laboratorio de suelos”, Gómez. J, (2013), SENA.

https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/handle/11404/2785/practicas_campo_laboratorio_suelos.pdf;jsessionid=0E9C4C980C27BAC1210A761AB47DCDC6?sequence=1

Como se ha visto, el pH del suelo puede presentar variaciones que hay que corregir para que el suelo no pierda sus nutrientes. En ese sentido, Giraldo (2013) considera que

para corregir el pH del suelo ácido o alcalino, es necesario aplicar enmiendas químicas o correctivos para que reaccionen en el suelo y desplacen los elementos que provocan toxicidad a las plantas o que provocan deficiencia de otros nutrientes. Los materiales normalmente utilizados para corregir la acidez del suelo son los óxidos, hidróxidos, carbonatos y silicatos de calcio o de calcio y magnesio. Para corregir la alcalinidad en suelos se utiliza: azufre, ácido sulfúrico, yeso y sulfato de hierro, entre otras (p. 13).

Pero, por el contrario, si el suelo presenta acidez se corrige agregando cal, esta se aplica

“dependiendo principalmente del cultivo que se va a establecer” (Albarracín, 1995, p. 125).

c. Suelo y biota edáfica (componente biológico del suelo): La macrobiota y la microbiota

Los componentes biológicos del suelo son la población más abundante del suelo y están representados por los microorganismos y macroorganismos que intervienen en la circulación de los elementos esenciales de la vida para que puedan ser aprovechados por otros. De acuerdo con Peña (2021), “los organismos del suelo pueden dividirse en microorganismos y macroorganismos. Los microorganismos constituyen un componente abundante de la biomasa total de organismos que habitan la Tierra y representan la mayor fuente de biodiversidad” (p. 19).

De acuerdo con lo anterior, el suelo podría ser considerado como sistema abierto (Morin 1994), en donde cada uno de sus componentes microorganismos y macroorganismos intercambian materia y energía representadas por nutrientes. Según las Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura –FAO, por sus siglas en inglés– (2015)

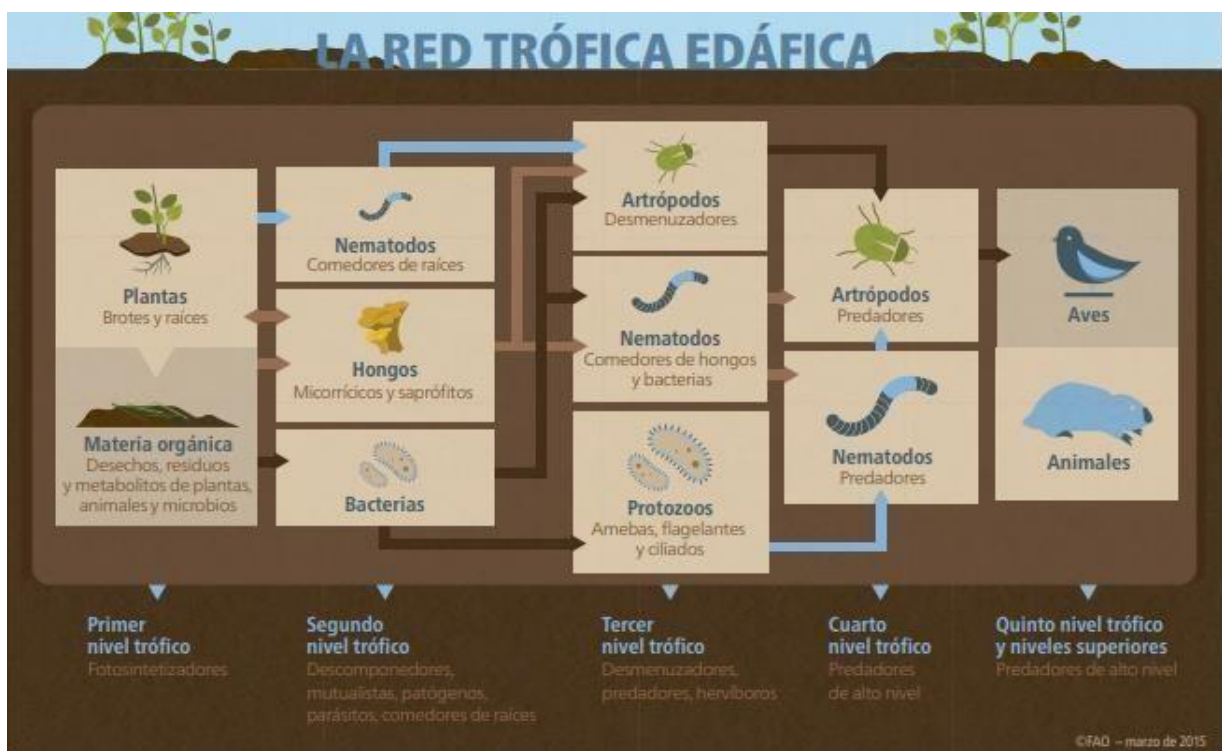
Los organismos del suelo son un elemento esencial de los ciclos de nutrientes, regulando la dinámica de la materia orgánica del suelo, la captación de carbono y las emisiones de gases de efecto invernadero, modificando la estructura física del suelo y los regímenes hídricos, aumentando el volumen y eficiencia de la absorción de nutrientes por la vegetación mediante relaciones mutuamente beneficiosas y mejorando la salud vegetal (p. 2).

En ese sentido, es importante reconocer que los elementos que interactúan entre los diferentes organismos (como, por ejemplo, el nitrógeno, el oxígeno, el carbono y el fósforo, y que circulan en la naturaleza directamente al suelo para nutrir las plantas), sirven, posteriormente, de nutrientes para los demás componentes biológicos.

Un ejemplo de tales intercambios de materia y energía con la biosfera (atmósfera, litósfera e hidrósfera) es el ciclo de nitrógeno, en donde las bacterias lo captan a partir de la materia en descomposición transformándolo en nitratos o nitritos para ser asimilados por las plantas: “las bacterias especializadas obtienen energía para vivir oxidando el amonio a nitritos, y los nitritos a nitratos. Estos tres compuestos (amonio, nitritos y nitratos) pueden ser utilizados como fuentes básicas de nitrógeno por las plantas” (Odum, 2008, p. 145).

De otra parte, también es importante tener presente la red alimentaria en el suelo porque permite reconocer la relación entre plantas, bacterias y animales del ecosistema, responsables en la circulación de los elementos. El esquema 8 presenta esta red trófica con algunos de sus participantes.

Esquema 8. La red trófica edáfica.



Nota. Tomado de “Suelos y biodiversidad”, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, pos sus siglas en inglés), (2015), <https://www.fao.org/3/i4551s/i4551s.pdf>

● La macrobiota

La macrobiota, se puede observar sin la necesidad del uso del microscopio, ya que son organismos que presentan una longitud mayor de 1 cm y participan en cambios fisicoquímicos del suelo. Para Villegas (s.f)

Son organismos mayores a 1 cm de diámetro. Es decir, se pueden observar a simple vista y efectúan sobre el suelo cambios físicos y, en algunos casos, cambios químicos. Pueden ser: vertebrados, organismos que tienen relación directa con el suelo y que son de vida silvestre. Invertebrados, dentro de los cuales están moluscos como el caracol y las babosas, anélidos como la lombriz de tierra, onicóforos como la oruga, artrópodos como los crustáceos. insectos y miriápodos (p. 8).

Por lo tanto, los macroorganismos o macrobiota tienen como función descomponer los restos vegetales y animales a un menor tamaño y volumen, “preparando [así] los materiales para que los microorganismos los degraden y los conviertan en fuente de nutrientes para las plantas” (Giraldo, 2013, p. 17).

De esta forma, las especies invertebradas realizan un proceso de degradación de la materia orgánica permitiendo hacer nuevamente uso de los nutrientes a las plantas. Konijnenburg (2006), lo describe con las siguientes palabras: “a lo largo de esta secuencia de transformación intervienen las lombrices que se alimentan de estos residuos, iniciando un trabajo de unión íntima entre la materia orgánica y las partículas minerales más finas del suelo” (p. 11). A continuación, en el Esquema 9, se puede apreciar el proceso de descomposición de una hoja por la macrofauna:

Esquema 9. El suelo: sus componentes biológicos.



Nota. Tomado de “El suelo: sus componentes biológicos”, Konijnenburg. A, (2006), *Agricultura orgánica*.
https://inta.gob.ar/sites/default/files/m_d_nro_02_agric_org_el_suelo.

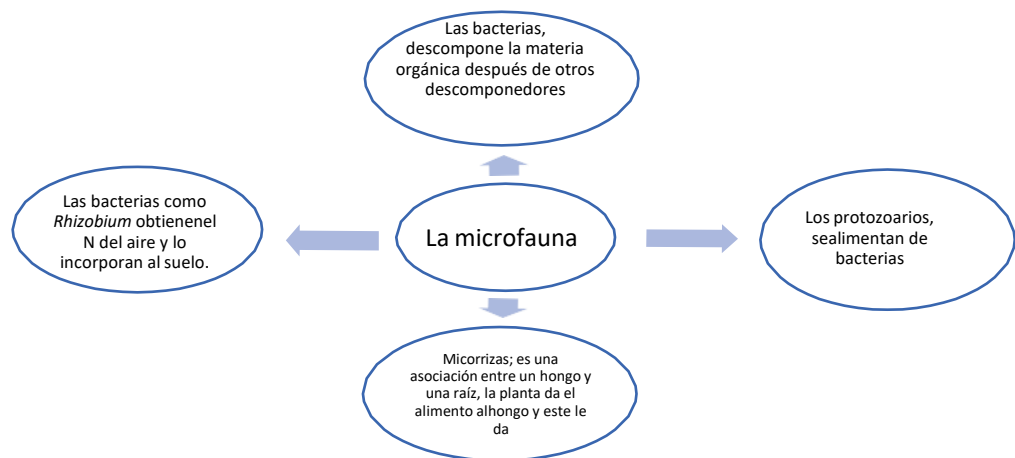
Así mismo, otros invertebrados como miriápodos, arácnidos, coleópteros y colémbolos “son predadores y mantienen en equilibrio las poblaciones de otros organismos” (Giraldo, 2013, p.17), lo que posibilita que otros descomponedores, en el proceso de degradación de la materia, liberen determinados minerales que, posteriormente, son usados por las plantas, tal como lo señala Giraldo (2013): “los organismos también aumentan la disponibilidad de algunos nutrientes para las plantas: la lombriz incrementa disponibilidad de P, K y C, las hormigas mejoran disponibilidad de Ca y Mg, las termitas aumentan la disponibilidad de Ca, Mg, K, Na, C y P” (p. 17).

- **La microbiota**

La microbiota podemos encontrar especies microscópicas representadas por bacterias, hongos unicelulares y protistas, que son las encargadas de los procesos de transformación de la materia orgánica en sales minerales asimilables por las plantas. Para Ramírez (1997)

Son los responsables de las transformaciones químicas correspondientes a los procesos de humificación y mineralización de la materia orgánica. Tienen un diámetro entre 20 y 200 micras. Los de mayor importancia son los protistas. Las bacterias son los microorganismos más prolíferos en el suelo y los más importantes para transformar químicamente diferentes compuestos a formas asimilables por las plantas como se presenta en el siguiente esquema (p. 13):

Esquema 10. Las funciones de la microbiota.



Nota. Tomado de “El suelo: sus componentes biológicos”, Konijnenburg. A, (2006), *Agricultura orgánica*.
https://inta.gob.ar/sites/default/files/m_d_nro_02_agric_org_el_suelo.pdf -Elaboración propia

De acuerdo con lo anterior, se puede deducir que, en la microbiota, la actividad bacteriana tiene una función importante, ya que, según Giraldo (2013), “pueden ser controladores de otros organismos patógenos” y, además, “ayudar a la formación de humus, a la agregación de las partículas de suelo y en la degradación de agroquímicos y materiales de difícil descomposición” (p. 17), agroquímicos que, desde luego, son arrojados por el hombre dentro de actividades agrícolas, entre otras.

Así como las bacterias cumplen una función en el sistema de la microbiota también es importante mencionar la función que realizan los hongos como descomponedores y productores de sustancias antibióticas que evita la formación de bacterias patógenas; en palabras de Giraldo (2013), los hongos “intervienen en la descomposición de los restos vegetales en la cual otros organismos no actúan. Los hongos producen, además, sustancias antibióticas que controlan el crecimiento de otros microorganismos que en ocasiones causan enfermedades” (p. 17). Otros organismos presentes en este ambiente son los protozoos, especies depredadoras que controlan el crecimiento poblacional de bacterias, hongos y algas, que se convierten en el alimento de los nemátodos (Giraldo, 2013). Cada organismo como categoría básica dentro de un sistema (Bertalanffy 1998) está dotado por una determinada función, permitiendo mantener una dinámica activa y controlada dentro del suelo como resultado de las interacciones entre la microbiota y la macrobiota; de acuerdo con Bertalanffy (1998)

Al contemplar la comunidad ecológica como un conjunto de organismos ligados en un todo funcional por sus mutuas relaciones, los ecólogos facilitaron el cambio de atención de los organismos hacia las comunidades y en general, aplicando conceptos similares a distintos niveles de los sistemas (p. 29)

A continuación, podemos distinguir ciertas actividades realizadas por los componentes biológicos para configurar el suelo como un sistema integrado de conexiones que atrapa gases como el nitrógeno, transforma la materia orgánica, forma humus y controla las plagas para estimular el crecimiento de las plantas, como se puede apreciar en la Tabla 13

Tabla 13. Actividades realizadas por la comunidad edáfica por la comunidad edáfica

Nota. Tomado de “Manual de prácticas de campo y del laboratorio de suelos”, Gómez, J.

ACTIVIDAD	BENEFICIOS
Reciclaje de nutrientes Prevención del lavado de nutrientes (para que no escape el agua a lo profundo del suelo)	Bacterias y hongos Permite aumentar la disponibilidad de nutrientes para las plantas
Degradación de la materia orgánica Producción de humus que estimula el crecimiento de las plantas Efecto indirecto en el control de plagas del suelo	Bacterias, hongos y protozoarios Incrementa la disponibilidad de nutrientes
Fijación de nitrógeno	Bacterias Incrementa el nitrógeno
Producción de compuestos antibióticos	Aumenta la resistencia a las plagas
Promoción del crecimiento de las plantas Tolerancia a enfermedades Mejoramiento en la toma de nutrientes Mejoramiento en la utilización del agua Tolerancia al estrés	Microfauna en general Hay un mejor desarrollo de las raíces
Control natural de plagas	Protección contra plagas
Formación de humus	Hongos, protozoarios y bacterias
Formación de agregados estables	Hongos, protozoarios, bacterias y macrofauna

(2013), SENA.

https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/handle/11404/2785/practicas_campo_laboratorio_suelos.pdf;jsessionid=0E9C4C980C27BAC1210A761AB47DCDC6?sequence=1

El anterior esquema presenta una íntima relación entre los componentes biológicos con otras categorías básicas (Bertalanffy, 1998) como la materia orgánica en descomposición, el nitrógeno y las redes tróficas que permiten la circulación de nutrientes disponibles para los diferentes organismos.

d. Formación e historia de los suelos (procesos de meteorización y transformación asociados a la actividad biológica)

La formación del suelo, según Maldonado (2020), es un proceso de fragmentación de la roca debido a algunos factores como la temperatura, el agua, el tiempo, el viento y los organismos que la afectan: “los suelos deben su origen o formación por la acción desintegradora que sufren los macizos rocosos preexistentes o rocas madres, debido a factores medioambientales, procesos de meteorización in situ (físicos, químicos y biológicos) y procesos de erosión (transporte de suelos)” (P. 10).

El suelo, se puede concebir también como un sistema abierto que permite durante el tiempo, la incorporación de especies vegetales, dependiendo de la disponibilidad de factores como la temperatura, el agua, el viento y la materia orgánica en descomposición, generando un estado de equilibrio; en efecto,

todo organismo viviente es ante todo un sistema abierto. Se mantiene en continua incorporación y eliminación de la materia, constituyendo y demoliendo componentes, sin alcanzar, mientras la vida dure, un estado de equilibrio químico y termodinámico, sino manteniéndose en un estado llamado uniforme (*Steady*) que difiere de aquel (Bertalanffy, 1998, p. 38).

A continuación, se expondrán algunas ideas que sustentan la formación del suelo, considerando los factores asociados.

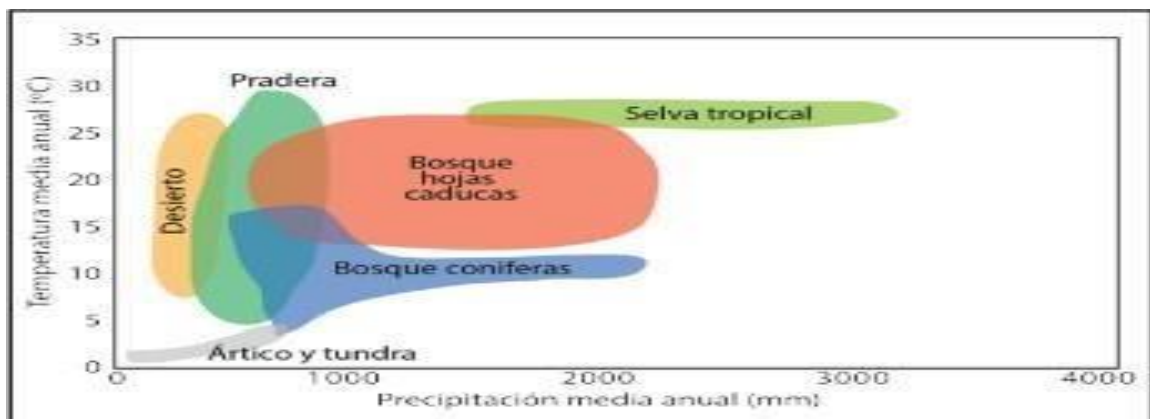
En primer lugar, hay que decir que la formación de los suelos tiene como uno de sus factores más importantes el clima; ejemplo de ello es la precipitación encargada de demoler la roca denominada material parental (Bertalanffy, 1998). En ese mismo sentido Zansamo (2019) sostiene que “la precipitación efectiva es aquella parte de la lluvia que ingresa efectivamente al suelo, lo que permite que el agua, esencial para todas las reacciones de meteorización química, llegue a la regolita” (p. 2).

Otro ejemplo de cómo el clima ejerce un efecto en la formación del suelo es la temperatura: si esta aumenta, entonces, se generará el ciclo del agua, desprendiendo lluvias que

fragmentan la roca: “si las temperaturas son altas y el agua es abundante en el perfil, el proceso de meteorización y lavado será máximo. (..) La temperatura también ejerce una marcada influencia en el tipo y cantidad de vegetación presente en un área y con esto en la cantidad y clase de materia orgánica producida” (p. 4); además, estas variaciones también permiten conocer las propiedades físicas del suelo, pues, “con el incremento de la misma el color del suelo es más rojizo, las bases se lavan más completamente, el contenido de materia orgánica y nitrógeno es menor, mientras que el contenido de arcilla es mayor” (Zansamo, 2019, p. 4).

Además de las anteriores influencias del clima en la formación del suelo, también hay que indicar que este permite la aparición de determinado número de plantas, trayendo como consecuencia un equilibrio termodinámico (Bertalanffy, 1998), en donde circula la materia y la energía a los demás eslabones de la pirámide trófica. A este respecto, Zansamo (2019) afirma que “la influencia del clima (régimen de lluvias y de temperatura) sobre la vegetación natural” (p.4). El esquema 11 presenta algunos efectos del clima en la vegetación.

Esquema 11. Efecto del clima sobre la vegetación natural.



Nota. Tomado de los factores de formación del suelo, Zansamo, 2009, https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/handle/11404/2785/practicass_campo_laboratorio_suelos.pdf;jsessionid=0E9C4C980C27BAC1210A761AB47DCDC6?sequence=1

Ahora bien, se ha considerado a la temperatura como uno de los factores que influye en la formación del suelo. Sin embargo, también existen otros que colaboran con dicho fenómeno, a saber, la lluvia; esta puede arrastrar los minerales presentes en el suelo, pero la materia vegetal en descomposición evita la erosión (como sucede con la hojarasca, que produce ácidos orgánicos que liberan hierro y aluminio y que se puede acumular en el horizonte B).

