

**CONSTRUCCIÓN DE EXPLICACIONES A PARTIR DE PROBLEMÁTICAS EN
FÍSICA DE SUELOS**

CAROLINA REYES ESCOBAR
201505405

Proyecto de grado para obtener el título de Magister en Educación - Énfasis Educación
Matemáticas y Ciencias Experimentales

**UNIVERSIDAD DEL VALLE
INSTITUTO DE EDUCACIÓN Y PEDAGOGÍA
MAESTRÍA EN EDUCACIÓN
ENFASIS EDUCACIÓN MATEMÁTICAS Y CIENCIAS EXPERIMENTALES
TULUA - 2017**

**CONSTRUCCIÓN DE EXPLICACIONES A PARTIR DE PROBLEMÁTICAS EN
FÍSICA DE SUELOS**

CAROLINA REYES ESCOBAR
201505405

Proyecto de grado para obtener el título de Magister en Educación - Énfasis Educación
Matemáticas y Ciencias Experimentales

Asesor: Ph.D. Edwin Germán García

**UNIVERSIDAD DEL VALLE
INSTITUTO DE EDUCACIÓN Y PEDAGOGÍA
MAESTRÍA EN EDUCACIÓN
ENFASIS EDUCACIÓN MATEMÁTICAS Y CIENCIAS EXPERIMENTALES
TULUA – 2017**

Agradecimientos

A mis Padres, Carlos Evaristo Reyes y Eucaris Escobar; a mi hermano Carlitos, quienes me acompañan siempre y me brindan su apoyo incondicional; a mi Esposo Germán Edilson Correa, por su amor, paciencia y entrega, fundamental para cumplir con todas las metas trazadas.

Especial agradecimiento a mi asesor, el profesor Edwin Germán García, por su guía, amor y entrega por lo que hace.

Al Ministerio de Educación Nacional, a través de su programa Becas para la Excelencia Docente.

Contenido

Resumen.....	10
Introducción	12
Problema de estudio	15
Planteamiento del problema.....	15
Preguntas de investigación.....	18
Pregunta General.....	18
Preguntas específicas.	18
Objetivos	18
Objetivo general.....	18
Objetivos específicos.	19
Justificación.....	19
Antecedentes	23
Marco de referencia	27
Marco teórico conceptual.....	27
Construcción de explicaciones.....	27
Resolución de problemas	34
Campo de conocimiento implicado.....	38
Tarea requerida para su resolución	38
Procedimiento seguido en resolución.....	39

Número de soluciones	40
Objetivos de la resolución de problemas	40
Propuesta sobre resolución de problemas ambientales	41
Suelos.....	43
Textura del suelo	53
Porosidad.....	57
Permeabilidad.....	59
Profundidad efectiva	59
Metodología	60
Diseño metodológico	60
Población objeto y muestra	63
Instrumento de recolección de datos	63
Análisis de datos	67
Metodología de la propuesta	70
Análisis de resultados.....	73
Propuesta alternativa	81
Definición de finalidades y objetivos.....	81
Selección de contenidos	81
Organización y secuenciación los contenidos.....	83
Secuenciación de actividades.....	87

Situaciones problema	87
Información general	87
Actividad experimental	89
Instrumentos	90
Características de las texturas de los suelos	93
Actividades de valoración	95
Organización del aula	96
Reflexiones finales	97
Recomendaciones	99
Referencias	101

Contenido de Tablas

Tabla 1. Pauta para analizar textos producidos por los alumnos: Explicar	31
Tabla 2. Una comparación entre las conductas de resolución de problemas de los expertos y los novatos	37
Tabla 3. Cuadro de resultados actividad diagnóstica sobre física de suelos.....	74
Tabla 4. Dificultades generales de los estudiantes en la comprensión de la física de suelos	80