En palabras de Zansamo (2019):

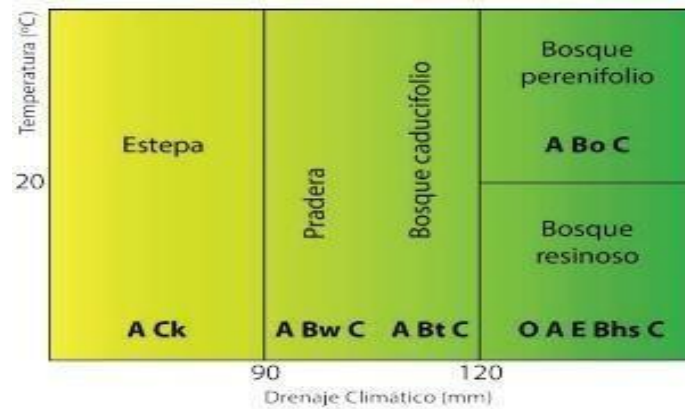
La vegetación también actúa como agente protector del impacto de la gota de lluvia, reduce la velocidad de escurrimiento y la erosión, y hace más lenta la remoción de los minerales desde la superficie hacia las capas inferiores del subsuelo. Por otra parte, los ácidos orgánicos producidos a partir de ciertos tipos de hojarasca de plantas contienen hierro y aluminio en solución que forman complejos que aceleran el movimiento descendente de estos metales y su acumulación en el horizonte B (p. 5).

En síntesis, podría decirse que existen diferencias entre suelos que son formados por diferentes climas. Por ejemplo, en el caso de una roca expuesta a la humedad o al calor, permitirá un proceso de degradación; caso contrario si una roca se encuentra dentro de un clima frío y seco, pues esta será más resistente a la fragmentación. Así lo sostiene Zansamo (2019):

Si estamos en un relieve normal de clima cálido y húmedo, con material originario permeable y alterable, la meteorización y la evolución del perfil serán mucho más rápidas que en un sitio con pendiente, en un clima frío y seco y con materiales resistentes a la alteración (p. 9).

Por otra parte, en lo que respecta a la formación de los suelos, el drenaje climático y la temperatura son los encargados de especificar el tipo de suelo: “Una idea muy generalizada de los principales tipos de suelo en función del drenaje climático y de la temperatura (...)” (Zansamo, 2019, p. 4). El esquema 12 presenta el perfil del suelo que se forma gracias a la relación entre la temperatura y el drenaje.

Esquema 12. Relación entre la temperatura, el drenaje climático y los tipos de suelo.



Nota. Tomado de los factores de formación del suelo, Zansamo, 2009, https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/handle/11404/2785/practicass_campo_laboratorio_suelos.pdf;jsessionid=0E9C4C980C27BAC1210A761AB47DCDC6?sequence=1

Así mismo, la hojarasca de especies como coníferas atrapan los siguientes minerales: calcio, magnesio y potasio, pero los bosques a comparación de bosques de los andes andino tienen hojas caducas recolecta mayor número de nutrientes como lo expresa Zansamo (2019, p. 5)

Si la hojarasca que llega al suelo es de especies coníferas (pinos, cipreses, abetos, etc.) solo una pequeña parte del calcio, magnesio y potasio serán reciclados, mientras que si el bosque está compuesto por especies de hojas caducas (por ejemplo, lenga, ñire o coihue en la Patagonia argentina) el reciclaje será mayor por mayor disponibilidad de estos para la absorción radicular.

Eventualmente, las plantas atrapan polvo disperso por el viento este contiene limo y arcilla por otro lado las raíces pueden tomar nutrientes tales como nitrógeno, fósforo, potasio y azufre Zansamo (2019, p. 6) “La vegetación dispersa altera las propiedades del suelo de varias maneras: las plantas retienen polvo arrastrado por el viento, generalmente rico en limo y arcilla...”

Como se mencionó al inicio de este apartado, uno de los factores que influyen en la formación de los suelos son los organismos. A este respecto, vale la pena resaltar la labor biológica de las lombrices, no solamente por ingerir partículas para transformarla en nutrientes a través de sus productos de desecho, sino también por su movimiento, ya que con este forman poros en el suelo y así “airean y remueven el suelo e incrementan la estabilidad de los agregados y la infiltración de agua” Zansamo (2019, p. 5).

También, otros organismos como las termitas o las hormigas colaboran en la formación del suelo. Las termitas, por su parte, crean montículos que son agregados de diferentes sustancias que hacen parte de sus nidos y que usan tierra, deposiciones fecales y la saliva; en el caso de las hormigas se puede decir que estas utilizan tierra y materia vegetal. Estos organismos, al transportar “material desde un horizonte a otro” Zansamo (2019, p. 5), realizan procesos biológicos que cambian la formación natural del suelo.

Por último, no está de más señalar la acción de las bacterias en este proceso de formación del suelo: “Las bacterias autótrofas son capaces de realizar los procesos de amonificación y nitrificación para oxidar el nitrógeno a nitrato o bacterias que oxidan el azufre a sulfato para poner a ambos en las formas disponibles para las plantas” Zansamo (2019, p. 6).

A continuación, se abordará el factor del tiempo en la formación del suelo. Si el suelo está completamente formado, entonces, se conocen como maduro, que al transcurrir el tiempo “se transforma en un suelo viejo o senil, en el cual las características adquiridas predominan netamente, siendo difícil distinguir las heredadas del material original y con presencia de materiales muy resistentes a la alteración” Zansamo (2019, p. 9).

Retomemos, la formación del suelo iniciara con el crecimiento de los líquenes y musgos sobre la capa rocosa durante un periodo de 100 años acelerando la aparición de polvo; posteriormente, estas especies vegetales se transformarían en materia orgánica aumentando el

proceso descomposición; así lo expresa Zansamo (2019) “Durante los primeros 100 años, líquenes y musgos se establecen en la roca desnuda y comienzan a acelerar la ruptura y acumulación de polvo y materia orgánica” (p. 10).

Después, en los siguientes años las raíces de pastos, arbustos y árboles pequeños se sujetan en las partículas de la roca desintegrada, después estas se convierten en la materia orgánica que harán parte de la formación del perfil A y C: “Dentro de unos pocos años, pastos, arbustos y árboles pequeños han ocupado con sus raíces una capa de roca desintegrada, lo que contribuye en gran medida a la acumulación de materiales orgánicos y a la formación de los horizontes de A y C” Zansamo (2019, p. 10).

Finalmente, se acumula la hojarasca formando el horizonte O, luego el horizonte A empieza a desarrollar una estructura granular estable y se forma el horizonte E porque el agua se encargará de arrastrar los óxidos de hierro, ácidos orgánicos y las arcillas:

Durante los siguientes 100 años, más o menos, se establecen especies arbóreas y se multiplica la actividad de pequeños organismos que transforman la hojarasca generando el horizonte O. El todavía delgado horizonte A comienza a oscurecerse y a desarrollar una estructura granular estable. Pronto aparece, por debajo del horizonte A una zona de color blanquecino (horizonte E) en la que los productos solubles de la meteorización, los óxidos de hierro y las arcillas se mueven hacia abajo junto con el agua y los ácidos orgánicos provenientes de la capa de hojarasca Zansamo (2019, p. 10)

Para concluir este apartado, se puede decir que el suelo como sistema está representado por factores climáticos y componentes biológicos que transformaran la materia en descomposición y las rocas, permitiendo la formación de los diferentes estratos del suelo con un determinado color, textura y estructura conteniendo un conglomerado de nutrientes que circularán entre las categorías básicas como la fauna o la flora dentro de diferentes eslabones ubicados dentro de los niveles tróficos (Bertalanffy, 1998).

e. Estratos del suelo

Los estratos del suelo son capas que se diferencian de acuerdo con las propiedades físicas, biológicas o químicas que estos presentan; se caracterizan dependiendo de la cantidad de materia en descomposición y las partículas como arena, limo y arcilla. Esta comprensión la sostiene Fadda (p. 2; 2017):

Un horizonte puede ser definido como una capa de suelo aproximadamente paralelo a la superficie de la tierra, que se diferencia de las capas adyacentes genéticamente relacionadas por sus propiedades físicas, químicas o biológicas o por características tales como color, estructura, textura, consistencia, clase y número de organismos presentes, grado de acidez o de alcalinidad, etc.

El suelo, entonces, es configurado como sistema porque está estructurado a partir de un patrón organizado –conocido como perfil– y que está constituido por diferentes horizontes, los cuales presentan diferentes interrelaciones entre la textura (partículas como arena, limo y arcilla), el color, el pH y los organismos. De acuerdo con Capra (1998) “La idea de un patrón de organización –una configuración de relaciones características de un determinado sistema–” (p.36).

El perfil o patrón organizado del suelo (Capra, 1998) se considera como cortes verticales planos u horizontes superpuestos que están conformados, cada uno, por un determinado volumen y color representativo. En consonancia con Fadda (2017) “el concepto de perfil, que es un corte vertical plano del suelo, es sustituido por el de pedón considerado como un volumen, en el cual los horizontes constituyen capas superpuestas” (p. 2).

Dichos horizontes del suelo están constituidos por materia orgánica en descomposición y por rocas que comienzan a fragmentarse por las condiciones meteorológicas como la lluvia, humedad o la temperatura. Esta relación da origen a un nuevo estrato determinado por un color o textura, como lo indica Fadda (2017): “La formación y la evolución del suelo bajo la influencia de los factores y procesos pedogenéticos conduce a la diferenciación de capas o

estratos sucesivos de textura, de estructura, de color y de otras propiedades diferentes, llamadas horizontes” (p. 2).

Por otra parte, el suelo está representado por los siguientes horizontes H, O, A, E, B, C, R que indican las propiedades físicas del suelo, como lo explica Fadda (2017) “Las letras mayúsculas H, O, A, E, B, C, R son utilizadas para designar y representar a los horizontes principales y capas de suelo” (p. 2). La Tabla 14 expone los diferentes horizontes del suelo, junto a una breve descripción. *Horizontes del suelo*

Tabla 14. Horizontes del suelo.

Código	Descripción
Horizontes orgánicos	
H	Horizonte formado a partir de la acumulación en la superficie del suelo de materiales orgánicos. Están saturados con agua por periodos prolongados, o lo estuvieron y ahora son drenados artificialmente. Comunes en suelos pantanosos.
O	Horizonte dominado por la acumulación de material orgánico sobre la superficie. Los horizontes O no están saturados con agua por periodos prolongados. Comunes en suelos forestales.
Horizontes minerales	
A	Horizonte superficial o subsuperficial con acumulación de materia orgánica, usualmente de colores más negruzcos y/o con menor contenido de arcilla que los horizontes subyacentes.
E	Horizonte subsuperficial caracterizado por la pérdida de arcilla, hierro, aluminio o alguna combinación de estos; usualmente de colores más claros que el color de los horizontes suprayacentes A y subyacentes B.
B	Horizonte mineral caracterizado por una o más de las siguientes: una concentración de arcilla, hierro, aluminio o una combinación de estos; una mejor estructuración edáfica que los horizontes subyacentes y suprayacentes; colores más fuertes (croma alto y/o matiz rojizo) que los horizontes suprayacentes y subyacentes.
C	Material consolidado o no consolidado, usualmente intemperizado químicamente, muy poco afectado por procesos edafogenéticos.
R	Duro y fuertemente cementado. Lecho rocoso, que no puede ser penetrado por el cuchillo edáfico.

Nota. Tomado de Tomado de FAO “Horizontes del suelo” (2009)

Los anteriores horizontes están compuestos por propiedades esenciales (Capra, 1998) que se relacionan como el material orgánico, el agua, las partículas, los minerales y la roca madre, esta organización ha sido afectada tanto por fenómenos naturales como por algunas actividades humanas:

La definición de degradación de suelo por erosión corresponde a la pérdida de la capa superficial de la corteza terrestre por acción del agua y/o del viento, que es mediada por los seres humanos, y trae consecuencias ambientales, sociales, económicas y culturales IDEAM (2015, p. 18)

Estas actividades invitan al hombre a reemplazar la capa vegetal por el crecimiento poblacional. Actividades económicas como la minería, la infraestructura y el arrojado de basuras continuamente deterioran los horizontes A o E, haciendo que el suelo pierda sus minerales y su estructura porosa a causa de la erosión. La Tabla 15 define dos tipos de erosión.

Tabla 15. Tipos de erosión

Erosión hídrica	Erosión eólica
Proceso de pérdida de la capa superficial del suelo por disgregación y transporte de las partículas debido a la acción del agua (gotas de lluvia y escurrimiento superficial).	Proceso de pérdida de la capa superficial del suelo por disgregación, remoción y transporte de las partículas del suelo por la acción del viento, barridas, arrastradas o levantadas por el aire.

Nota. Tomado de Tomado de “Suelos y biodiversidad”, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, pos sus siglas en inglés), (2015).
<https://www.fao.org/3/i4551s/i4551s.pdf>

En consecuencia, acciones humanas como el uso indebido de fertilizantes afectan el suelo

como sistema, ya que al generar cambios en las propiedades físicas de este (textura, densidad y color) afectan, posteriormente, la micro y macrofauna, las cuales participan en los procesos de nutrición, de acuerdo con el IDEAM (2015) “la calidad y degradación del suelo; luego se presentan las consecuencias o “Impactos” (pérdida de fertilidad de las tierras, baja productividad, colmatación de embalses, cambios en estructura y función del recurso)” (p. 19).

2.3. EL SUELO COMO CONDICIÓN EN LOS ECOSISTEMAS: FLUJOS E INTERACCIONES

En el siguiente apartado se podrá apreciar el suelo no como una superficie, sino como un sistema en donde interactúan factores ambientales y componentes biológicos en la circulación de la materia y la energía. En este orden de ideas, se presentarán dos aspectos: en el primero se abordarán *las relaciones entre el suelo y las condiciones ambientales de agua, luz solar y aire*, que permiten considerar al suelo como una red de interconexiones organizadas en donde cada factor se le atribuye una determinada función; en el segundo, *los ciclos catalíticos en el suelo como una evidencia de los flujos de materia y energía en los ecosistemas*, esta puede fluir a través de las pirámides ecológicas, las redes tróficas o los ciclos biogeoquímicos.

a. Relaciones del suelo con las condiciones ambientales de agua, luz solar y aire

En el suelo como sistema, las condiciones ambientales como el agua, la luz solar y el aire participan en el transporte de nutrientes importantes como el oxígeno, el carbono y el nitrógeno para el desarrollo y crecimiento de las plantas, estos elementos circulan a partir de los poros del suelo hasta las raíces, las cuales toman los minerales disponibles.

De igual forma, los espacios porosos son importantes para el suelo, porque permiten la

circulación del aire y el agua, pero si esta última presenta una alta presencia puede disminuir el oxígeno, afectando la raíz. Al respecto, Lorente (2001) sostiene que:

este espacio poroso es vital para las plantas, puesto que sirve como almacén de agua y aire. El aire, el oxígeno, es vital para la respiración de las raíces; cuando por cualquier motivo (Vr. gr. Sobresaturación de agua en el suelo durante un prolongado periodo) las raíces no disponen de oxígeno ocurre la asfixia radicular (p. 50).

Teniendo en cuenta que “la naturaleza es percibida como una red interconectada de relaciones, en la que la identificación de patrones específicos como depende del observador humano y del proceso de conocimiento” Capra (1998, p. 77), se puede evidenciar que las condiciones ambientales como el agua, el dióxido de carbono o el oxígeno presentan una redinterconectada con las rocas y los componentes biológicos presentes en el suelo.

De otra parte, es importante mencionar la participación del agua en el ecosistema, porque permite el crecimiento de las plantas y la circulación de los nutrientes que esta necesita. En efecto, “la presencia del agua es vital para el crecimiento de las plantas, no solo porque estas necesitan de ella para realizar sus procesos fisiológicos, sino también porque el agua contiene nutrientes en solución” Lorente (2001, p 50). Además, durante el proceso de transpiración vegetal parte del agua se ubica en la hoja de la planta que en conjunción con la luz solar y el dióxido de carbono genera materia orgánica como fuente de energía. Este proceso es explicado por Lorente (2001):

Parte del agua se evapora en la atmósfera, pero los nutrientes y parte del agua quedan retenidos en la hoja, la cual, gracias a la energía solar, el dióxido de carbono, el agua y los nutrientes, sintetizan materia orgánica vegetal (p. 50).

Así mismo, el agua se filtra en las rocas y, especialmente en temperaturas bajo cero, se encarga de degradar las rocas, como lo explica Lorente (2001) “La presión de los cristales de hielo que se crean para romper peñascos y la roca madre” (p. 41).

También la temperatura entre el día y la noche pueden fragmentar las rocas –especialmente en el desierto donde los cambios de temperatura son muy fuertes–; de acuerdo con Lorente

(2001) este fenómeno es “común en el desierto, donde la oscilación térmica entre el día y la noche es muy fuerte” (p. 41).

Otra relación que se da entre el agua y el dióxido de carbono es aquella en la que se disuelven para formar ácido carbónico (H_2CO_3), que fragmenta la piedra caliza que, además de estar compuesta por arcilla, contiene carbonato de calcio. Este material, al ser descompuesto, permitirá el desarrollo de cuevas y túneles, como lo afirma Lorente (2001):

Cuando el dióxido de carbono se disuelve con agua, una parte se combina con ella, produciendo ácido carbónico. Este ácido, a su vez, disuelve el carbonato de calcio de la piedra caliza; la circulación del agua en esta roca permeable puede dar lugar a cuevas y túneles (p. 41).

Las condiciones ambientales mencionadas durante esta sección son importantes porque permiten comprender el suelo como una red interconectada de relaciones en donde circulan elementos esenciales para la vida a través de los poros hacia las plantas. Tal perspectiva también posibilita entender la aparición de partículas como limo, arcilla o arena provenientes de las rocas a partir de las precipitaciones; si uno de estos factores ambientales dejará de existir, podría afectar el suelo como sistema.

b. Ciclos catalíticos en el suelo como una evidencia de los flujos de materia y energía en los ecosistemas

La energía proveniente de la luz solar es captada por las plantas y se encarga de romper los enlaces moleculares, posteriormente se transforma en la energía potencial de los alimentos que se convierte en calor o trabajo. De acuerdo con Odum (2008),

el comportamiento de la energía se describe mediante las siguientes leyes: la primera ley de la termodinámica o ley de la conservación de la energía establece que la energía no se crea ni se destruye, sólo se transforma. Por ejemplo, la luz es una forma de energía que puede transformarse en calor, trabajo o energía potencial de los alimentos, dependiendo del caso, pero nada de ella se destruye (p. 78).

En lo que respecta a la materia, está representada por un animal, una planta, un microorganismo o un grupo trófico que se puede transformar bajo el intervalo del tiempo.

Según Odum (2008), “aunque el término producción designa una cantidad de materia

orgánica acumulada, siempre se entiende o supone que hay un elemento de tiempo de por medio (por ejemplo, un año en la producción de cosechas agrícolas)” (p. 78).

La materia y energía, entonces, pueden fluir a través de la pirámide ecológica exactamente a través de los diferentes eslabones, luego, esta regresa al suelo para brindarle a las plantas, como primer nivel trófico, la energía para desarrollarse:

Las pirámides tróficas son las relaciones entre el número, la biomasa y el flujo de energía (metabolismo) a nivel de comunidad biótica se pueden mostrar gráficamente mediante un diagrama de pirámide ecológica, donde el primer nivel trófico o nivel productor constituye la base y los niveles sucesivos tróficos forman los escalones (Odum, 2008, p. 102).

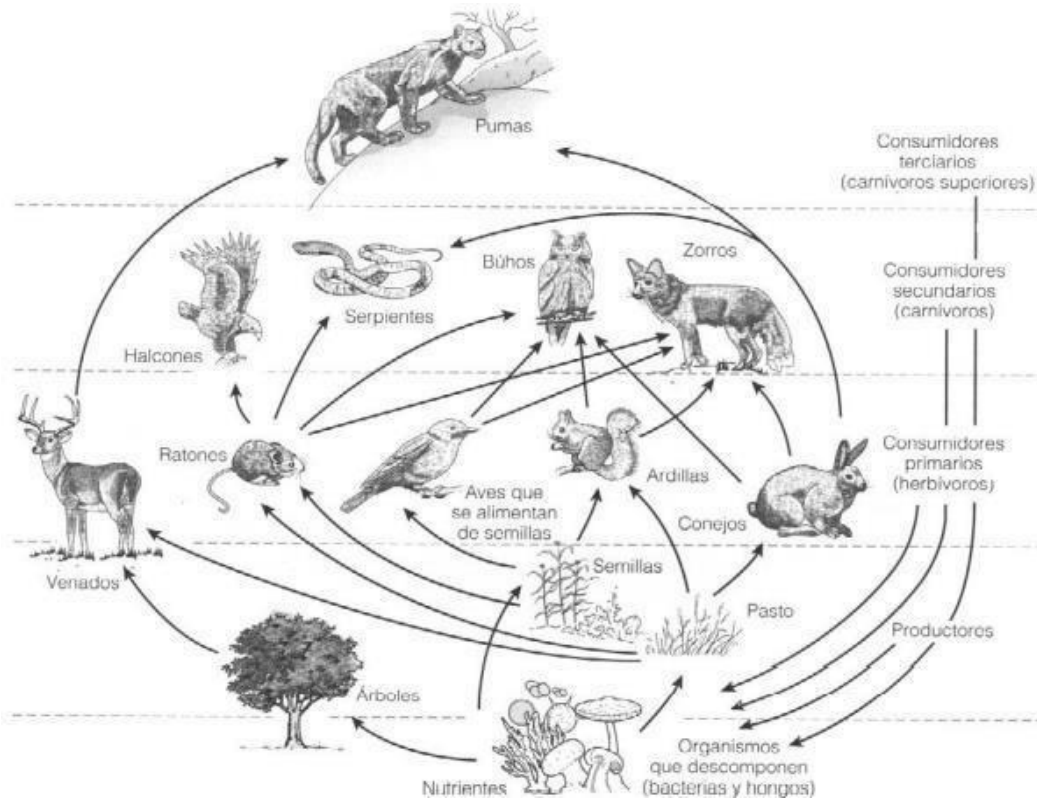
Esa energía, además de transformarse, se va degradando en cada eslabón o nivel trófico y es aprovechada por la comunidad biótica que hace parte de la pirámide trófica. Lo anterior está respaldado por la termodinámica, pues según Odum (2008)

La segunda ley de la termodinámica o ley de la entropía puede establecerse de diversas maneras, incluyendo la siguiente: ningún proceso que incluya transformación de energía ocurrirá de manera espontánea a menos que conlleve la degradación de energía de una forma concentrada hacia una forma dispersa (p. 78).

También se puede apreciar en la naturaleza una red interconectada denominada redes tróficas que se podría considerar como patrón debido a las relaciones que se presentan “La naturaleza es percibida como una red interconectada de relaciones, en la que la identificación de patrones específicos como depende del observador humano y del proceso de conocimiento” Capra (1998, p. 77).

Esas relaciones se manifiestan a través de las pirámides tróficas en donde las plantas como productores inician el proceso nutriéndose de la energía solar transmitiendo esa materia y energía a los demás niveles tróficos, así lo explican Miller & Levine (2010): “cada paso en una red alimentaria se llama nivel trófico. Los productores primarios siempre forman el primer nivel trófico. Varios consumidores ocupan cada uno de los otros niveles”. El esquema 12 se puede apreciar la red alimentaria

Esquema 13. Red alimentaria.



Nota. Tomado de “Fundamentos de ecología”, Odum, (2006), Fundamentos de ecología (PDFDrive).pdf

Otro patrón que podemos distinguir son los ciclos biogeoquímicos, los cuales permiten el flujo de elementos esenciales para la vida entre organismos y la biosfera (litosfera, hidrosfera y atmósfera) como una manera de reciclar los nutrientes. Para Odum (2008) “estas vías más o menos cíclicas se denominan ciclos biogeoquímicos. El desplazamiento de estos elementos y compuestos inorgánicos, fundamentales para la vida, puede designarse de manera conveniente como reciclado de nutrientes” (p. 78).

A continuación, se presentan los elementos esenciales para nutrir a las plantas en el suelo. En primer lugar, está el nitrógeno, que participa en el crecimiento de las plantas y mantiene el color verde en las hojas. Este elemento es fijado por las bacterias bajo una relación con los productores. De acuerdo con Odum (2008), “el nitrógeno entra de manera continua a la

atmósfera por acción de las bacterias desnitrificadoras y retorna continuamente al ciclo a través de la acción de los microorganismos fijadores de nitrógeno (biofijación) y por la acción de los rayos y otros tipos de fijación física” (p. 143).

Teniendo presente las funciones de los patrones (Capra, 1998), nos permitirán predecir los eventos que, a futuro, ocurrirán sobre el suelo al ser regidos por las dinámicas de la naturaleza. Un ejemplo de lo anterior es el flujo del aire, que sería el patrón (Capra, 1998), acompañado de arena proveniente del desierto de Gobi y Sahara, este contiene una alta concentración de nitrógeno, el cual es desplazado desde estos desiertos por el océano Atlántico hasta el suelo del Amazonas: “Como resultado, la fijación de nitrógeno es un proceso estacional y controlado por el patrón de caída de polvo sobre el mar, procedente de los desiertos de Gobi y del Sahara, y de corrientes ascendentes o fuentes costeras” Odum, (2008, p. 143).

En segundo lugar, está el fósforo. Este es liberado a partir de la fragmentación de la roca y usado, posteriormente, por las plantas: “El fósforo, un constituyente necesario del protoplasma, tiende a circular en compuestos orgánicos en forma de fosfato PO_4^{3-} el cual queda de nuevo disponible para las plantas” Odum (2008, p. 149).

El fósforo hace parte de las redes tróficas y regresa al suelo a partir del guano excretado por las aves marinas para, nuevamente, hacer parte de las plantas permitiéndoles formar las raíces y madurar los frutos. En este contexto, se menciona que “de manera contraria a las creencias populares, las aves marinas sólo desempeñan un papel limitado en devolver el fósforo al ciclo (un testigo son los depósitos de guano ubicados en la costa del Perú)” Odum (2008, p. 149).

En tercer y último lugar está el carbono; éste al combinarse con otros elementos sintetiza los carbohidratos que necesita la planta. El carbono, debido a la quema de combustibles fósiles y a la tala de árboles, ha aumentado gradualmente en la atmósfera en comparación con suelo:

Como ya se dijo, el acervo atmosférico de carbono es muy pequeño en comparación con la cantidad de carbono existente en los océanos, combustibles fósiles y otros sitios de almacenamiento en la litosfera. El uso de combustibles fósiles, junto con la agricultura y la deforestación, está contribuyendo al continuo aumento de CO₂ en la atmósfera Odum (2008, p. 149).

Por ejemplo, el carbono hace parte de un ciclo biogeoquímico que ha sido alterado por patrones externos (Capra, 1998) como la eliminación de bosques o quema de combustibles, aumentando el calentamiento global. Este desequilibrio inició y se desencadenó progresivamente desde la revolución industrial:

Antes de 1850 (antes de la Revolución Industrial), la concentración de CO₂ en la atmósfera era aproximadamente de 280 ppm. Durante los últimos 150 años, el CO₂ atmosférico ha aumentado a más de 370 ppm. Este aumento ha provocado preocupación respecto al efecto invernadero, que consiste en un calentamiento del clima de la Tierra que se atribuye al aumento de concentración de CO₂ y algunos otros contaminantes gaseosos en la atmósfera Odum (2008, pág. 149)

3. PROFUNDIZACIÓN TEÓRICA PEDAGÓGICA

En el presente capítulo se desarrollan reflexiones sobre el papel de la experiencia fundamentada en las vivencias y la experimentación que consolida el uso de elementos para la construcción de nuevas explicaciones, también la observación cargada de un contenido teórico que requiere la participación de los órganos de los sentidos para comprender la dinámica del suelo.

3.1. EL PAPEL DE LA EXPERIENCIA Y LA EXPERIMENTACIÓN EN LA INCORPORACIÓN DEL SUELO COMO OBJETO DE ESTUDIO EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS NATURALES EN ESTUDIANTES DE BÁSICA PRIMARIA

Para el docente de Ciencias Naturales, el experimento es una herramienta que va más allá de la comprobación de la teoría descrita en los textos escolares; en efecto, quien experimenta se interesa por conocer con mayor profundidad el comportamiento de un fenómeno natural que requiere el uso de ciertos elementos para la consolidación de nuevas explicaciones. De acuerdo con Sandoval (2013), “en la historia de las ciencias se puede encontrar que el experimento ha ocupado en distintos momentos roles diferentes en la conformación de ámbitos de explicación de los fenómenos naturales” (p. 2), de tal manera que, si la forma de proceder de la ciencia es la experimentación, es propicio en las prácticas cotidianas del aula.

En el presente apartado se expondrán los diferentes elementos que pueden contribuir a que, el maestro de ciencias naturales aborde el suelo como un objeto de estudio en el aula desde la experiencia y la experimentación, a saber: 1) *procesos de formalización* (uso de magnitudes y formas de medida); 2) *la construcción de los propios postulados científicos* (planeación y aplicación de montajes experimentales para la construcción de teorías); 3) *recreación del experimento* (espacio que permite al estudiante proponer nuevas preguntas o rutas experimentales para explicar eventos de la naturaleza).

En primer lugar, en lo que respecta a los *procesos de formalización*, habría que resaltar que la actividad experimental no reduce su estudio a la observación y a ejemplos por destacar, sino que se orienta hacia algunos procesos de formalización, tales como el uso de magnitudes y formas de medida pertinentes para la elaboración de nuevas maneras de comprensión, como lo indican Sandoval *et al.*, (2006): “La organización de la experiencia y procesos de formalización como la construcción de magnitudes y formas de medida” (p. 2).

Mediante estas magnitudes y formas de medida, el estudiante tiene la posibilidad, durante la experimentación, de tomar registro detallado de los cambios presentados en el objeto de estudio (en nuestro caso, el suelo), posibilitando con ello la construcción de explicaciones, preguntas o refutaciones de lo aprendido.

En este orden de ideas, es válido afirmar que la comprensión de un fenómeno perteneciente a la naturaleza inicia con la continua observación; posteriormente, con la organización de las propias experiencias y de lo cual se sigue la actividad experimental como una forma de acercarse al fenómeno estudiado. De acuerdo con Sandoval *et al.*, (2006)

Las descripciones e interpretaciones que demanda la comprensión de una fenomenología exigen la organización de una serie de experiencias y observaciones intencionadas, esto es una descripción detallada del fenómeno, la cual está imbricada en la actividad experimental que exige una comprensión conceptual que acompañe a la intervención y disposición experimental (p. 4).

Ahora bien, es posible que dentro de algunas instituciones educativas de básica primaria no se cuenten con los laboratorios, instrumentos, equipos y materiales técnicos para la medición. Sin embargo, tal carencia está lejos de ser un impedimento para la aplicación de procesos de formalización, pues existe la posibilidad de acudir a métodos básicos para realizar esta actividad. Así, por ejemplo, la comparación puede ser una técnica válida para la formalización; o, también, la aplicación de magnitudes y esquemas de medición de su propia autoría, de acuerdo con Sandoval (2013).

En este sentido, la actividad experimental no puede ser reducida a hechos de observación ni a ejemplificar las aplicaciones de la teoría, pues no basta con poner de presente algunas organizaciones o montajes experimentales para que se deriven de allí las construcciones teóricas o se comprendan las que se han dado en la ciencia. (p. 2).

En segundo lugar, *la construcción de los propios postulados científicos* es un proceso ligado a la actividad experimental que debe estar orientado por la planeación y aplicación de montajes experimentales para la construcción de teorías. Sandoval *et al.*, afirman al respecto: “La actividad experimental propicia la construcción o ampliación de una base fenomenológica o de hechos de observación que serían estructurados a partir de una cierta teoría” (p. 5).

Como lo afirma la anterior cita, la teoría y la práctica experimental enriquecen la actividad científica permitiendo al estudiante ampliar la explicación del comportamiento del suelo, no desde sus vivencias, sino a través de un rígido seguimiento de los cambios evidenciados en las dinámicas que emergen de este.

La actividad científica es rigurosa y ordenada, lo que posibilita al estudiante tener un contacto íntimo con el fenómeno a analizar para la elaboración de explicaciones cercanas, en este caso, a la organización del suelo como sistema, pero este estudio dentro del rol educativo ha alcanzado un nivel descriptivo dando a conocer características memorísticas, reduccionistas y fragmentadas, como lo afirma Sandoval (2013):

Como consecuencia de esto, las explicaciones sobre lo que ocurre, sólo se pueden dar en términos de una organización de lo que se percibe. Para algunos pensadores este tipo de elaboraciones son consideradas como meramente descriptivas y con poco carácter explicativo (p. 4).

Por último, en relación con la *recreación del experimento*, no cabe duda de que la experiencia está arraigada a las vivencias del observador y el experimento es la herramienta para explicar un evento de la naturaleza, estos aspectos deben trabajar en conjunto para encontrar las cualidades fundamentales del objeto de estudio que amplían las explicaciones de índole científico. Todo esto permitirá discutir el fenómeno con mayor propiedad porque sus

explicaciones son organizadas para ser comprendidas.

De esta manera, el observador o investigador no debe seguir el experimento y la teoría como recetario informativo, sino recrearlo, comprendiendo que el experimento se limita en los textos escolares a presentar un contenido de instrucciones estandarizadas en donde algunas ocasiones el maestro lleva a la práctica los experimentos sin previa planeación, impidiendo al estudiante ser creativo. Como lo indican Sandoval *et al.*, (2006) “Consideramos que la actividad experimental debe dejar de ser una actividad estandarizada, contingente, circunstancial o improvisada en las clases de ciencias” (p. 2).

Ese recetario informativo en el que se presenta el experimento en el texto escolar no le da la posibilidad al observador de hacerse preguntas o seguir otras rutas experimentales para comprender el comportamiento del fenómeno estudiado desde una visión científica que permita generar discusiones explicativas desde la experiencia.

Las discusiones descriptivas son procesos mentales que acuden a las comparaciones indicando diferencias y semejanzas entre las cualidades que percibe a primera vista el observador del fenómeno a estudiar, como lo indica Sandoval (2013):

Se hace necesario, por ejemplo, construir descripciones en donde se discriminan factores o efectos que han adquirido importancia, comparaciones en las que se establece un criterio de orden o de agrupación y se establecen relaciones entre los distintos criterios bajo las cuales se realizan los anteriores procesos mentales (p. 9).

Una vez se lleven a cabo esas descripciones, es posible la discusión formal que aparece durante el experimento. Desde este momento el investigador construye nuevos procedimientos, esquemas, palabras, dibujos o signos que permiten generar explicaciones respaldadas con material que da testimonio de lo aprendido. En palabras de Sandoval (2013), la formalización se comprende, también, como “la construcción de palabras, signos, dibujos, procedimientos, proposiciones, entre otras, que permiten empezar a hablar del fenómeno” (p. 9).

Desde que el observador incursiona en la actividad experimental, transformará radicalmente su experiencia al permitirle vivenciar procedimientos recreados por sí mismo a partir de sus propias explicaciones. Este proceder le permitirá apropiarse de explicaciones más profundas y de carácter científico. De acuerdo con Sandoval (2013):

En síntesis, se podría afirmar que el experimento genera la ampliación de la experiencia y dinamiza la teorización de esa experiencia; es decir, poner en juego algunas actividades experimentales permite a la vez transformar la experiencia y elaborar, hacer, explicaciones teóricas (p. 12).

En este sentido, la actividad experimental debe proponer al estudiante quien hace el papel de observador ejercicios de interés y no imposiciones sugeridas por los textos escolares o docentes, puesto que estas últimas coartan el deseo por aprender con los lentes de la ciencia este error se fundamenta en que el maestro de Ciencias Naturales se ha limitado a verificar los conceptos construidos por la ciencia a través de la experimentación y no invita al estudiante a intervenir en la búsqueda de nuevos eventos en el suelo que hasta ahora no han sido estudiado por la ciencia, como lo afirma Sandoval (2013): “Por ende, se considera que desde el punto de vista pedagógico, la actividad experimental es poco relevante cuando se la reduce a la verificación de relaciones conceptuales construidas en el campo de la ciencia, especialmente si se tiene en cuenta su contribución a las búsquedas y posibilidades de comprensión de los estudiantes” (p. 6).

El maestro dentro de la educación básica tiene la posibilidad de permitir al estudiante la experiencia basada en vivencias y creencias, así mismo, la experimentación en la comprensión del comportamiento de eventos naturales, de esta manera podrá desarrollar un ejercicio reflexivo fundamentado en la experiencia sensible que le posibilita al estudiante relacionarse directamente con el suelo como objeto de estudio, pues “en algunos casos se puede partir de la experiencia sensible que los sujetos han organizado desde su relación con el mundo que los rodea pero en otros casos se debe incluso construir esta experiencia sensible” Sandoval (2013, p.7).

Esa experiencia sensible conduce al estudiante a la elaboración de nuevos saberes a partir de la observación descriptiva, motivándolo a realizar un seguimiento riguroso de los cambios evidenciados en el suelo a través de prácticas experimentales que requieren el uso de instrumentos y esquemas comparativos para la organización de datos.

Es así como la propia experiencia sensible es ampliada a través de procesos de formalización, como el uso de magnitudes o propios esquemas de medición, permitiendo al estudiante de básica primaria la construcción de explicaciones sobre el suelo como sistema al dar evidencia de la existencia de dinámicas que emergen.

Estas explicaciones son el resultado de un seguimiento fenomenológico, que está organizado y formalizado a través de procedimientos, esquemas, palabras, dibujos o signos que pretenden presentar eventos abiertos dispuestos a ser discutidos para el fortalecimiento del discurso investigativo del suelo como objeto del conocimiento.

3.2. LA OBSERVACIÓN EN LA COMPRENSIÓN DEL SUELO Y SU DINÁMICA

La educación se preocupa por acercarse al conocimiento científico desde la observación como un acto complejo medido por la carga teórica que permite comprender el comportamiento de la naturaleza en este caso el suelo y su dinámica generando diferentes interpretaciones que pueden ser moldeadas a partir del continuo estudio. –, como lo afirma Hanson (1958)

Algunos filósofos tienen una fórmula dispuesta para estas ocasiones: "Naturalmente, ellos ven la misma cosa. Hacen la misma observación, puesto que parten de los mismos datos visuales. Pero lo que ven lo interpretan de una forma diferente. Interpretan los datos de forma diferente." La cuestión es, entonces, mostrar cómo estos datos son moldeados por diferentes teorías o interpretaciones o construcciones intelectuales (p. 2).

Durante esta sección se trabajarán algunos aspectos que se deben abordar al momento de estudiar el suelo y su dinámica, estas son: 1) *la información sensorial* (encargada de comprender un evento fenomenológico; 2) *el estudiante renueva o modifica sus saberes* (a partir de la observación como un acto integral que determina el comportamiento del suelo); 3) *el suelo en el campo visual* (la organización intelectual depende de reconocer el suelo como un sistema organizado por partes que se interconectan); 4) *la conciencia visual* (el conocimiento científico está representado por expresiones significativas como palabras o imágenes).

Iniciaremos estudiando la observación a partir de la participación de *la información sensorial*, es la encargada de interpretar un evento fenomenológico a partir de la participación de diferentes órganos de los sentidos, los cuales están enlazados por redes neuronales que permiten la construcción de explicaciones científicas fundamentados en la comprensión del comportamiento del suelo como objeto de estudio, como lo afirma Hanson (2006), “ pero la ciencia física no es solamente una sistemática exposición de los sentidos al mundo; también es una manera de pensar acerca del mundo, una manera de formar concepciones” (p. 25).