Contenido de figuras

Figura 1. Habilidad cognitivolingüística: explicar (Jorba, Gómez , & Prat, 2000, pág. 38)	
.....	32
Figura 2. Clasificación de los problemas según los criterios mencionados (Perales & et al., 2000, pág. 21).	38
Figura 3. Diagrama de suelos.....	46
Figura 4. Interacción de los factores de formación del suelo (Charry, 1987, pág. 27)	48
Figura 5. El suelo es un medio trifásico de alta complejidad, especialmente por la dinámica de sus interfaces. Las proporciones indicadas en la figura son valores promedio expresados como porcentajes volumétrico (Narro, 2004, pág. 16).....	52
Figura 6. Separación de los constituyentes sólidos del suelo en función de su tamaño (Casanova, 2005, pág. 77).....	55
Figura 7. Triangulo textural para facilitar la estimación de la clase textural en campo (Casanova, 2005, pág. 83).....	56
Figura 8. Procedimiento metodológico de la investigación, adaptado de Martínez (2006, pág. 182)	62
Figura 9. Red sistémica actividad diagnóstica sobre construcción de explicaciones sobre física de suelos.	69
Figura 10. Respuestas de algunos estudiantes a la pregunta número 1 del cuestionario aplicado como diagnóstico.....	75
Figura 11. Respuestas de algunos estudiantes a la pregunta número 1 del cuestionario aplicado como diagnóstico.....	76

Figura 12. Respuestas de algunos estudiantes a la pregunta número 2 del cuestionario aplicado como diagnóstico.....	77
Figura 13. Respuestas de algunos estudiantes a la pregunta número 3 del cuestionario aplicado como diagnóstico.....	78
Figura 14. Respuestas de algunos estudiantes a la pregunta número 4 del cuestionario aplicado como diagnóstico.....	79
Figura 15. Contenidos referentes a la propuesta de enseñanza de la física de suelos	86
Figura 16. Algunos tipos de suelo según su uso	88
Figura 17. Triángulo textural para facilitar la estimación de la clase textural en campo (Casanova Olivo, 2005, pág. 83)	91
Figura 18. Separación de los constituyentes sólidos del suelo en función de su tamaño (Casanova, 2005, pág. 77).....	92

Resumen

Con este trabajo se buscó desarrollar una propuesta alternativa, la cual brinda herramientas a los docentes del área de Ciencias Naturales para abordar una de las problemáticas que se presenta en ella, como lo es requerir que el estudiante de cuenta de los diversos conceptos desarrollados en clase, específicamente, en aquellos enfocados en la construcción de explicaciones. Es así, como partiendo de este conflicto mediado por el lenguaje, se buscó tener en cuenta situaciones que emergieran desde su contexto, con el fin de generar una real apropiación; para ello, la propuesta se desarrolla alrededor de la física de suelos, dado que es una comunidad que se beneficia de dicho recurso, llenando de esta forma de significado la experiencia y, por ende, su proceso formativo. Sin embargo, es importante tener en cuenta, que a pesar de que la propuesta se plantea desde un contexto específico, los elementos dados en ella no son reduccionistas, sino todo lo contrario, es de carácter amplio, permitiendo al docente enriquecerla desde su propio contexto, conocimiento y experiencia.

Palabras clave: Construcción de explicaciones, física de suelos, resolución de problemas.

Abstract:

This work sought to develop an alternative proposal, which provides tools to teachers in the area of Natural Sciences to address one of the problems presented in it, as it is to require the student to account for the various concepts developed in class, specifically, those focused on the construction of explanations. It is thus, as starting from this conflict mediated by the language, it was tried to take into account situations that emerge from its context, with the purpose of to generate a real appropriation; for this, the proposal is developed around soil physics, given that it is a community that benefits from this resource, filling this way of meaning with experience and, therefore, its formative process. However, it is important to take into account that although the

proposal is raised from a specific context, the elements given in it are not reductionist, but on the contrary, it is broad in nature, allowing the teacher to enrich it from its own context, knowledge and experience.

Keywords: Construction of explanations, soil physics, problem solving.

Introducción

La calidad educativa es algo con lo que el docente se enfrenta día a día, la cual involucra tanto el proceso formativo de los estudiantes, como su propio proceso de formación. Sin importar el área en que este labore, el fortalecimiento de competencias profesionales se ha vuelto la base para que la educación en Colombia cuente cada vez con una mayor calidad, generando personas con capacidad de reflexión, que puedan llevar a cabo acciones que impacten de forma positiva su vida como docente, así como las instituciones donde laboran.

Para las Instituciones Educativas, el estudiante es el centro de todo, alrededor de él es que giran los procesos, en pro de su bienestar personal y social, donde el docente representa un papel importante, al ser aquel que orienta sus procesos formativos, de tal forma que logre alcanzar las diversas metas planteadas, buscando formar personas íntegras, con coherencia en su pensar, hablar y actuar.