En primer lugar, los órganos de los sentidos toman información sobre el suelo para la

construcción de explicaciones fundamentadas en las experiencias del estudiante en donde sobresalen sus vivencias y conocimientos sobre el suelo, como lo afirma Hanson (2006)

“Todo lo que tiene lugar detrás de la retina es, como él dice, una operación intelectual que se basa en gran medida en experiencias no visuales...” (p. 3).

Es importante mencionar que la observación como acto complejo para la comprensión del suelo como sistema también estudia la textura a partir del tacto, el cual se encarga de detectar un contenido de partículas de diferentes tamaños como la arena, el limo y la arcilla, permitiendo realizar una clasificación. Por ejemplo, el suelo arenoso presenta una alta aireación y baja retención de agua, lo que genera poca fertilidad en comparación de un suelo franco, que contiene una porción equilibrada de entre la arena, el limo y la arcilla, lo que permite el crecimiento de las plantas debido a la presencia de materia orgánica en descomposición.

Por otro lado, el estudiante de básica primaria también podrá distinguir la dinámica de la materia orgánica del suelo y la captación de gases (como el carbono o el nitrógeno) con la modificación de su estructura física, comprendida por el ordenamiento de partículas encargadas de formar agregados que sostienen las plantas a partir de seguimientos controlados.

El estudiante, al obtener esta información a partir de los sentidos, *renueva o modifica sus saberes* sobre el suelo, ya que confronta, a través de la observación, los cambios físicos de este. En consonancia con Hanson (2006), “la cuestión es, entonces, mostrar cómo estos datos son moldeados por diferentes teorías o interpretaciones o construcciones intelectuales” (p. 2).

Entonces, la escuela es un espacio en donde el estudiante puede reconstruir sus explicaciones sobre el suelo al acercarse a este como objeto de estudio a partir de una observación organizada basada en el seguimiento riguroso de registros que pueden destacar información importante (cómo la porosidad se caracteriza por tener espacios en donde fluye

el agua y el aire) o determinando conclusiones (cómo los macroporos están presentes en los suelos arenosos y los microporos, en los suelos arcillosos).

También, es importante mencionar la participación de un factor como el color del suelo, este aparece a partir de variables como la temperatura, la materia orgánica, el aire y el agua disponible; por ejemplo, el suelo negro está representado por la riqueza de materia orgánica, el suelo rojo contiene una alta porosidad permitiendo la circulación del agua, el suelo amarillo presenta poca porosidad generando un mal drenaje del agua, y el suelo gris tiene poca o nula porosidad impidiendo el flujo de aire y agua.

Ahora bien, el suelo en *el campo visual* debe ser percibido como un sistema representado por partes que se interconectan. Esta configuración sobresale a partir de la identificación de los elementos aparentemente más importantes del suelo, estos son organizados desde procesos de pensamiento del observador para, posteriormente, ser consolidados en conocimientos, teorías y experiencias que se construyen a partir de los intereses del estudiante. Siguiendo a Hanson (2006), “los elementos de sus experiencias son idénticos; pero su organización intelectual es muy diferente. ¿Pueden tener sus campos visuales una organización diferente? Entonces, ellos pueden ver cosas diferentes en el Este al amanecer” (p. 16).

Podría decirse, entonces, que el suelo y su dinámica dentro del campo visual está organizado por diferentes fenomenologías que no han sido detectadas por la ciencia y es el estudiante quien puede seleccionar las categorías básicas de mayor interés (Bertalanffy, 1998) para la comprensión del suelo como organización.

Esas categorías básicas se pueden considerar como unidades fundamentales para conocer los componentes del suelo como: el perfil, el pH, la cantidad de plantas y animales en un área determinada, aspectos que, como se trabajó anteriormente, están en continuo cambio debido a las condiciones atmosféricas (variables) que le acompañan.

El cuarto y último aspecto para abordar, es que el suelo puede ser estudiado a partir de una *conciencia visual* que construye conocimiento científico representado por imágenes o palabras como una manera de darle significado a lo aprendido: “Nuestra conciencia visual es dominada por imágenes; el conocimiento científico, sin embargo, es primordialmente lingüístico” Hanson (2006, p. 22).

La función de la conciencia visual es, por tanto, transformar la manera como se percibe el suelo y su dinámica, no desde una mirada fragmentada y reduccionista, sino como una red de relaciones en donde existen elementos (Morin, 1994) importantes para el desarrollo de la vida y que entre organismos o partes de la biosfera (atmósfera, litósfera e hidrósfera).

El objetivo de la conciencia visual es formar expertos sobre el estudio del suelo, lo que se puede lograr al realizar hallazgos de nuevas asociaciones como, por ejemplo, el proceso de captación de carbono y las emisiones de gases de efecto invernadero nuevamente al suelo o la función de las bacterias en la raíz de la planta como las encargadas de captar el nitrógeno y transformarlo en nitratos o nitritos para ser asimilados por las plantas.

Finalmente, se puede considerar que la observación es un acto cargado de una base teórica encargada de comprender el comportamiento del suelo como sistema y el sujeto es quien determina las categorías básicas (Bertalanffy, 1998) más sobresalientes para estudiarlo, por lo tanto, se deben tener en cuenta los siguientes elementos.

Uno de esos elementos es *la información sensorial*, encargada de interpretar un evento fenomenológico a partir de la participación de diferentes órganos de los sentidos que están enlazados por redes neuronales, que posibilita la construcción de pensamientos científicos, por ejemplo, la textura del suelo permite detectar un contenido de partículas de diferentes tamaños como la arena, el limo y la arcilla, generando una determinada clasificación o la estructura física de este, comprendida por el ordenamiento de partículas encargadas de formar agregados que sostienen las plantas a partir de seguimientos controlados.

Además, el estudiante *renueva o modifica sus saberes* sobre el suelo al confrontar a través de la observación los cambios físicos de este como la porosidad; desde el *campo visual*, el suelo puede ser percibido como un sistema representado por partes que se interconectan esta configuración sobresale a partir de la identificación de los elementos aparentemente más importantes del suelo estos son organizados a través teorías, conocimientos o experiencias; por último, *la conciencia visual* que es la que construye conocimiento científico representado por imágenes o palabras como una manera de darle significado a lo aprendido.

4. INTERVENCIÓN EN EL AULA MATERIAL PARA LA INCORPORACIÓN DEL SUELO COMO OBJETO DE ESTUDIO EN LA EDUCACIÓN BÁSICA

La intervención en el aula surge del ejercicio de profundización teórica realizado en el capítulo anterior y se consolidó gracias a las preocupaciones en torno a los desarrollos curriculares, la necesidad de aportar a la solución de algunas problemáticas en el aula, las dificultades desde la comprensión y la construcción de explicaciones sobre el suelo.

Para ello, se realizó la lectura de varios referentes disciplinares y pedagógicos que aportaron aspectos importantes para la delimitación de las fases o momentos, las acciones y las actividades para desarrollar en la propuesta de aula, así como los tiempos y materiales necesarios para su implementación.

Durante el proceso de consolidación del marco teórico se fueron enriqueciendo los apartados de la intervención en el aula modificando así lo que se quería hacer y lograr.

Producto de lo anterior, se decidió titular la intervención en el aula como

“EDAFOEXPLORADORES: Un viaje hacia la comprensión del suelo de nuestro planeta” la cual se pensó para desarrollar a manera de trabajo práctico experimental y reflexivo logrando incluir elementos de la profundización teórica dando cuenta de las diferentes propiedades y componentes presentes en el suelo a partir de un estudio organoléptico y posibilitando la construcción de explicaciones sobre el objeto de estudio en estudiantes de grado quinto.

4.1. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

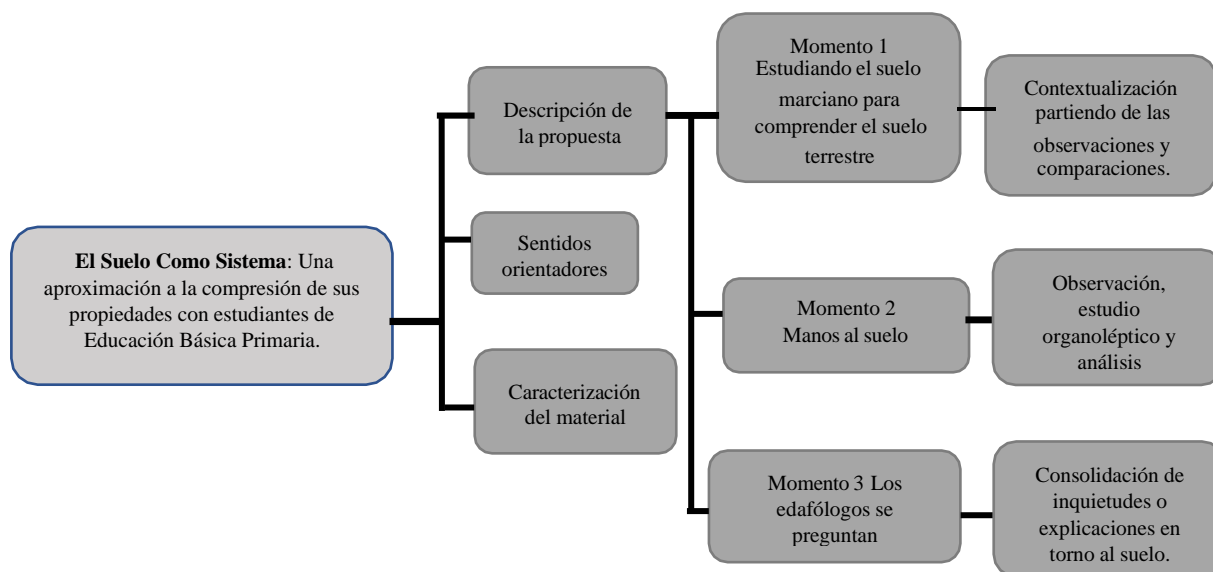
La cartilla es una herramienta pedagógica, que se consolida como propuesta a partir de las reflexiones de las políticas educativas de Colombia y la profundización de índole teórico, detectando limitaciones de aspecto pedagógico al momento de enseñar el suelo como objeto de estudio en Básica Primaria.

Por lo tanto, se retoman elementos importantes de anteriores estudios para profundizar el análisis del suelo, como: La intención de identificar las ideas de los estudiantes en torno al suelo a través de una actividad sensorial, permitir la construcción de inquietudes y generación de intereses con el propósito de distinguir las relaciones que se establecen con respecto al suelo a partir de descripciones gráficas o escritas.

De acuerdo con lo anterior, se espera que se desarrolle la cartilla en el ámbito educativo bajo actividades como: comparaciones, reflexiones, descripciones y construcciones, permitiéndole al maestro y estudiante de grado quinto comprender las dinámicas y relaciones que emergen en el suelo.

La cartilla tiene como título “EDAFOEXPLORADORES: Un viaje hacia la comprensión del suelo de nuestro planeta” presenta una serie de actividades que propone elementos propios para su desarrollo basados en el análisis organoléptico de los componentes biológicos, propiedades físicas y químicas del suelo, derivando reflexiones como la aparición de suelos erosionados situaciones que se esperan alcanzar con estudiantes de grado quinto. En el esquema 12 se expone los elementos representativos del material pedagógico.

**Esquema 14. Elementos que participaron en la construcción de la cartilla
 “EDAFOEXPLORADORES: Un viaje hacia la comprensión del suelo de nuestro planeta”.**



A continuación, se presenta el desarrollo de tres momentos o fases que permiten reconocer características propias del suelo como las propiedades físicas: La textura, la estructura, los poros y el color, también propiedades químicas: El pH; componentes biológicos representados por la macrofauna, por último, los fenómenos naturales causantes de la pérdida de suelo como la erosión.

En cuanto, al **momento N. 1: Estudiando el suelo marciano para comprender el suelo terrestre**, se fundamenta en la comparación del suelo marciano con el suelo del planeta tierra a partir de exploraciones realizadas por robots, desencadenando intereses basados en la observación y estudio de las condiciones atmosféricas y propiedades del suelo, detectadas a

través de la lectura, observación de video y descripción de las imágenes para la generación de preguntas durante el desarrollo de la actividad.

Continua, con **el momento N. 2: Manos al suelo**, se presentó contenido teórico en la introducción del trabajo, relacionado a las propiedades físicas del suelo, posteriormente explorara dichas propiedades a partir del estudio de la textura de tres muestras(arena, arcilla y tierra negra) con **el título: Actividad exploratoria de las propiedades físicas del suelo**, durante el seguimiento el estudiante puede realizar descripciones relacionadas al color, la textura y la forma; aquí se llevó a cabo actividades con el uso de materiales y una práctica experimental permitiendo organizar la muestra más fina hasta la más granulosa.

Después, se espera que el estudiante observe con atención los horizontes o estratos del suelo a partir de la actividad **titulada: Experimentando-ando con los horizontes del suelo**, estos se diferencian según las propiedades físicas, químicas y biológicas promoviendo el estudio de los horizontesdel suelo desde las propiedades físicas como: La textura, la estructura, la humedad y la porosidad, así que se propone explorar el suelo del parque o el colegio con la ayuda de materiales propicios, podrán asignar el código de los diferentes estratos y realizar comparaciones descriptivas de los diferentes horizontes apreciados.

La siguiente actividad se fundamenta en observar desde **el suelo la biota edáfica** con la actividadtitulada **¿Qué especies animales encontraste en el suelo?**, para ello se requiere hacer lectura de las características de la biota edáfica y su función en el suelo, posteriormente recolectar los componentes biológicos encontrados para el diligenciamiento de cuadro de datos descriptivosque orientan a la generación de preguntas.

Después, harán lectura de la participación del **pH** con la actividad titulada **¿El suelo de mi barrio retiene nutrientes y agua?**, identificando la función del pH como agente indicador que permite conocer la disponibilidad de nutrientes en el suelo a partir del uso de sustancias como

el sulfato de cobre (CuSO_4), estas se aplicarán al sustrato de suelo seleccionado para la realización de seguimientos y controles que arrojarán datos relacionados al estado nutritivo del suelo.

Otra actividad, por resaltar es **la erosión** bajo el título **¿Cómo mejorar las condiciones del suelo de mi barrio?**, este fenómeno natural es un agente perjudicial para el suelo, debido a que la pérdida de la capa superficial ocasiona arrastre de los nutrientes a causa de la acción del agua o el aire, durante el desarrollo de la sesión, el estudiante conocerá los tipos de erosión y los efectos negativos de este evento natural, así que debe disponer de tres muestras con determinadas características, posteriormente debe hacer seguimiento de los cambios detectados por la aplicación de agua y aire.

Por último, **el momento N. 3: Los edafólogos se preguntan**, se propuso la realización de construcciones como preguntas, comentarios, dibujos o gráficos, a lo largo de la intervención, para que las preguntas planteadas se respondan después de terminar la cartilla para la generación de discusiones y socializaciones entre sus compañeros de trabajo.

4.2. SENTIDOS ORIENTADORES

La propuesta de una cartilla de carácter pedagógico y didáctico requirió un continuo análisis de índole teórico por parte del maestro, para la planeación de actividades que permitan acercar al estudiante al suelo como objeto de estudio con el propósito de identificar una red de interacciones no detectadas en el momento por la ciencia.

Por tanto, es importante acudir a los diferentes sentidos orientadores para el desarrollo de un ejercicio reflexivo como maestra para dar garantía de los avances, actividades desarrollar y proyecciones a ejecutar para la comprensión del suelo como sistema en el ambiente educativo.

Desde la experiencia como docente se interesó por transformar la manera como se enseñaba el suelo en el ámbito escolar, por consiguiente, se considera acudir a los siguientes aspectos: El papel de la experiencia y la experimentación seguidamente de la observación para la comprensión del suelo como sistema organizado que permite el surgimiento de dinámicas de seres vivos y no vivos; permitiendo orientar y hacer seguimiento de la propuesta.

Se propone acudir al experimento para conocer con mayor profundidad el comportamiento del suelo, que requiere el uso de ciertos materiales, estos están representados por instrumentos de medida y de exploración que permiten recoger datos para hacerles seguimiento, posibilitando con ello la construcción de explicaciones, preguntas o refutaciones de lo aprendido.

Es importante resaltar, la participación del papel de la experiencia como un acto que inicia a partir de la descripción de una fenomenología que exige la organización de una serie de experiencias como una manera de acercarse al objeto estudiado, de acuerdo con Sandoval, Malagón & Ayala (2006)

Las descripciones e interpretaciones que demanda la comprensión de una fenomenología exigen la organización de una serie de experiencias y observaciones intencionadas, esto es una descripción detallada del fenómeno, la cual está imbricada en la actividad experimental que exige una comprensión conceptual que acompañe a la intervención y disposición experimental (p. 4).

Por otro lado, se debe mencionar el papel de la observación que permite la participación de los órganos de los sentidos que están enlazados por redes neuronales que permiten la construcción de pensamientos científicos, estos aparecerán a partir de la conjunción del experimento y la experiencia en donde sobresalen vivencias y conocimientos sobre el suelo, como lo afirma Hanson (2006, p.3) “Todo lo que tiene lugar detrás de la retina es, como él dice, una operación intelectual que se basa en gran medida en experiencias no visuales...”

De tal manera, la escuela es un espacio en donde el estudiante puede reconstruir sus saberes sobre el suelo, al acercarse a este como objeto de estudio a partir de una observación organizada basada en el seguimiento riguroso de registros que pueden destacar información importante transformada en imágenes pero especialmente en palabras para darle significado a lo aprendido, según (Hanson 1958, p.22) “Nuestra conciencia visual es dominada por imágenes;el conocimiento científico, sin embargo, es primordialmente lingüístico”.

4.3 CARACTERIZACION DE LA PROPUESTA:

La cartilla surge a partir de las reflexiones generadas de las políticas públicas de Colombia y la práctica docente, que tiene como propósito presentar actividades de interés como lecturas, videos, practicas experimentales, texto introductorio de cada tema, preguntas abiertas, diligenciamiento de cuadros comparativos y descriptivos que se construyeron a partir de las reflexiones y continuo dialogo con las asesoras del trabajo de grado.

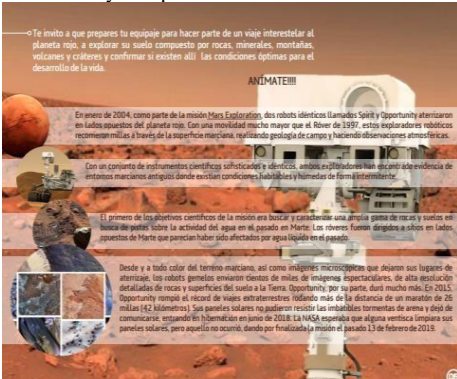
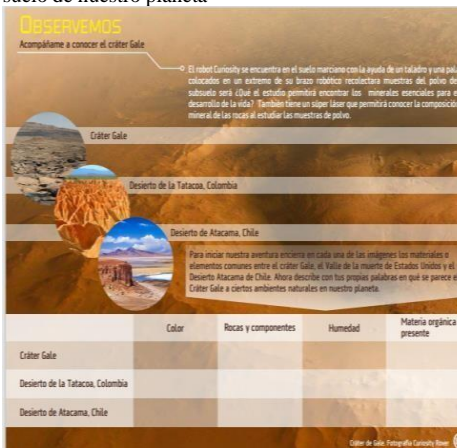

A continuación, en la tabla 16 se describe de manera general las acciones y descripciones que hacen parte de esta fase:

Momento 1

Tabla 16. Acciones para el desarrollo del momento 1.

EDAFOEXPLORADORES: Un viaje hacia la comprensión del suelo de nuestro planeta

Momento 1	Propósitos	Acciones/secciones	Recursos
<p>Estudiando el suelo marciano para comprender el suelo terrestre</p>	<p>Observar con atención las características tecnológicas de los robots, comprendiendo la importancia del uso de herramientas para la exploración del suelo marciano.</p> 	<p>Actividad desencadenante: Los estudiantes observaran con atención las características tecnológicas de los robots: Curiosity y Spirit</p>	<p>*Imágenes *Desarrollo de las preguntas planteadas en la cartilla.</p>

	<p>Reconocer las funciones de los Roveres en el estudio de las rocas y la superficie del suelo marciano.</p> 	<p>Actividad 2: Lectura sobre el viaje interestelar de los Roveres y Curiosity, para la identificación de sus funciones en torno al estudio del suelo</p>	<p>*Lectura *Imágenes *Desarrollo de la actividad de cuadro descriptivo de las condiciones ambientales y resolución de pregunta sobre la formación del suelo.</p>																				
	<p>Establecer similitudes entre el suelo marciano y el suelo de nuestro planeta</p>  <table border="1" data-bbox="363 974 821 1108"> <thead> <tr> <th></th> <th>Color</th> <th>Rocas y componentes</th> <th>Humedad</th> <th>Materia orgánica presente</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cráter Gale</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Desierto de la Tatacoa, Colombia</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Desierto de Atacama, Chile</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Color	Rocas y componentes	Humedad	Materia orgánica presente	Cráter Gale					Desierto de la Tatacoa, Colombia					Desierto de Atacama, Chile					<p>Actividad 3: Registro de cuadro de datos sobre condiciones ambientales detectadas y comparaciones del suelo marciano con el suelo del planeta tierra.</p>	<p>* Lectura de imágenes * Comparar el Cráter Gale, el desierto de la Tatacoa y el desierto de Atacama, las propiedades físicas, componentes biológicos, condiciones ambientales y rocas detectadas.</p>
	Color	Rocas y componentes	Humedad	Materia orgánica presente																			
Cráter Gale																							
Desierto de la Tatacoa, Colombia																							
Desierto de Atacama, Chile																							
	<p>Reconocer el papel de la observación durante la exploración del suelo marciano.</p> 	<p>Actividad 4: Presentación de video para analizar el material encontrado por el robot Spirit.</p>	<p>*Video https://www.youtube.com/watch?v=wLzJEfh4-qw&t=1983s * Dibujo alusivo del material encontrado.</p>																				

En la actividad desencadenante se pretende que los estudiantes reconozcan la importancia del uso de materiales y herramientas, para la construcción de explicaciones de la superficie del suelo marciano y de las rocas, posteriormente se invita a los estudiantes de grado quinto a resolver sus inquietudes ¿Por qué cree que estos robots toman muestras de rocas? y ¿Qué características del suelo marciano se pueden reconocer a través de fotografías?

Después, se realizará lectura de las características y funciones tecnológicas de Spirit, Opportunity y Curiosity, evidenciando su interés por analizar la superficie del suelo marciano, las rocas y las condiciones ambientales para confirmar la posible existencia de diferentes formas de vida, para dar cierre a la actividad, los estudiantes registran sus construcciones en un cuadro sobre el comportamiento de las condiciones ambientales de las rocas.

La siguiente actividad sobre las características del suelo tiene como objetivo principal ejercicio comparativo del cráter Gale, el desierto de Tatacoa (Colombia) y el desierto de Atacama (Chile) referente a propiedades como: el color, las rocas, los componentes, la humedad y la materia orgánica presente. Como última actividad, de este momento o fase sobre los estratos del suelo marciano, el estudiante a través de un video ilustrativo debe identificar las propiedades físicas posteriormente describirlas a partir de dibujos y oraciones corta


Tabla 17. Acciones para el desarrollo del momento 2.

EDAFOEXPLORADORES: Un viaje hacia la comprensión del suelo de nuestro planeta


Este segundo gran momento, cuenta con actividades que permiten la problematización y búsqueda de explicaciones que posibiliten la comprensión del objeto de estudio, como se describe a continuación:

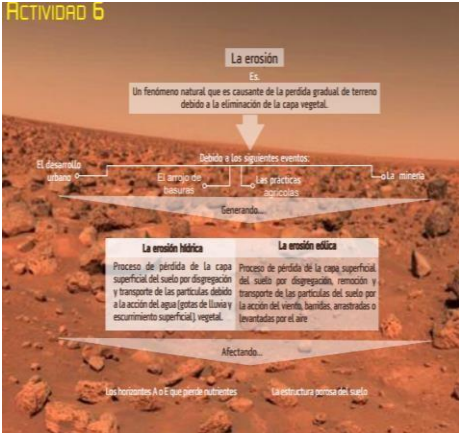
Momento 2	Propósitos	Acciones/secciones	Recursos
Manos al suelo	<p>Identificar propiedades físicas del suelo como la textura a través de practica experimental.</p> 	<p>Actividad N. 5</p> <ul style="list-style-type: none"> * Describir aspectos relacionados al color, la textura y la forma de diferentes texturas (arena, arcilla y limo) * Resolver actividades propuestas en la cartilla como estudio organoléptico y los análisis de resultados 	<ul style="list-style-type: none"> *Taller: La textura del suelo. *Una botella con agua *Una tabla de 30x30 cm * Tierra negra (20 gramos) *Una toalla *Arena (40 gramos) Una jeringa * Una bata *Arcilla (40 gramos)

	<p>Observar características de formación de los diferentes horizontes del suelo.</p>	<p>Actividad N. 6 *El estudiante debe explorar, las propiedades físicas de los estratos del suelo. *Diligenciar tabla sobre las propiedades físicas de los estratos del suelo por tal razón</p>	<p>*Una pala de 54 cm. * Cinta métrica. *Guantes de látex. *Una lupa. *Tres vasos plásticos.</p>
--	--	--	--

	 <p>ACTIVIDAD 3 Los horizontes o estratos del suelo</p> <p>Son capas que se diferencian de acuerdo con las propiedades físicas, biológicas o químicas. Estas se caracterizan dependiendo de:</p> <ul style="list-style-type: none"> La materia en descomposición Las partículas como arena, limo y arcilla Un determinado volumen y color representativo <p>Estos se organizan de la siguiente manera:</p> <p>Horizonte genérico La designación debe seguir las indicaciones del cuadro 22</p> <p>Cuadro 22 Horizontes genéricos de FAO (2008)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Cód.</th> <th>Descripción</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">Horizontes orgánicos</td> </tr> <tr> <td>H</td> <td>Horizonte formado a partir de la acumulación en la superficie del suelo de materiales orgánicos. Están saturados con agua por períodos prolongados, o lo estuvieron y ahora son drenados artificialmente. Comunes en suelos pantanosos.</td> </tr> <tr> <td>O</td> <td>Horizonte dominado por la acumulación de material orgánico sobre la superficie. Los horizontes O no están saturados con agua por períodos prolongados. Comunes en suelos forestales.</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Horizontes minerales</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>Horizonte formado a partir de la acumulación en la superficie del suelo de materiales orgánicos. Están saturados con agua por períodos prolongados o lo estuvieron y ahora son drenados artificialmente. Comunes en suelos pantanosos.</td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>Horizonte subsuperficial caracterizado por la pérdida de arcilla, hierro, aluminio o alguna combinación de estos; usualmente de colores más claros que el color de los horizontes suprayacentes y subyacentes B.</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>Horizonte mineral caracterizado por una o más de las siguientes: una concentración de arcilla, hierro, aluminio o una combinación de estos; una mejor estructuración edáfica que los horizontes subyacentes y suprayacentes; colores más fuertes (Oro rojo y/o rojo) que los horizontes suprayacentes y subyacentes.</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>Material consolidado o no consolidado, usualmente intertemperado químicamente, muy poco afectado por procesos edafogénicos.</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>Duro y fuertemente cementado. Lecho rocoso, que no puede ser penetrado por el cultivo edáfico.</td> </tr> </tbody> </table> <p>El uso indebido de fertilizantes pueden afectar el suelo como sistema al generar cambios en las propiedades físicas del suelo como la textura, densidad y color afectando posteriormente la micro y macro fauna que participan en los procesos de nutrición.</p> <p>Los siguientes años de formación de los horizontes del suelo, las raíces de pastos, arvostros y árboles pequeños se sujetan en las partículas de la roca desintegrada después estas se convierten en la materia orgánica que harán parte de la formación del perfil A y C.</p>	Cód.	Descripción	Horizontes orgánicos		H	Horizonte formado a partir de la acumulación en la superficie del suelo de materiales orgánicos. Están saturados con agua por períodos prolongados, o lo estuvieron y ahora son drenados artificialmente. Comunes en suelos pantanosos.	O	Horizonte dominado por la acumulación de material orgánico sobre la superficie. Los horizontes O no están saturados con agua por períodos prolongados. Comunes en suelos forestales.	Horizontes minerales		A	Horizonte formado a partir de la acumulación en la superficie del suelo de materiales orgánicos. Están saturados con agua por períodos prolongados o lo estuvieron y ahora son drenados artificialmente. Comunes en suelos pantanosos.	E	Horizonte subsuperficial caracterizado por la pérdida de arcilla, hierro, aluminio o alguna combinación de estos; usualmente de colores más claros que el color de los horizontes suprayacentes y subyacentes B.	B	Horizonte mineral caracterizado por una o más de las siguientes: una concentración de arcilla, hierro, aluminio o una combinación de estos; una mejor estructuración edáfica que los horizontes subyacentes y suprayacentes; colores más fuertes (Oro rojo y/o rojo) que los horizontes suprayacentes y subyacentes.	C	Material consolidado o no consolidado, usualmente intertemperado químicamente, muy poco afectado por procesos edafogénicos.	D	Duro y fuertemente cementado. Lecho rocoso, que no puede ser penetrado por el cultivo edáfico.		
Cód.	Descripción																						
Horizontes orgánicos																							
H	Horizonte formado a partir de la acumulación en la superficie del suelo de materiales orgánicos. Están saturados con agua por períodos prolongados, o lo estuvieron y ahora son drenados artificialmente. Comunes en suelos pantanosos.																						
O	Horizonte dominado por la acumulación de material orgánico sobre la superficie. Los horizontes O no están saturados con agua por períodos prolongados. Comunes en suelos forestales.																						
Horizontes minerales																							
A	Horizonte formado a partir de la acumulación en la superficie del suelo de materiales orgánicos. Están saturados con agua por períodos prolongados o lo estuvieron y ahora son drenados artificialmente. Comunes en suelos pantanosos.																						
E	Horizonte subsuperficial caracterizado por la pérdida de arcilla, hierro, aluminio o alguna combinación de estos; usualmente de colores más claros que el color de los horizontes suprayacentes y subyacentes B.																						
B	Horizonte mineral caracterizado por una o más de las siguientes: una concentración de arcilla, hierro, aluminio o una combinación de estos; una mejor estructuración edáfica que los horizontes subyacentes y suprayacentes; colores más fuertes (Oro rojo y/o rojo) que los horizontes suprayacentes y subyacentes.																						
C	Material consolidado o no consolidado, usualmente intertemperado químicamente, muy poco afectado por procesos edafogénicos.																						
D	Duro y fuertemente cementado. Lecho rocoso, que no puede ser penetrado por el cultivo edáfico.																						

	<p>Identificar las características físicas y funcionales de la macrofauna presente en el suelo.</p>  <p>ACTIVIDAD 4 El suelo y biota edáfica</p> <p>La macrofauna: Está representado por:</p> <ul style="list-style-type: none"> Son organismos mayores a 1 cm de diámetro. Efectúan sobre el suelo cambios físicos y, en algunos casos, cambios químicos. Pueden ser vertebrados, organismos que tienen relación directa con el suelo y que son de vida silvestre. Invertebrados, dentro de los cuales están moluscos como el caracol y los babosos, anélidos como la lombriz de tierra, onicóforos como la onaga, artrópodos como los crustáceos, insectos y miriápodos. Son los encargados de descomponer los restos vegetales y animales a un menor tamaño y volumen permitiendo a las demás descomponedoras continuar degradando la materia hasta transformarla en los nutrientes que necesitan las plantas. Permiten la circulación del oxígeno a partir de la formación de poros. <ol style="list-style-type: none"> Hoja que cae al suelo Colémbolos perforan la epidermis de la hoja interior de esas hojas reduciéndola en su tamaño por bacterias y hongos. Larvas de dípteros continúan agrandando las perforaciones realizadas por los colémbolos. Otros insectos trazan las hojas y sus nervaduras. El aumento de superficie disponible produce mayor actividad de bacterias y hongos. Insectos más pequeños fragmentan aun más esos residuos orgánicos. 	<p>Actividad N. 7 * El estudiante prepara los correspondientes materiales para conocer desde el suelo, las características físicas y funcionales de la macrofauna *Realizar seguimiento de las especies animales encontradas.</p>	<p>*Una pala de 54 cm *Una bata *Un par de guantes de látex *Una lupa *5 vasos desechables</p>
--	--	--	--

	<p>Detectar la cantidad de nutrientes y agua que retiene suelo.</p>  <p>ACTIVIDAD 5 El pH</p> <p>Permite identificar:</p> <ul style="list-style-type: none"> La disponibilidad de nutrientes en el suelo vitales para las plantas Estos aparecen y desaparecen a partir de variables como: <ul style="list-style-type: none"> El clima La actividad biológica La textura del suelo Los materiales en descomposición Estos son medidos a través de: <p>La escala de PH</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Indicadores de acidez o alcalinidad</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>6</th> <th>7</th> <th>8</th> <th>9</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Disponibilidad de nitrógeno</td> <td>May ácido</td> <td>Poca</td> <td>Buena</td> <td>Medio</td> <td>May alcalino</td> <td>May alcalino</td> </tr> <tr> <td>Disponibilidad de Fósforo</td> <td>May ácido</td> <td>Poca</td> <td>Mucha</td> <td>Poca</td> <td>Buena</td> <td>Buena</td> </tr> <tr> <td>Disponibilidad de Potasio</td> <td>May ácido</td> <td>Menos</td> <td>Buena</td> <td>Poca</td> <td>Buena</td> <td>Buena</td> </tr> <tr> <td>Aluminio, Hierro, Magnesio</td> <td>Tóxico</td> <td>Alto</td> <td>Buena</td> <td>Poca</td> <td>Buena</td> <td>Buena</td> </tr> <tr> <td>Actividad bacteriana beneficiosa</td> <td>Mucha</td> <td>Mucha</td> <td>Buena</td> <td>Poca</td> <td>Menos</td> <td>Menos</td> </tr> <tr> <td>Hongos beneficiosos que descomponen la materia orgánica</td> <td>Poca</td> <td>Mala</td> <td>Buena</td> <td>Más o menos</td> <td>Mala</td> <td>Mala</td> </tr> <tr> <td>General</td> <td>Poca vida en el suelo</td> <td>Más o menos</td> <td>Buena</td> <td>Más o menos</td> <td>Mala</td> <td>Mala</td> </tr> </tbody> </table> <p>0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 May ácido Moderadamente ácido Levemente ácido Neutro Levemente alcalino Moderadamente alcalino May alcalino</p>	Indicadores de acidez o alcalinidad	4	5	6	7	8	9	Disponibilidad de nitrógeno	May ácido	Poca	Buena	Medio	May alcalino	May alcalino	Disponibilidad de Fósforo	May ácido	Poca	Mucha	Poca	Buena	Buena	Disponibilidad de Potasio	May ácido	Menos	Buena	Poca	Buena	Buena	Aluminio, Hierro, Magnesio	Tóxico	Alto	Buena	Poca	Buena	Buena	Actividad bacteriana beneficiosa	Mucha	Mucha	Buena	Poca	Menos	Menos	Hongos beneficiosos que descomponen la materia orgánica	Poca	Mala	Buena	Más o menos	Mala	Mala	General	Poca vida en el suelo	Más o menos	Buena	Más o menos	Mala	Mala	<p>Actividad N. 8 * Mezclar en agua sulfato de cobre y añadir dicha solución en la muestra del suelo. *Realizar seguimiento de la cantidad de agua y nutrientes perdidos por la muestra del suelo.</p>	<p>*Una pala de 54 cm *Una botella plástica de 1,5 L o 2 L con tapa *Disolución de sulfato de cobre CuSO4 *Un paquete de gasa *Una botella de agua *Una cuchara *Un vaso de vidrio o beaker *Una bata *Una tapa bocas *Un par de guantes de látex</p>
Indicadores de acidez o alcalinidad	4	5	6	7	8	9																																																					
Disponibilidad de nitrógeno	May ácido	Poca	Buena	Medio	May alcalino	May alcalino																																																					
Disponibilidad de Fósforo	May ácido	Poca	Mucha	Poca	Buena	Buena																																																					
Disponibilidad de Potasio	May ácido	Menos	Buena	Poca	Buena	Buena																																																					
Aluminio, Hierro, Magnesio	Tóxico	Alto	Buena	Poca	Buena	Buena																																																					
Actividad bacteriana beneficiosa	Mucha	Mucha	Buena	Poca	Menos	Menos																																																					
Hongos beneficiosos que descomponen la materia orgánica	Poca	Mala	Buena	Más o menos	Mala	Mala																																																					
General	Poca vida en el suelo	Más o menos	Buena	Más o menos	Mala	Mala																																																					

<p>Aplicar estrategias que eviten el proceso de erosión del suelo.</p> <p>ACTIVIDAD 6</p> 	<p>Actividad N. 9</p> <p>*Desarrollar montajes experimentales como una manera de explicar el proceso de erosión del suelo.</p>	<p>*3 botellas con abertura en sentido lateral</p> <p>* 3 vasos desechables</p> <p>*Un rollo de lana</p> <p>*Una botella de agua con una tapa esta debe deber pequeños agujeros.</p> <p>*Un pitillo</p> <p>*Tijeras Bata</p> <p>*Un par de guantes de látex</p> <p>*1500 g de tierra extraída del parque más cercano de tu casa</p>
--	---	---

Este segundo momento inicia con la actividad titulada "Las propiedades físicas del suelo" que inicia con la presentación de las propiedades físicas del suelo, relacionadas a la textura, la estructura, los poros y el color, después se procederá a desarrollar una práctica experimental de la textura de tres muestras representadas por arena, arcilla y tierra negra, a estas se les debe agregar determinada cantidad de agua y observar con atención cambios referente al color, la textura y la forma.

La actividad número seis llamada “Los estratos u horizontes del suelo de mi contexto” busca que el estudiante de grado quinto identifique los estratos u horizontes del suelo de un parque o el jardín del colegio, debe estudiar y organizar la información encontrada dentro de la cartilla sobre la textura, el color, la estructura, el volumen, la humedad, la porosidad, la longitud y el código del horizonte y posteriormente comparar y diferenciar las características detectadas en los diferentes estratos.

Continuamos, con la actividad denominada “Búsqueda de componentes biológicos”, esto con el propósito de realizar conteo descripción y preguntas relacionadas a las especies encontradas, es importante que durante el desarrollo de la práctica experimental el estudiante proponga criterios de clasificación de acuerdo con las características seleccionadas.

También, se pretende realizar seguimiento a través de la actividad llamada “El agua y los nutrientes del suelo” pretende detectar la cantidad de agua y nutrientes disponibles en la muestra del suelo, entendiendo que factores como el clima, los materiales en descomposición, la actividad biológica y la textura del suelo permiten obtener un suelo saludable, por tal razón, se hará uso de agua y sulfato de cobre CuSO_4 para comprender el comportamiento del suelo ante esta solución.


La última actividad denominada “Efectos de la erosión en el suelo”, se hará estudio de los efectos negativos producidos por eventos naturales como la erosión hídrica y eólica, entendiendo el surgimiento de este a partir de situaciones como el desarrollo urbano, el arrojamiento de basuras, las prácticas agrícolas y la minería que requieren para su desarrollo la desaparición de la capa vegetal, por tal motivo se propone la preparación de tres modelos de suelo uno con capa vegetal, otro con hojarasca y el último solamente con tierra de humus expuestos al aire y al agua.

De acuerdo, con los cambios observados de las tres muestras el estudiante realizará registros como dibujos representativos, la cantidad de tierra y agua eliminada es importante que durante la ejecución de esta actividad se genere debates acerca de los resultados obtenidos.

Tabla 18. Acciones para el desarrollo del momento 3.

EDAFOEXPLORADORES: Un viaje hacia la comprensión del suelo de nuestro planeta

El último momento está orientado en evaluar los avances de los estudiantes referente a los ámbitos experiencia-experimento por ende la observación durante el desarrollo de las actividades propuestas en la cartilla, socializando su riqueza intelectual a partir de explicaciones y reflexiones.