En la búsqueda de esa integralidad en el estudiante, los docentes parten de la base, para qué se debe formar, porqué y bajo qué condiciones, tratando siempre de ser asertivos, al identificar y responder a las necesidades del entorno en el cual se encuentra el estudiante y desarrolla sus actividades. Sin embargo, los procesos formativos que se llevan a cabo, se ven afectado por diversos factores, algunos propios del contexto y otros en problemas mediados por el lenguaje, afectando la comunicación docente estudiante y, por ende, el proceso de construir y reestructurar el conocimiento.

Anexo a esto, durante el proceso formativo, muchos de los conceptos desarrollados en clase el estudiante los siente ajenos a él, a su vida; por lo tanto, su experiencia a nivel académico, termina siendo sólo para cumplir unas metas trazadas por la institución, más no representan algo que el estudiante sienta que le aporta y permita desenvolverse mejor en su comunidad.

Teniendo en cuenta estos aspectos, nace este trabajo, con el cual se busca generar un impacto en la institución, al involucrarse en proyectos educativos que impliquen nuevas formas de relacionarse con el conocimiento en ciencias, particularmente en la construcción de explicaciones, a través de la física de suelos; pero una física de suelos que hable como plantea Arcà, Guidoni, & Mazzoli (1990) desde la experiencia, el conocimiento dado por esa experiencia y el lenguaje como lo que permite su transformación, llenando de significado el proceso formativo del estudiante. Cabe resaltar, que se propone trabajar la construcción de explicaciones a través de la física de suelos, dada la relación de la comunidad con el mismo, siendo este, para parte de la población del corregimiento de Aguacalara, en el Municipio de Tuluá, Valle del Cauca, la base de su sostenimiento, ya sea a través de la extracción de arena, siembra de cultivos o fabricación de ladrillos, entre otros.

De acuerdo con lo anterior, nace una pregunta problema, donde se indaga, como promover la construcción de explicaciones a través de una propuesta alternativa sobre problemáticas en física de suelos, enfocada en tres aspectos; el primero, es identificar las explicaciones que brindan los estudiantes, de modo que proporcione información sobre el conocimiento con el cual cuenta, y así ayudar en el segundo aspecto, donde se revisa los contenidos sobre física de suelos acordes a su nivel de escolaridad, para finalizar con la elaboración de una propuesta que busca promover la construcción de explicaciones de los estudiantes partiendo desde su experiencia, contexto y lenguaje, la cual, pese a partir de un contexto específico, puede ser adoptada en diversas instituciones, dado su nivel de generalidad.

El trabajo consta de dos fases. Una primera fase enfocada en la documentación pertinente al objeto de estudio, abarcando la construcción de explicaciones, la resolución de problemas y la física de suelos, así como la elaboración de una prueba diagnóstica, para lo cual

se utilizó un cuestionario semiestructurado a través de una caricatura, donde se tuvo en cuenta el contexto del estudiante, siendo esto objeto de análisis a través de una red sistémica. La metodología desarrollada en el trabajo fue de tipo cualitativa – descriptiva. En la segunda fase, se tuvo en cuenta lo anterior, permitiendo concluir con la elaboración de una propuesta alternativa, orientada hacia la construcción de explicaciones a través de la física de suelos, donde le brinda al docente en ejercicio o docente en formación pautas, para ser llevada a cabo.

De esta forma, la propuesta misma puede ser tomada como una conclusión del trabajo, sin embargo, se finaliza con unas reflexiones que permiten evidenciar el proceso llevado a cabo en el mismo, y cómo esto invita a que los docentes cada día abarquen temáticas diferentes, relacionadas con el contexto, llenando así de significado el proceso formativo de los estudiantes y para este caso, avanzar en el proceso de la construcción de explicaciones.

Problema de estudio

Planteamiento del problema

La Institución Educativa Aguaclara (IEA) se encuentra ubicada en el Municipio de Tuluá, Valle del Cauca, en zona rural plana; dada la cercanía con la ciudad y las condiciones de su población, se ve afectada por diversos problemas, tales como pobreza, violencia, seguridad alimentaria, seguridad social, viéndose agravado por la permeabilidad en venta y consumo de sustancias psicoactivas, entre otros. Estos inconvenientes se ven reflejados en las familias y a su vez en los estudiantes, lo cual ha generado problemas de índole personal y por ende académicos, afectando la concentración, aprendizaje, actitud y la manera como el niño resuelve los problemas a los que se ve expuesto durante su formación académica.