Momento 3	Propósitos	Acciones/secciones	Recursos
<p>Los edafólogos se preguntan</p>	<p>Consolidar reflexiones, observaciones o explicaciones en torno al suelo.</p> 	<p>*Los estudiantes socializaran las explicaciones, reflexiones y observaciones, en torno al suelo fundamentadas en comentarios, preguntas o graficas</p>	<p>*Colores *Lápiz *Regla</p>

Los estudiantes desarrollarán el papel de edafólogos al analizar las propiedades físicas, químicas y biológicas presentes en el suelo durante la ejecución de prácticas experimentales, desarrollo de preguntas, diligenciamiento de esquemas, realización de comparaciones, observación de videos, descripciones, lectura de imágenes y textos construirán explicaciones de manera libre y creativa al final de la cartilla.

5. DEFINICIÓN DE CRITERIOS PARA LA ENSEÑANZA DEL SUELO EN LA EDUCACIÓN BÁSICA

El suelo como objeto de estudio en las Ciencias Naturales y su enseñanza, surge apartir del rol como docente, al abordar las políticas públicas (Deberes Básicos de Aprendizaje, Estándares Curriculares de Ciencias Naturales y Lineamientos de Ciencias Naturales), los textos escolares y los planes de estudio que influyen los procesos reflexivos sobre el estudio del suelo.

Como consecuencia, a los estudiantes de grado quinto se les limita conocer el suelo como componente ecosistémico, recurso o depósito de nutrientes desde una mirada fragmentada y reduccionista, por tal razón se recurre a un orden teórico para presentar a la educación un suelo integrado de relaciones denominado como sistema. A continuación, se describen algunos criterios que permiten estudiar el suelo.

El estudio del suelo a partir de las propiedades físicas del suelo

Las propiedades físicas del suelo no han sido percibidas completamente por el docente de Ciencias Naturales, entendiendo que estas se detectan rápidamente a partir de un estudio organoléptico, es importante apreciar durante el estudio del suelo propiedades propias como **la textura del suelo**, está asociada a la distribución de las partículas provenientes de la fragmentación de la roca que están representadas por diferentes tamaños, la arena (2 - 0.02 mm), el limo (0.02 - 0.002 mm) y la arcilla (0.002 mm), **la estructura del suelo** relacionada con la agrupación de las partículas para generar agregados o terrones, **los poros** permite el flujo de agua y aire, por último **el color** del suelo está determinado por las condiciones del agua, el oxígeno y la materia orgánica.

Lo anteriormente mencionado, indica que el estudio de las propiedades físicas del suelo requiere la participación de los órganos de los sentidos, para la comprensión del comportamiento del suelo como sistema representado por diferentes componentes que interactúan para formar asociaciones, de acuerdo con (Morin, 1994, pág. 22)

En principio, el campo de la Teoría de Sistemas es mucho más amplio, casi universal, porque en un sentido toda realidad conocida, desde el átomo hasta la galaxia, pasando por la molécula, la célula, el organismo y la sociedad, puede ser concebida como sistema, es decir, como asociación combinatoria de elementos diferentes.

Es así, que partiremos de la observación cargado de material teórico que requiere el uso de los órganos de los sentidos, encargados de interpretar un evento fenomenológico en este caso las propiedades físicas del suelo, para dar origen a explicaciones, por ejemplo: la textura del suelo al realizar una clasificación del más granuloso al más suave, recurriendo a rutas de comprensión como la clasificación.

Seguimiento del estado de salud del suelo a través de pruebas de pH

El potencial hidrogenado es un agente activo que permite identificar la disponibilidad de nutrientes en el suelo vitales para las plantas, estos mantienen en el suelo gracias a la descomposición de la materia orgánica, para comprender esta interacción es importante retomar el suelo como un sistema organizado que permite la formación de suelos aptos para el desarrollo de las plantas.

Desafortunadamente, lo analizado anteriormente, no es abordado ni mucho menos profundizado en las clases de Ciencias Naturales por eso se propone la aplicación de prácticas experimentales que proporcione información sobre el estado de salud del suelo como, por ejemplo: La mezcla de agua y sulfato de cobre esta solución permitirá identificar si el suelo retiene nutrientes y agua.

Es importante, realizar seguimiento de la retención de nutrientes y agua para la construcción de las propias teorías, sujetas a los resultados de la actividad experimental, según Sandoval, Ayala, Malagón & Tarazona (2006) afirman al respecto: “La actividad experimental propicia la construcción o ampliación de una base fenomenológica o de hechos de observación que serían estructurados a partir de una cierta teoría”.

Es decir, el estudiante no se limita hacer descripciones sino explicaciones y posteriores discusiones sobre el comportamiento del suelo, comprendiendo durante el estudio que efectos negativos como la erosión arrastra a partir del viento o el agua los nutrientes del suelo debido a múltiples factores como: El desarrollo urbano, el arrojado de basuras, las prácticas agrícolas y la minería que deterioran una de las capas del suelo, el horizonte A que sujeta la capa vegetal y acumulan cierta cantidad de nutrientes.

Estos, factores aparecen debido a los patrones de comportamiento del ser humano porque la escuela ha presentado al suelo como un recurso explotable que no requiere del cuidado y la buena administración, como lo afirma Feller (2015) “cabe decir, que en la dimensión cultural

hay que introducir cambios en los patrones de comportamiento de las personas que las lleve a respetar el suelo, sus componentes y en general la vida que habita en él”

El papel de la aplicación de una cartilla pedagógica fundamentada en el estudio del suelo

La profundización disciplinar conllevó a diseñar una cartilla de índole pedagógico y didáctico, posibilitando a los estudiantes de grado quinto el desarrollo de reflexiones y comprensiones sobre el comportamiento del suelo, en donde se evidencie el estudio de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo en conjunto y no de manera aislada. Este material se consolidó a partir de las indagaciones, reflexiones a nivel teórico y aportes de las asesoras, entendiendo que esta tiene como finalidad acercar al estudiante al suelo por medio de la experimentación y observación.

Referente a la experimentación, permitirá al estudiante reconocer algo nuevo al encontrarse con lo desconocido que conlleva a admirar en este caso los componentes biológicos que hacen parte de la población más abundante del suelo y están representados por microorganismos y macroorganismos.

Estas, especies tienen como función importante descomponer los restos vegetales y animales a un menor tamaño y volumen, permitiéndole a los demás descomponedores continuar degradando la materia hasta transformarla en los nutrientes presentes en el suelo y que favorecen la planta, esta apreciación debe ser analizada por el estudiante de grado quinto, de acuerdo con (Giraldo, 2013, pág. 17) “Los macroorganismos encargados de triturar los restos vegetales y animales que caen al suelo, reduciendo su tamaño y volumen preparando los materiales para que los microorganismos los degraden y los conviertan en fuente de nutrientes para las plantas”.

Bajo, esta apreciación se debe acudir a los *procesos de formalización* para fortalecer los procesos de observación de las especies encontradas al hacer uso de magnitudes y formas de medida para identificar, por ejemplo: la cantidad de especies detectadas, pero esto se genera a partir de una experimentación organizada.

Por lo tanto, la intención de la cartilla es brindarle al docente una ruta de trabajo que permite hacer un estudio del suelo de manera organizada, comprendiendo que el estudiante de grado quinto es el autor de su propio conocimiento y este es evidenciado a través de la cartilla.

Finalmente se puede detectar que la propuesta de la cartilla la puede acoger el docente de Ciencias Naturales, para que sus estudiantes de grado quinto comprendan el estudio del suelo como sistema y que si alguno de sus componentes se desarticula afecta el buen estado de salud del suelo.

6. CONCLUSIONES Y REFLEXIONES FINALES

Las reflexiones y conclusiones surgieron a partir de las limitaciones que enfrenta la escuela, al abordar el suelo como objeto de estudio, comprendiendo que la práctica docente debe enfrentar determinadas tensiones como: La política pública, los libros de texto y los planes de estudio impuestos por la escuela.

De acuerdo con lo anterior, durante el proceso de lectura y análisis de diferentes memorias académicas, la mirada del suelo fue concebida como un sistema integrado por una red de relaciones en donde participan un gran número de elementos Morin (1994) que si alguno de estos componentes son desintegrados o apartados puede afectar esa organización que depende de variables Bertalanffy (1998) como los factores ambientales o el tiempo Capra (1998) permitiéndonos apreciar la historicidad.

Por lo tanto, en el siguiente apartado se presentan las reflexiones y conclusiones a partir de la profundización disciplinar y pedagógica; brindando así las herramientas para la construcción de la cartilla “Edafoexploradores: Un viaje hacia la comprensión del suelo de nuestro planeta” permitiendo identificar los problemas e inquietudes que se derivan en el ejercicio docente.

Es así como estas reflexiones, se constituyen en un abre bocas para un maestro que desea generar un estudio en torno al suelo con los niños brindando algunos elementos que posibilitan re-pensar su actuación en el aula de clase a través de la experiencia y la experimentación fundamentada en la observación. Estas se organizaron desde tres aspectos que están íntimamente relacionados con el papel del maestro de ciencias en la aproximación a este objeto de estudio, estos son el suelo y la profundización pedagógica, el suelo y la profundización disciplinar y el diseño de la cartilla como propuesta para fortalecer el quehacer del maestro al abordar el suelo en el contexto educativo.

EL SUELO Y LA PROFUNDIZACION PEDAGÒGICA

El proceso de profundización del orden pedagógico, referente a la configuración del suelo como objeto de estudio en la Educación Básica Primaria generó herramientas importantes para la consolidación de proyecciones, exploraciones y alcances durante su desarrollo.

Con el propósito de transformar, la práctica docente en la generación de estrategias pedagógicas que inviten a los estudiantes a realizar explicaciones a partir del experimento y la experimentación para la comprensión del suelo como sistema que no debe estar ligado a textos escolares con contenidos fragmentados y reduccionistas.

Por lo tanto, se invita al maestro de Ciencias Naturales a interesarse por explorar trabajos en torno al suelo a través de la observación que atribuye la importancia, de la participación de los órganos de los sentidos para despertar experiencias basadas en vivencias y explicaciones que serán material importante para el desarrollo de experimentos que construirá explicaciones significativas, como lo indica Sandoval (2013) representada en palabras, signos dibujos o procedimientos “la construcción de palabras, signos, dibujos, procedimientos, proposiciones, entre otras, que permiten empezar a hablar del fenómeno” (p. 9).

EL SUELO Y LA PROFUNDIZACION DISCIPLINAR

Los maestros de la educación colombiana están sometidos acoger dentro de su práctica, determinadas políticas públicas de educación que dificultan comprender el suelo como sistema por tal motivo el presente trabajo se realizó un análisis de las propiedades físicas, químicas y biológicas.

Estas propiedades, hacen posible que el suelo se constituya como sistema porque origina asociaciones de partes interconectadas dentro de un tiempo y un espacio determinado, este sistema puede ser alterado si alguna de sus propiedades es afectada, según Capra (1998

Al abordar el suelo como objeto de estudio en la educación permite concebir determinadas cualidades biológicas, físicas y químicas para establecer un discurso reflexivo, crítico y ético sobre la relación que se ha establecido entre el suelo y el hombre quien se ha encargado de afectar las interacciones y relaciones entre las propiedades, debido a los patrones de comportamiento, centrados en la explotación y el deterioro del suelo de acuerdo con Feller (2015) “cabe decir, que en la dimensión cultural hay que introducir cambios en los patrones de comportamiento de las personas que las lleve a respetar el suelo, sus componentes y en general la vida que habita en él”

Este recorrido, conducirá a los estudiantes a crear discusiones de carácter disciplinario con pares y entre grupos para la construcción de explicaciones configuradas en apreciaciones significativas, estas se lograrán a partir de una exploración organoléptica del suelo.

EL DISEÑO DE LA CARTILLA COMO PROPUESTA PARA FORTALECER EL QUEHACER DEL MAESTRO AL ABORDAR EL SUELO EN EL CONTEXTO EDUCATIVO

Se propuso, el diseño y la futura implementación de cartilla pedagógica con el propósito de reunir prácticas de enseñanza sobre el suelo en el grado quinto, representadas por actividades con una determinada ruta de trabajo que posibilitan al estudiante tener un acercamiento con el suelo para la formación de habilidades científicas fundamentadas en explicaciones.

Este, material educativo permite al estudiante contribuir nuevos aportes sobre el estudio del suelo a partir de observaciones, descripciones, prácticas experimentales, comparaciones y

seguimientos controlados para la generación y discusión de explicaciones encaminadas en preguntas, comentarios dibujos o esquemas.

Por tal razón para hacer posible la construcción de la cartilla como material pedagógico se acudió al análisis de carácter disciplinar y pedagógico, para recrear actividades experimentales e investigativas con el propósito que el estudiante de grado quinto explique desde la observación, experiencia y la experimentación relaciones entre el suelo y sus componentes, desde un estudio profundo y detallado.

Es así, que dentro de la cartilla se puede apreciar unos cuadros de datos significativos, en donde el estudiante puede organizar la información observada y analizada durante su aprendizaje sobre el suelo, a partir de este proceder se pretende que realice reflexiones al incursionar en la actividad experimental, transformando su experiencia al crear nuevas preguntas, discusiones o rutas experimentales para comprender eventos fenomenológicos fundamentados en continuas transformaciones.

Finalmente, re-pensar el estudio del suelo como sistema en la escuela, invita a los estudiantes a la construcción de explicaciones bajo una labor dirigida por el docente que los encamina a reconocer, el suelo como una red de relaciones anteriormente no detectadas por el estudiante desde una mirada más detallada que conllevara a la consolidación de nuevas formas de ver el suelo. “aproximaciones inmediatistas y de las miradas simplistas que hacen del fenómeno natural algo obvio. Sólo a partir de la crítica de las estrategias espontáneas de conocer se puede configurar una mirada más detallada de los fenómenos y se avanza en la comprensión de las condiciones que hacen posible su emergencia”. (Orozco, Valencia, Méndez, Jiménez, & Garzón, 2003).

6. BIBLIOGRAFIA

- Albarracín, D. F. (1995). *Biblioteca del campo granja integral autosuficiente: Agua, suelos, abonos y lombrices*. Bogotá: DISLOQUE editores.
- Álvarez María Lusía, P. C. (2011). *Edafología I*. Manizales.
- Badia, D., Ortiz, O., & Martí, C. (2017). EXPERIMENTOS DIDACTICOS CON EL SUELO PARA LA EDUCACION PRE-UNIVERSITARIA. Zaragoza.
- Bertalanffy, L. V. (1968). *Teoría general de los sistemas*. México: Fondo de Cultura Económica, S.A. de C.V.
- Burbano, H. (2010). *Ciencia del suelo*. Bogotá: Guadalupe S.A.
- Capra, F. (1998). *LA TRAMA DE LA VIDA: Una nueva perspectiva de los sistemas vivos*. Barcelona: Anagrama, S.A.
- Carvajal, R. R. (1997). *Propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos*. Bogotá: Produmedios.
- Ciancaglini-, N. (s.f.). *R- 001- Guía para la determinación de textura de suelos por método*. San Juan.
- Codazzi, I. G. (2008). *Suelo para niños*. Bogotá.
- Dorronsoro, C. (2017). *INTRODUCCIÓN A LA EDAFOLOGÍA*. Obtenido de INTRODUCCIÓN A LA EDAFOLOGÍA: <https://www.edafologia.net/introeda/tema00/progr.htm>
- Fadda, G. (2017). *Guía de estudio morfología del suelo*. Tucumán.
- FAO. (2015). *Suelos y biodiversidad*. Obtenido de FAO: https://www.fao.org/fileadmin/user_upload/soils-2015/images/ES/Es_IYS_food_Print.pdf
- Fertilab. (2016). La importancia de la estructura en la salud del suelo. *Fertilab*, 1-5.
- Giraldo, J. (2013). *MANUAL DE PRÁCTICAS DE CAMPO*. Espinal.
- Gisbert Blanquer, J. M., Ibañez Asensio, S., & Moreno Ramón, H. (s.f.). La textura de un suelo. *UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA*, 8.
- Gómez, J. C. (2013). *Manual de prácticas de campo y del laboratorio de los suelos*. Espinal-Tolima: SENA.
- Granada. (2018). *Lineamientos para la implementación de una filosofía de gestión ambiental*. Bogotá.
- Hanson, N. R. (1958). Observación. *Observación*, 1-25

- IDEAM. (2015). *Protocolo para la identificación y evaluación de la degradación de suelos por erosión*. Bogotá.
- Jaramillo, D. (2002). *Introducción a la ciencia del suelo*. Medellín.
- Jordán López, A. (2005). Manual de edafología. *Departamento de Cristalografía, Mineralogía y Química Agrícola de la Universidad de Sevilla*, 1-143.
- Konijnenburg, A. (2006). El suelo: sus componentes biológicos. En A. Konijnenburg, *Agricultura Orgánica*. El (pág. 16). Rio Negro: Terre Vivante.
- Lorente, J. (2001). *Biblioteca de la agricultura: Suelos, abonos y materia orgánica*. Barcelona: IDEA BOOKS.
- Malagón Francisco, S. S. (2013). La actividad experimental: Construcción de fenomenologías y procesos de formalización. *Publicación de la Universidad Pedagógica Nacional*, 2-25.
- Miller, K., & Levine, J. (2010). *Biología*. Massachusetts: Pearson.
- Ministerio de, e. (2004). Estándares Básicos de competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales. *Publicación Ministerio de Educación*, 1- 48.
- Ministerio, d. e. (2016). Derechos Básicos de Aprendizaje. *Publicación del Ministerio de Educación*, 1 - 44.
- Morin, E. (1994). *Introducción al pensamiento complejo*. España: GEDISA.
- Neira Weitzel, M. P. (2014). *ESTUDIO DE LA DISTRIBUCIÓN DE POROSIDAD DEL SUELO TRUMAO APLICANDO MÉTODO BASADO EN ABSORCIÓN SONORA*. Valdivia: Universidad Austral de Chile.
- Odum, E. (2006). *Fundamentos de ECOLOGÍA*. México, D.F.: CENGAGE Learning.
- Orjuela, H. B. (2016). El suelo y su relación con los servicios ecosistémicos y la seguridad alimentaria. *REVISTA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS*, 1-5.
- Peña, C., & Cardona, G. (2021). Biología de los suelos Amazónicos. *Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI*, 1-148.
- Pereira Andrés, M. C. (2011). Módulo: Edafología 1. En M. C. Pereira Andrés, *Edafología 1* (págs. 1-168). Caldas - Colombia: Espacio Gráfico Comunicaciones S.A.
- Ramírez, R. (1997). *Propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo*. Bogotá: CONVENIO-FENALCE-SENA-SAC.
- Rucks, L., F. García. , A. Kaplán, J. Ponce de León. , & M. Hill . (2004). *Propiedades físicas del suelo*. Montevideo.
- Sánchez, M. (2018). *Aportes de la biología del suelo a la agroecología*. Palmira: Colección Pacífico.
- Sandoval Sandra, A. M. (2006). EL EXPERIMENTO EN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS COMO UNA . *Publicación Universidad Pedagógica Nacional*, 1-6.

Sandoval Sandra, M. F. (2013). LA ACTIVIDAD EXPERIMENTAL: CONSTRUCCIÓN DE FENOMENOLOGÍAS Y PROCESOS DE FORMALIZACIÓN. *Publicación Universidad Pedagógica Nacional*, 1-23.

Valencia, S. M. (2018). *El terrario: Una perspectiva fenomenológica para la comprensión de lo vivo*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.

Villegas, R. (s.f.). *Horticultura*. Obtenido de Horticultura: <https://soyineeb.com/wp-content/uploads/2020/05/Propiedades-del-suelo.pdf>

Zansamo, A. (2019). *Los factores de formacion del suelo*.

8. ANEXOS



MATERIAL DIDÁCTICO

Este material didáctico aporta elementos de discusión de orden teórico, pedagógico y didáctico que permiten hacer el suelo como un objeto de estudio en la Educación Básica Primaria.