La población del corregimiento de Aguaclara, en su mayoría se dedica a la informalidad, donde una parte de ella depende de los recursos naturales con las que cuenta el corregimiento, tales como, el procesamiento de arcillas para la construcción de ladrillos, la remoción de suelo en la extracción de arena, la siembra de monocultivos como la caña de azúcar, lo cual generan en la localidad un impacto ambiental importante de reconocer, no sólo desde la población adulta, sino también desde la escuela, como el medio donde se forman los niños y quienes deberán enfrentar las consecuencias de dichos impactos; principalmente el generado en los suelos debido al tipo de actividades desarrolladas en la localidad.

La población estudiantil se caracteriza por contar con padres con un bajo nivel educativo, influyendo esto de forma negativa en el proceso de formación académica de los niños, seguido de la falta de interés de sus padres, lo cual también se refleja en ellos. Anexo a esto, muchas veces el estudiante llega a la institución con el fin de satisfacer sus necesidades básicas, mas no académicas; afectando de forma negativa el proceso de formación llevado a cabo en cada una de

las áreas que ha considerado la institución como base, entre ellas encontramos el área de ciencias naturales y educación ambiental.

Durante los procesos formativos del estudiante de Aguacalara, se ha podido establecer otro conflicto aparte del de su entorno, este conflicto ha estado mediado por el lenguaje, siendo este de total importancia para el proceso de enseñanza aprendizaje, pues es aquel que permite construir y reestructurar el conocimiento, organizándolo en esquemas de conocimiento elaborados alrededor de temas concretos (Jorba, Gómez , & Pra, 2000, pág. 22) y llenar de significado los aprendizajes, permitiendo tanto al docente como al estudiante, establecer relaciones comunicativas efectivas, en beneficio de toda la comunidad, y por ende, de acuerdo con Jorba et al (2000), el estudiante tendrá “más posibilidades de construir social y personalmente las explicaciones sobre el mundo y sobre ellos mismos”.

Dicho conflicto en el lenguaje, no permite que el estudiante exprese de forma clara sus ideas, y se le dificulte pasar de un lenguaje popular, a un lenguaje más acorde con el área, es decir, un lenguaje científico, afectando todo el proceso de comunicación. Ahora bien, al enfocarse en la población estudiantil, se hace evidente que el estudiante anexo a esto, tampoco es consciente de las diversas problemáticas a su alrededor, o la siente ajena a él y en menor proporción cuando se enfoca en los suelos, desplazando la problemática ambiental a un problema de contenido mas no de contexto¹, en consecuencia, no les da el valor necesario, afectando de esta forma la resolución de problemas tanto en su cotidianidad local como en la escuela, y de acuerdo con Perales, et al., (2000) la resolución de problemas es aquello que puede aportar a la apropiación de los diversos conceptos en el estudiante, ya que le permite contrastar entre los

¹ Cuando se habla de problemática de contenido mas no de contexto, se hace referencia a que el estudiante lo ve como algo perteneciente a los contenidos de la escuela, mas no como una problemática de su entorno o comunidad.

conocimientos previos del mismo y los elaborados por la ciencia, de tal forma, que logre aprender habilidades de diversa índole, aproximando así el contexto cotidiano y el académico.

Cabe resaltar, que la resolución de problemas de acuerdo con Lee (1985), Lee, Goh, Chia y Chin (1996) (citado por Solaz-Portolés & Sanjosé-Lopez, 2008) requiere de un adecuado conocimiento lingüístico y la habilidad para traducir los problemas dependerá de su capacidad para comprenderlos, analizarlos, interpretarlos y definirlos. Por lo tanto, el desarrollo de habilidades cognitivo-lingüísticas, enfocado en la construcción de explicaciones, permitirá en el estudiante desarrollar una manera de interpretar el mundo y hablar de él (Jorba, Gómez , & Prat, 2000), facilitando así, su resolución.

A lo largo de la interacción docente estudiante, es posible evidenciar como éste no es consciente de las diversas problemáticas a su alrededor, y menor aún, cuando esta problemática se enfoca en el cuidado de los suelos, teniendo en cuenta, que la población del corregimiento de Aguacalara por tradición se ha dedicado a la explotación de dicho recurso, ya sea en la extracción de arena del río, en agricultura o producción de ladrillos y tejas, beneficiando así a toda la población. Sin embargo, a pesar de esta relación que la población tiene con los suelos de su comunidad, el estudiante de la IEA, no le brinda la importancia que este tiene, ya sea como recurso económico o sostenimiento ambiental, de tal forma que, al enfrentarse a las diversas problemáticas, tanto en el ámbito local como escolar, no le es posible solucionarlos, a pesar de que uno de los conceptos con los cuales el estudiante tiene relación desde su ingreso a la educación formal es el suelo y las situaciones problemáticas ambientales en torno a él.