Autora

Sandra Johanna Páez Plazas

Magister en Docencia de las Ciencias Naturales
Universidad Pedagógica Nacional

Ingrid Vera Ospina

Magister en Docencia de las Ciencias Naturales
Universidad Pedagógica Nacional

Andrea Toledo Aranda

Asesores UPN

 **UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL**
MAESTRÍA EN DOCENCIA DE LAS CIENCIAS NATURALES
2022

EDAFEXPLORADORES

UN VIAJE HACIA LA COMPRESIÓN
DEL SUELO DE NUESTRO PLANETA

TU NOMBRE ES:

TU CURSO:



Cuando termines de desarrollar la
cartilla responde la siguiente pregunta:
¿Qué es el suelo?



UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA
NACIONAL

MAESTRÍA EN DOCENCIA DE LAS CIENCIAS NATURALES
2022

03

ÍNDICE

EDAFEXPLORADORES: Un viaje hacia la comprensión del suelo de nuestro planeta

Momentos. ¿Qué es el suelo?

ACTIVIDAD 1. Estudiando el suelo marciano para comprender el suelo terrestre

ACTIVIDAD 2. ¿Cuáles son las propiedades físicas del suelo?

2.1 Actividad exploratoria de las propiedades físicas del suelo

ACTIVIDAD 3. Los horizontes o estratos del suelo

3.1. Actividad exploratoria de las propiedades físicas del suelo

ACTIVIDAD 4. Suelo y biota edáfica

4.1. ¿Qué especies animales encontraste en el suelo?

ACTIVIDAD 5. El pH

5.1. ¿El suelo de mi barrio retiene nutrientes y agua?

ACTIVIDAD 6. La erosión

6.1. ¿Cómo mejorar las condiciones del suelo de mi barrio?

Bibliografía de Imágenes

03

04

10

11

13

16

22

22

26

29

30

32

35

45

MOMENTOS

¿Qué es el suelo?

Un momento para tener los pies en la "tierra"

Para comprender la dinámica del suelo de nuestro planeta, te invitamos a realizar tres actividades:



ESTUDIANDO EL SUELO MARCIANO PARA COMPRENDER EL SUELO TERRESTRE

En la que podrás viajar a Marte y con ayuda de la tecnología de la NASA establecer similitudes entre el suelo marciano y el suelo de nuestro planeta.



MANOS AL SUELO

Te permitirá poner a prueba tu capacidad de observación y tus sentidos trabajando con diferentes componentes del suelo.



LOS EDAFÓLOS SE PREGUNTAN

Plantearás con tu equipo preguntas acerca del suelo y posibles rutas para comprender su dinámica.

04

ACTIVIDAD 1

1.1. Estudiando el suelo marciano para comprender el suelo terrestre

- Observemos con atención las diferentes características de los robot exploradores.



"Curiosity" es casi tan grande como un vehículo todoterreno.

En un interior el vehículo cuenta con un laboratorio para hacer análisis químicos y biológicos de las rocas marcianas.

Cámara de navegación

Cámara fotográfica



sojourner rover M.E.R. Persona Adulta

En el mástil lleva cámaras de alta definición y un láser para vaporizar pruebas de suelo.

El brazo robótico incluye un martillo automático, una pata y una cámara.

Batería

Antena de alta ganancia

Cámara para evitar peligros

Antena de baja ganancia

Paneles solares

Electrónica interna



Curiosity

6 ruedas con motores eléctricos en su interior impulsan el vehículo

Brazo robótico

Spirit

Instrumentos espectrómetros, microscopio, desmenuzador de rocas.

a. ¿Por qué crees que estos robots deben tomar muestras de rocas?

b. ¿Qué características del suelo marciano se pueden reconocer a través de fotografías?

05

Te invito a que prepares tu equipaje para hacer parte de un viaje interestelar al planeta rojo, a explorar su suelo compuesto por rocas, minerales, montañas, volcanes y cráteres y confirmar si existen allí las condiciones óptimas para el desarrollo de la vida.

ANÍMATE!!!!

En enero de 2004, como parte de la misión Mars Exploration, dos robots idénticos llamados Spirit y Opportunity aterrizaron en lados opuestos del planeta rojo. Con una movilidad mucho mayor que el Róver de 1997, estos exploradores robóticos recorrieron millas a través de la superficie marciana, realizando geología de campo y haciendo observaciones atmosféricas.

Con un conjunto de instrumentos científicos sofisticados e idénticos, ambos exploradores han encontrado evidencia de entornos marcianos antiguos donde existían condiciones habitables y húmedas de forma intermitente.

El primero de los objetivos científicos de la misión era buscar y caracterizar una amplia gama de rocas y suelos en busca de pistas sobre la actividad del agua en el pasado en Marte. Los róveres fueron dirigidos a sitios en lados opuestos de Marte que parecían haber sido afectados por agua líquida en el pasado.

Desde y a todo color del terreno marciano, así como imágenes microscópicas que dejaron sus lugares de aterrizaje, los robots gemelos enviaron cientos de miles de imágenes espectaculares, de alta resolución detalladas de rocas y superficies del suelo a la Tierra. Opportunity, por su parte, duró mucho más. En 2015, Opportunity rompió el récord de viajes extraterrestres rodando más de la distancia de un maratón de 26 millas (42 kilómetros). Sus paneles solares no pudieron resistir las imbatibles tormentas de arena y dejó de comunicarse, entrando en hibernación en junio de 2018. La NASA esperaba que alguna ventisca limpiara sus paneles solares, pero aquello no ocurrió, dando por finalizada la misión el pasado 13 de febrero de 2019.

06

Como parte de la misión Mars Science Laboratory de la NASA, el róver Curiosity fue enviado al planeta rojo. Se lanzó el 26 de noviembre de 2011 y aterrizó en Marte el 5 de agosto de 2012.

Es apto para escalar obstáculos a la altura de las rodillas y viaja a unos 30 metros por hora, dependiendo de la actividad del instrumento, el terreno y la visibilidad que sus cámaras tengan del camino por delante. El róver lleva un sistema de energía de radioisótopos que genera electricidad a partir del calor de la desintegración radiactiva del plutonio.

Esta fuente de energía eléctrica ya ha superado con creces su vida útil operativa requerida en la superficie de Marte de al menos un año marciano completo (687 días terrestres). Además, tiene 17 cámaras, sensores y maquinaria para analizar el suelo y rocas marcianas, como un brazo robótico.

Curiosity se propuso responder a la pregunta: ¿Marte alguna vez tuvo las condiciones ambientales adecuadas para sustentar pequeñas formas de vida llamadas microbios? Al principio de su misión, las herramientas científicas de Curiosity encontraron evidencia química y mineral de ambientes habitables del pasado en Marte. Continúa explorando el registro de rocas de una época en que Marte podría haber sido el hogar de vida microbiana.

Tomado de <https://www.eluniverso.com/noticias/internacional/la-historia-de-todos-los-robots-exploradores-de-la-nasa-en-marte-nota>

10

a. ¿Qué función crees que detectaron los Robots en las siguientes condiciones atmosféricas durante la fragmentación de la roca marciana para dar origen a un suelo vivo? Diligencia el siguiente esquema para responder esta pregunta.

Condición atmosférica	Cálido o frío	Húmedo o seco	Despejado o fuertes vientos
¿Qué función crees que tiene en la fragmentación de la roca?			
Asigna un valor porcentual del 1% al 100% según su importancia en la fragmentación de la roca.			

b. De las anteriores condiciones atmosféricas ¿Cuál consideras la más importante para la formación del suelo? Justifica tu respuesta

07

OBSERVEMOS

Acompáñame a conocer el cráter Gale

El robot Curiosity se encuentra en el suelo marciano con la ayuda de un taladro y una pala colocados en un extremo de su brazo robótico recolectará muestras del polvo del subsuelo será ¿Qué el estudio permitirá encontrar los minerales esenciales para el desarrollo de la vida? También tiene un súper láser que permitirá conocer la composición mineral de las rocas al estudiar las muestras de polvo.



Cráter Gale

Desierto de la Tatacoa, Colombia



Desierto de Atacama, Chile



Para iniciar nuestra aventura encierra en cada una de las imágenes los materiales o elementos comunes entre el cráter Gale, el Valle de la muerte de Estados Unidos y el Desierto Atacama de Chile. Ahora describe con tus propias palabras en qué se parece el Cráter Gale a ciertos ambientes naturales en nuestro planeta.

	Color	Rocas y componentes	Humedad	Materia orgánica presente
Cráter Gale				
Desierto de la Tatacoa, Colombia				
Desierto de Atacama, Chile				

Cráter de Gale. Fotografía Curiosity Rover

08

OBSERVEMOS

Materiales encontrados

- A medida que iba avanzando el Robot Spirit se le desgastó la llanta pero eso no fue un impedimento sino una oportunidad para descubrir algo nuevo, acompáñame a averiguar lo que sucedió en el siguiente video. <https://www.youtube.com/watch?v=wLzJEfh4-qw&t=1983s> (27:09 - 38:00) Posteriormente diligencia el siguiente esquema.

¿Qué material encontró Spirit? (Dibújalo)

Característica:

Característica:

Característica:

Al finalizar la cartilla encontraras, un espacio en donde puedes escribir, hacer preguntas, dibujar o graficar tus construcciones.

09

ACTIVIDAD 2

¿Cuáles son las propiedades físicas del suelo?

Son todas aquellas características que se pueden observar como:

La textura

Es la distribución de partículas provenientes de la fragmentación de la roca.

Representado por:

Hasta 2 micrones	Arcilla
de 2 a 20 micrones	Limo
de 20 a 200 micrones	Arena fina
de 200 a 2000 micrones	Arena Gruesa
Más de 2000 micrones	Gravillas y gravas

* 1 Micrón: milésima parte de un milímetro

Se caracteriza por:

Arenoso

- Alta alteración
- Baja retención de agua
- Poca fertilidad

Arcilloso

- Baja retención de agua
- La temporada de lluvia arrastra los nutrientes.
- Forma depósito de agua, impidiendo la circulación del aire

Limoso

- Es la combinación entre la arena y la arcilla.
- Tiene abundante materia en descomposición
- Retiene fácilmente agua pero en exceso puede generar encharcamiento.

La estructura

Es el ordenamiento de las siguientes partículas:

Arcilla

Arena

Limo

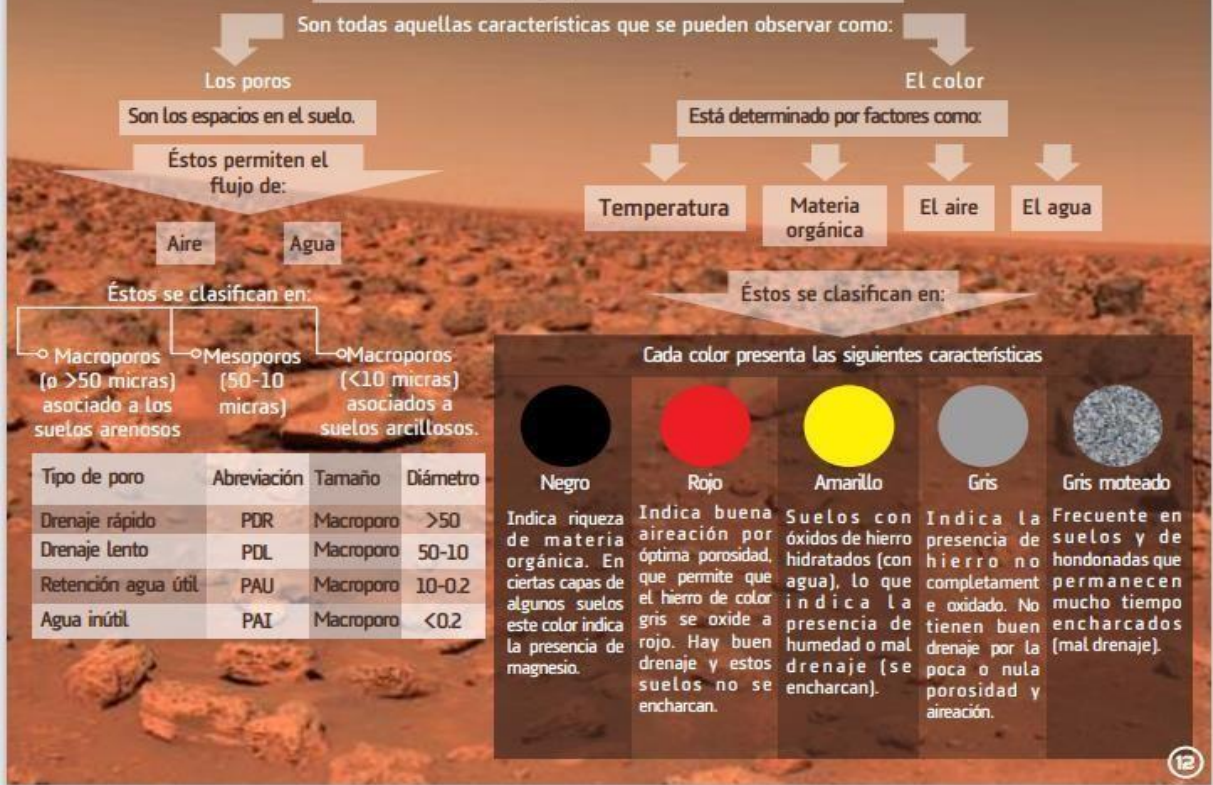
Para:

La formación de agregados o terrones.



ACTIVIDAD 2

¿Cuáles son las propiedades físicas del suelo?



12

2.1. Actividad exploratoria de las propiedades físicas del suelo

○ Materiales:

- Una botella con agua
- Una toalla
- Una bata
- Una tabla de 30x30 cm
- Arena (40 gramos)
- Arcilla (40 gramos)
- Tierra negra (20 gramos)
- Una jeringa

VAMOS EDOEXPLORADORES!!!

○ A continuación se dará a conocer el procedimiento a desarrollar por grupos de trabajo, estos son:

a. Extrae 10 mL de agua con la jeringa y remoja 20 g de arena hasta formar una masa esférica.

Describe aspectos relacionados al color, la textura y la forma.

b. Extrae 10 mL de agua con la jeringa y remoja 20 g de tierra negra hasta formar una masa

Describe aspectos relacionados al color, la textura y la forma.

c. Extrae 10 mL de agua con la jeringa y remoja 20 g de arcilla hasta formar una masa esférica.

Describe aspectos relacionados al color, la textura y la forma.



13

d. Extrae 10 mL de agua con la jeringa y forma una sola masa esférica de 20 g de arena y 20 g de arcilla a lo que corresponde a una textura limosa.

Describe aspectos relacionados al color, la textura y la forma.



e. Rotulamos las anteriores muestras y las dejamos secar en un lugar seguro, después de dos días empezamos apretar con el dedo índice y pulgar las esferas.

¿Qué le sucedió a la esfera arenosa?

¿Qué le sucedió a la esfera arcillosa?

¿Qué le sucedió a la esfera de tierra negra?

¿Qué le sucedió a la esfera limosa?

f. Pega parte de las correspondientes muestras recolectadas desde la más suave hasta la más granulosa posteriormente cúbrelas con cinta transparente

14

o Análisis de resultados:

a. ¿Qué función cumple el agua en la formación de las muestras esféricas?

b. ¿Qué características presenta la textura limosa?

c. Si le agregamos a las anteriores muestras materia orgánica en descomposición ¿Qué crees que sucedería?

d. ¿Por qué son importante la presencia de partículas como arena, limo y arcilla en el suelo?

Tomado y adaptado: <https://www.youtube.com/watch?v=fcalfTSpIjc>



Al finalizar la cartilla encontraras, un espacio en donde puedes escribir, hacer preguntas, dibujar o graficar tus construcciones.

15

ACTIVIDAD 3

Los horizontes o estratos del suelo

Son capas que se diferencian de acuerdo con las propiedades físicas, biológicas o químicas. Estas se caracterizan dependiendo de:

La materia en descomposición

Las partículas como arena, limo y arcilla

Un determinado volumen y color representativo

Estos se organizan de la siguiente manera:

Horizonte genético

La designación debe seguir las indicaciones del cuadro 22

Cuadro 22 Horizontes genéticos de FAO (2009)

Cód.	Descripción
Horizontes orgánicos	
H	Horizonte formado a partir de la acumulación en la superficie del suelo de materiales orgánicos. Están saturados con agua por periodos prolongados, o lo estuvieron y ahora son drenados artificialmente. Comunes en suelos pantanosos.
O	Horizonte dominado por la acumulación de material orgánico sobre la superficie. Los horizontes O no están saturados con agua por periodos prolongados. Comunes en suelos forestales.

Horizontes minerales

A	Horizonte formado a partir de la acumulación en la superficie del suelo de materiales orgánicos. Están saturados con agua por periodos prolongados, o lo estuvieron y ahora son drenados artificialmente. Comunes en suelos pantanosos.
E	Horizonte subsuperficial caracterizado por la pérdida de arcilla, hierro, aluminio o alguna combinación de estos; usualmente de colores más claros que el color de los horizontes suprayacentes A y subyacentes B.
B	Horizonte mineral caracterizado por una o más de las siguientes: una concentración de arcilla, hierro, aluminio o una combinación de estos; una mejor estructuración edáfica que los horizontes subyacentes y suprayacentes; colores más fuertes (Cromo alto y/o matiz rojo) que los horizontes suprayacentes y subyacentes.
E	Material consolidado o no consolidado, usualmente intemperizado químicamente, muy poco afectado por procesos adafogénicos.
R	Duro y fuertemente cementado. Lecho rocoso, que no puede ser penetrado por el cuchillo edáfico.

El uso indebido de fertilizantes pueden afectar el suelo como sistema al generar cambios en las propiedades físicas del suelo como la textura, densidad y color afectando posteriormente la micro y macro fauna que participan en los procesos de nutrición.



Los siguientes años de formación de los horizontes del suelo, las raíces de pastos, arbustos y árboles pequeños se sujetan en las partículas de la roca desintegrada después estas se convierten en la materia orgánica que harán parte de la formación del perfil A y C.

15

Dibujo	Propiedad física del suelo	Descripción
Horizonte _____	Estructura (¿Cómo son los terrones, tamaño y forma?)	Horizonte _____
Horizonte _____		Horizonte _____
Horizonte _____		Horizonte _____
Dibujo	Propiedad física del suelo	Descripción
Horizonte _____	Humedad (¿Cómo se encuentra el horizonte o estrato del suelo seco, húmedo o mojado?)	Horizonte _____
Horizonte _____		Horizonte _____
Horizonte _____		Horizonte _____

18

3.1. Actividad exploratoria de Las propiedades físicas del suelo

○ Materiales:

- Una pala de cm.
- Cinta métrica.
- Guantes de látex.
- Una lupa.
- Tres vasos plásticos.

○ Procedimiento:

- a. Junto con el equipo de trabajo cava un hueco lo mas profundo que puedas.
- b. Extrae una muestra de cada horizonte encontrado y ubica cada estrato dentro de los correspondientes vasos.
- c. Ahora con la ayuda de un metro registra la longitud de los horizontes encontrados e indica la información alrededor de cada vaso con su representativa muestra.

○ Resultados:

- a. Observa con atención los diferentes horizontes del suelo y diligencia el siguiente esquema

Dibujo	Propiedad física del suelo	Descripción
Horizonte _____:	Textura (Describe si las texturas encontradas pueden ser suaves o granulosas, con la ayuda de tu maestra puedes aproximar el porcentaje de la arena, el limo y la arcilla.)	Horizonte _____:
Horizonte _____:		Horizonte _____:
Horizonte _____:		Horizonte _____:

17

Dibujo	Propiedad física del suelo	Descripción
Horizonte _____:	Porosidad (Con ayuda de la lupa ¿Encontraste poros? ¿Son grandes o pequeños?)	Horizonte _____:
Horizonte _____:		Horizonte _____:
Horizonte _____:		Horizonte _____:

19

b. Pega las correspondientes muestras de los diferentes horizontes dentro de los respectivos espacios y responde la información.

Longitud: _____
 Color: _____
 Código del horizonte: _____

Longitud: _____
 Color: _____
 Código del horizonte: _____

Longitud: _____
 Color: _____
 Código del horizonte: _____

○ Interpretación y análisis de resultados:

a. De acuerdo con las observaciones realizadas diligencia el siguiente esquema.

	Diferencias	Similitudes
Horizonte 1		
Horizonte 2		
Horizonte 3		

b. ¿Qué otro tipo de material se evidencio durante las muestras recolectadas?

c. Explica como aparecieron los diferentes materiales encontrados en los diferentes



Al finalizar la cartilla encontraras, un espacio en donde puedes escribir, hacer preguntas, dibujar o graficar tus construcciones.

ACTIVIDAD 4

El suelo y biota edáfica

La macrofauna:

Está representado por:

- Son organismos mayores a 1 cm de diámetro.
- Efectúan sobre el suelo cambios físicos y, en algunos casos, cambios químicos.
- Pueden ser: vertebrados, organismos que tienen relación directa con el suelo y que son de vida silvestre.
- Invertebrados, dentro de los cuales están moluscos como el caracol y las babosas, anélidos como la lombriz de tierra, onicóforos como la oruga, artrópodos como los crustáceos, insectos y miriápodos.
- Son los encargados de descomponer los restos vegetales y animales a un menor tamaño y volumen permitiéndole a los demás descomponedores continuar degradando la materia hasta transformarla en los nutrientes que necesita la planta.
- Permiten la circulación del oxígeno a partir de la formación de poros.



1. Hoja que cae al suelo
2. Colémbolos perforan la epidermis de la hoja interior de esas hojas es rápidamente invadido por bacterias y hongos.
3. Larvas de dípteros continúan agrandando las perforaciones realizadas por los colémbolos.
4. Otros insectos trozan las hojas y sus nervaduras. El aumento de superficie disponible produce mayor actividad de bacterias y hongos.
5. Insectos más pequeños fragmentan aún más esos residuos orgánicos.



22



Nematodos: se alimentan de raíces, otros de microorganismos (bacterias y hongos) o de pequeñas presas incluyendo otros nematodos



Ácaros: Tienen diversas formas de alimentación algunos son predadores otros se alimentan de materia en descomposición y otros son omnívoros, es decir, consume todo tipo de alimentos.



Moscas: Se alimentan de materia en descomposición, sus larvas se desarrollan allí y contribuyen en gran medida a la transformación de estos materiales en el suelo.



Termitas: Son insectos que construyen nidos de hasta 9 metros de altura; estos pueden durar mucho tiempo, incluso hasta 60 años. Se alimentan de material vivo o muerto, estiércol, tierra y líquenes. Aportan algunos elementos y materia orgánica al suelo.

23



Lombrices: Ayudan a formar la estructura del suelo, aumentan la porosidad y así la aireación e infiltración del agua; además, aumentan el contenido de calcio y de materia orgánica. Estas especies prefieren para vivir los suelos húmedos, se alimentan de materia en descomposición y son formadores de humus. Al tiempo que consumen materia orgánica toman elementos minerales, por lo tanto son responsables también de la unión entre compuestos orgánicos y materiales inertes.



Caracoles y babosas: Algunas se alimentan de plantas, algas, líquenes, vegetales en descomposición y hongos, otros consumen animales o son carroñeros. Contribuyen a la descomposición y aportan materia orgánica por medio de sus deyecciones. Además, el material mucoso que se desprende de sus cuerpos favorece la formación de terrones y la actividad biológica.



Arañas: Son los mayores predadores del suelo, es decir, se alimentan de otros insectos y animales. Viven en la capa superficial del suelo y a veces forman pequeñas galerías.



Escarabajos: Al igual que otros organismos, ayudan a la aireación y a la infiltración de agua en el suelo en el suelo al construir cuevas y canales. Ponen sus huevos en el estiércol y otros materiales en descomposición; ayudan así a la degradación de este material, dado que allí crecen y se alimentan sus larvas

24



Tijeretas: Las tijeretas son insectos que viven preferentemente en lugares húmedos, no tienen la capacidad de sobrevivir en ambientes áridos. Por dicha razón, los problemas de plagas de esta especie se dan, principalmente en la zona Centro-Sur de nuestro país durante todas las épocas del año. Su alimentación se basa principalmente en materia orgánica en descomposición y vegetales.



Colembolos: Son insectos saltarines de pocos milímetros de longitud que se alimentan de desechos de plantas, hongos y bacterias. También son el alimento de otros insectos carnívoros.



Isocas: Al principio de su desarrollo se alimentan preferentemente de materia orgánica y luego de raíces, con predilección por las gramíneas.



Cochinillas: Son importantísimas en el proceso de transformación de la materia orgánica en la naturaleza. Al igual que las lombrices, como la lombriz roja que se usa en los vermicompostadores, además de materia orgánica en descomposición de origen vegetal y animal, pueden comerse sus propios excrementos y los de otros organismos.

25

4.1. ¿Qué especies animales encontraste en el suelo?

VAMOS EDOEXPLORADORES!!!

Durante el día de hoy realizaremos un recorrido en la zona verde del parque para ello requerimos el uso de los siguientes materiales:

○ Materiales:

- Una pala de 54 cm
- Una bata
- Un par de guantes de látex
- Una lupa
- 5 vasos desechables

○ Procedimiento:

- a. Selecciona una sesión del suelo
- b. Cava 20 cm de profundidad
- c. Extrae la mayor cantidad de especies animales y clasificalos dentro de vasos desechables.
- d. Observa con atención las características propias de las especies animales encontradas.

○ Resultados:

- a. De acuerdo con las especies encontradas diligencia el siguiente esquema:

Dibujo representativo de la especie	Cantidad	Descripción	Pregunta relacionada a la especie encontrada

26

Dibujo representativo de la especie	Cantidad	Descripción	Pregunta relacionada a la especie encontrada

27

Dibujo representativo de la especie	Cantidad	Descripción	Pregunta relacionada a la especie encontrada

Tomado y adaptado: Soil_Experiments_FAO.pdf , suelo para niños - IGAC
<http://www.ariascontrol.cl/website/wp-content/uploads/2013/07/tijetas.pdf>,
<https://mamboreta.com.ar/problemas/soca/>, <http://www.compostadores.com/descubre-el-compostaje/biodiversidad-en-mi-compostador/163-Las-cochinillas.html#.text=Pueden%20vivir%20hasta%20dos%20a%C3%B1os.materia%20org%C3%A1nica%20en%20la%20naturaleza>.



Al finalizar la cartilla encontraras, un espacio en donde puedes escribir, hacer preguntas, dibujar o graficar tus construcciones.

28

ACTIVIDAD 5

El pH

Permite identificar

La disponibilidad de nutrientes en el suelo vitales para las plantas

Estos aparecen y desaparecen a partir de variables como:



Estos son medidos a través de:

La escala de PH

Indicadores de acidez o alcalinidad	4	5	6	7	8	9
Muy ácido	Muy ácido	Ácido	Neutral	Alcalino	Muy alcalino	
Disponibilidad de nitrógeno	Muy ácido	Poca	Buena	Medio	Muy poca	
Disponibilidad de Fósforo	Muy ácido	Poca	Mucho	Poca	Buena	
Disponibilidad de Potasio	Muy ácido	Menos	Buena	Poca	Buena	
Alumino, Hierro, Magnesio	Tóxico	Alto	Buena	Poca	Buena	
Actividad bacteriana benéfica	Mucha	Mucha	Buena	Poca	Menos	
Hongos benéficos que descomponen la materia orgánica	Poca	Mala	Buena	Más o menos	Mala	
General	Poca vida en el suelo	Más o menos	Buena	Más o menos	Mala	



29

5.1. ¿El suelo de mi barrio retiene nutrientes y agua?

○ Materiales:

- Una pala de 54 cm
- Una botella plástica de 1,5 L o 2 L con tapa
- Disolución de sulfato de cobre CuSO_4
- Un paquete de gasa
- Una botella de agua
- Una cuchara
- Un vaso de vidrio o beaker
- Una bata
- Un tapa bocas
- Un par de guantes de látex

○ Procedimiento:

- a. Corta la botella plástica de 1,5L o 2L por la mitad
- b. Haz unos agujeros a la tapa con la ayuda de un cautil
- c. Extrae una muestra de tierra del suelo seleccionado y deposítala dentro de la parte superior de la botella cortada, este sistema funcionara como un embudo.
- d. Coloca entre la botella y la tapa un pedazo de gasa
- e. Haz uso de la parte inferior de la botella cortada como soporte del filtro
- f. Agrega dentro del vaso de vidrio o beaker 100 ml. de agua y deposita una cuchara de sulfato de cobre CuSO_4
- g. La anterior solución agrégala dentro de la muestra de tierra, espera 5 minutos y observa con atención



30

○ Resultados:

- a. Diligencia el siguiente formato:

Observaciones	Dibujos	Descripciones
Inicio del montaje experimental		

Final del montaje experimental
¿Cuánta agua paso a través de la muestra del suelo?

○ Interpretación y análisis de resultados:

- a. ¿Cuál es la función del sulfato de cobre CuSO_4 en la muestra?

- b. ¿Por qué el agua se tiño de un determinado color?

- c. ¿Qué propiedades participaron en la retención del agua?



Al finalizar la cartilla encontraras, un espacio en donde puedes escribir, hacer preguntas, dibujar o graficar tus construcciones.

31

ACTIVIDAD 6



32

Tipos de erosión

Erosión en láminas: Se da cuando el humus, la capa laminar más superficial, es arrastrado y queda solo el componente inorgánico improductivo.

Erosión en canales: Se produce cuando el agua de lluvia discurre por la pendiente y forma una especie de "surcos" por los cuales se canaliza el agua.

Erosión en cárcavas: Se aprecia ante la acción intensa y cíclica del agua sobre la superficie. En esta, se forman canales que van profundizándose con el tiempo.

Erosión por remoción en masa: Común en los derrumbes o deslizamientos cuando el suelo se desplaza por gravedad debido al exceso o carencia de humedad.

¿Qué efectos negativos genera la erosión?

La erosión puede arrastrar productos químicos o desechos que hay sobre el terreno, lo cual puede contaminar aún más los cuerpos de agua

Toma más de 100 años en formarse una (1) pulgada de suelo, pero en un solo aguacero se pueden perder varias pulgadas de tierra

El sedimento que se acumula en los embalses (lagos) reduce grandemente la vida útil de éstos y aumenta la incidencia de las inundaciones, ya que los ríos y quebradas se salen fuera de su cauce natural.

Se genera deslizamiento de montañas en las temporadas de lluvias

33

Los suelos se vuelven improductivos.



Los cuerpos de agua sedimentados requieren ser dragados y esto hace más difícil y costoso el procesar el agua que tomamos (potable).

¿Cómo ataca los componentes vegetales la erosión?

La vegetación también actúa como agente protector del impacto de la gota de lluvia, reduce la velocidad de escurrimiento y la erosión, y hace más lenta la remoción de los minerales desde la superficie hacia las capas inferiores del subsuelo



Los ácidos orgánicos producidos a partir de ciertos tipos de hojarasca de plantas contienen hierro y aluminio en solución que forman complejos que aceleran el movimiento descendente de estos metales y su acumulación en el horizonte B.

34

6.1. ¿Cómo mejorar las condiciones del suelo de mi barrio?

o Materiales:

- o 3 botellas con abertura en sentido lateral
- o 3 vasos desechables
- o Un rollo de lana
- o Una botella de agua con una tapa esta debe tener pequeños agujeros.
- o Un pitillo
- o Tijeras
- o Bata
- o Un par de guantes de látex
- o 1500 g de tierra extraída del parque mas cercano de tu casa

o Procedimiento:

A continuación debes preparar 3 muestras de la siguiente manera:

a. Agrega 500g de tierra extraída del parque, dentro del recipiente con abertura lateral



b. Agrega 500g de tierra extraída del parque, dentro del recipiente con abertura lateral y en la superficie esparce hojarasca.



35

c. Agrega 500g de tierra extraída del parque, dentro del recipiente con abertura lateral y siembra la capa vegetal.



d. Ubica debajo de cada muestra un vaso desechable con la ayuda de la lana de la siguiente forma.



e. Agrégale 200 mL de agua a cada muestra con la ayuda de la botella y espera 5 minutos los resultados obtenidos



f. Sopla cada muestra con la ayuda del pitillo y observa con atención.



36

○ Resultados:

	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Dibuja las muestras obtenidas de agua, al finalizar la practica experimental			
Describe los resultados obtenidos.			
¿Cuánta agua se obtuvo en cada muestra?			
Describe los resultados obtenidos.			
Indica un porcentaje del 1% al 100% de las partículas que se levantaron al soplar cada muestra con ayuda del pitillo.			
Describe los resultados obtenidos.			

37

o Interpretación y análisis de resultados:

a. ¿Por qué una de las muestras sale el agua mas clara?

b. En algunas de las muestras existe problemas de erosión. Justifica la respuesta

c. ¿Qué tipo de erosión identificaste en cada muestra?

d. ¿Cómo se puede corregir el tipo de erosión detectado?



Al finalizar la cartilla encontraras, un espacio en donde puedes escribir, hacer preguntas, dibujar o graficar tus construcciones.

Tomado y adaptado: <https://academic.uprm.edu/gonzalez/HTMLobj-245/capitulo4-erosion.pdf>
https://www.youtube.com/watch?v=Uomr-yVL_nB&t=97s
<https://www.youtube.com/watch?v=0xx-6pyt6S10&t=36s>

38

ACTIVIDAD 1



39

ACTIVIDAD 2



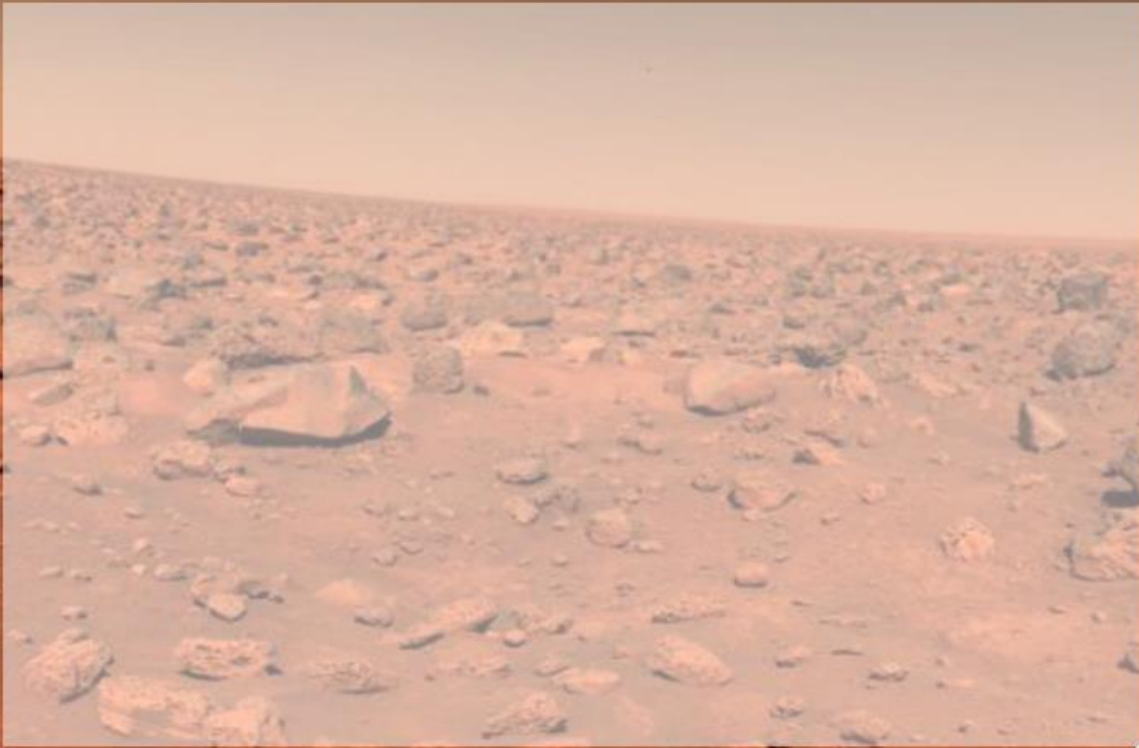
40

ACTIVIDAD 3



41

ACTIVIDAD 4



ACTIVIDAD 5



ACTIVIDAD 6



44

IMÁGENES

- Spirit. Fecha de consulta: diciembre 30, 2022 desde <http://www.esascosas.com/spirit/>
- Tipos de erosión. Fecha de consulta: enero 20, 2023 desde <https://brainly.lat/tarea/64722849>
- Muestras de los suelos. Fecha de consulta : enero 20, 2023 desde https://www.youtube.com/watch?v=Upmr-yWl_n8&t=97s
- Montaje experimental de las tres muestras de suelo. Fecha de consulta: enero 20, 2023 desde <https://www.youtube.com/watch?v=Qvx-bpyh510&t=36s>
- El cráter de Gale. Fecha de consulta: Septiembre 10, 2022 desde https://www.youtube.com/watch?v=Rbl_JeCpr1M
- El desierto de la Tatacoa. Fecha de consulta: Septiembre 10, 2022 desde <https://www.otbcali.com/por-que-debo-conocer-el-desierto-de-la-tatacoa/>
- El desierto de Atacama - Chile. Fecha de consulta: Septiembre 10, 2022 desde <https://mivlaje.com/viajar-al-desierto-de-atacama-chile/>
- Escala del pH. Fecha de consulta: enero 20, 2023 desde <https://concepto.de/ph/>
- Tipos de estructura del suelo. Fecha de consulta: enero 20, 2023 desde <https://www.fertilab.com.mx/blog/234-importancia-de-la-estructura-en-la-salud-del-suelo/>
- El tamaño de las partículas. Fecha de consulta: enero 20, 2023 desde [http://www.prosap.gov.ar/Docs/INSTRUCTIVO%20\(R-001\)-%20Gu%C3%ADa%20para%20la%20determinaci%C3%B3n%20de%20textura%20de%20suelos%20por%20m%C3%A9todo%20organo%C3%A9ptico.pdf](http://www.prosap.gov.ar/Docs/INSTRUCTIVO%20(R-001)-%20Gu%C3%ADa%20para%20la%20determinaci%C3%B3n%20de%20textura%20de%20suelos%20por%20m%C3%A9todo%20organo%C3%A9ptico.pdf)

45

- Lista de poros presentes en suelos con sus características físicas. Fecha de consulta: Enero 08, 2023 desde <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2014/bmficn415e/doc/bmficn415e.pdf>
- El color del suelo. Fecha de consulta: Enero 10, 2023 desde <https://bachilleratovirtual.com/aula/mod/lesson/view.php?id=9349&pageid=4450&startlastseen=yes>
- La Influencia del pH en la Toma de Nutrientes para Las Plantas. Fecha de consulta: Enero 20, 2023 desde https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/handle/11404/2785/practicas_campo_laboratorio_suelos.pdf;jsessionid=0E9C4C980E278AC1210A761AB47DEDC6?sequence=1
- El suelo: sus Componentes Biológicos. Fecha de consulta: Enero 20, 2023 desde https://inta.gob.ar/sites/default/files/m_d_nro_02_agric_org_el_suelo.pdf
- Los horizontes del suelo. Tomado de FAO (2009)
- Fondo suelo marciano. Fecha de consulta: Diciembre 23, 2022 desde https://www.freepik.es/fotos-premium/superficie-planeta-marte-suelo-vida-marciano-increible-paisaje-planeta-rojo-ilustracion-3d_31676990.htm
- Fondo suelo marciano 2 Fecha de consulta: Enero 21, 2023 desde <https://www.bbc.com/mundo/noticias-50139700>
- Curiosity rover. Fecha de consulta: Diciembre 23, 2022 desde <https://hipertextual.com/2022/01/vida-marte-curiosity-carbono>
- Muestras marcianas. Fecha de consulta: Diciembre 23, 2022 desde <https://astroaventura.net/secciones/participa/>
- Fondo cámara rover. Fecha de consulta: Diciembre 24, 2022 desde <https://mars.nasa.gov/mars-exploration/missions/mars-exploration-rovers/>
- Fondo Cráter Gale. Fecha de consulta: Diciembre 23, 2022 desde https://www.reddit.com/r/curiosityrover/comments/87xmyf/gale_crater_home_of_curiosity_rover_curiosity_is/