Teniendo en cuenta estos aspectos, y con el fin de fortalecer diversas habilidades de las ciencias en el estudiante, las cuales le permitan desenvolverse de manera adecuada no sólo en su educación formal, sino también en su cotidianidad, enfrentando problemas que no solo le afectan

a él, sino también a la sociedad en general; y en esa búsqueda de aproximar lo académico y el contexto donde desarrolla la vida el estudiante, es donde se ve la importancia de promover el desarrollo de habilidades alrededor de la construcción de explicaciones, enfocadas en problemáticas alrededor de la física de suelos, con el fin de que el estudiante logre llenar de significado su experiencia, a través del conocimiento.

Preguntas de investigación

Pregunta General.

¿Cómo promover la construcción de explicaciones a través de una propuesta alternativa sobre problemáticas en física de suelos con los estudiantes del grado séptimo de la Institución Educativa Aguacalara?

Preguntas específicas.

- ¿Qué tipo de explicaciones dan los estudiantes sobre problemáticas relacionados con física de suelos?
- ¿Qué contenidos de física de suelos son pertinentes al nivel de escolaridad establecido?
- ¿Qué elementos debe involucrar una propuesta alternativa sobre física de suelos para promover la construcción de explicaciones?

Objetivos

Objetivo general

Promover la construcción de explicaciones a través de una propuesta alternativa sobre problemáticas en física de suelos con estudiantes del grado séptimo de la Institución Educativa Aguacalara.

Objetivos específicos.

- Identificar explicaciones sobre problemáticas relacionadas con física de suelos en estudiantes de grado séptimo.
- Revisar los contenidos sobre física de suelos pertinentes al nivel de escolaridad establecido.
- Elaborar elementos para una propuesta alternativa sobre física de suelos desde actividades experimentales que promueva la construcción de explicaciones.

Justificación

La Institución Educativa Aguaclara (IEA) dentro de su Proyecto Educativo Institucional (PEI) fundamenta su modelo académico en una formación humanista, donde el centro de todo el ámbito académico está dado en el estudiante, y el papel del docente como orientador les permita alcanzar las diversas metas planteadas tanto por ellos como por la institución, formando seres íntegros, con coherencia en su pensar, hablar y actuar.

En la búsqueda de esa integralidad en el estudiante, es importante tener en cuenta para qué se debe formar, porqué y bajo qué condiciones se encuentra, siempre tratando de ser asertivos, donde se logre identificar y responder a las necesidades del entorno en el cual el estudiante desarrolla sus actividades. Sin embargo, la población estudiantil de la IEA, ha visto afectado sus procesos de enseñanza aprendizaje por diversos factores, entre ellos, su contexto socio cultural, enmarcado en la violencia, el desplazamiento, familias disfuncionales, entre otros.

Al valorar los procesos de aprendizaje de los estudiantes de la IEA, el docente se encuentra con gran variedad en cuanto a las características de los mismos y, si bien, es posible evidenciar fortalezas, también se encuentran falencias; entre ellas, la forma como éstos abordan las situaciones problemáticas, y por ende, aquellas relacionadas con el lenguaje, indiferente del

área donde se pretenda trabajar, por lo tanto, dar a conocer sus ideas, ya sea de forma verbal o escrita, es una tarea que se dificulta en el estudiante, entendiendo el lenguaje como aquel que se usa para comunicarse, y para ello esto debe hacerse de manera coherente, donde es importante revisar y organizar las ideas, así como la manera en que se va a expresar (Sanmartí, Izquierdo, & García, 1999).

En el área de Ciencias Naturales, los estudiantes presentan dificultades en cuanto al manejo de conceptos propios del área, es decir, un lenguaje científico, y de acuerdo con Sanmartí et al (1999) donde afirma que:

Una característica de este tipo de lenguaje es el vocabulario específico que posee. Por ejemplo, se ha demostrado que normalmente se aprenden más palabras nuevas en una clase de Biología de Secundaria que en una de inglés del mismo curso. Sin embargo, es sabido que aprender léxico específico no resulta excesivamente difícil, si se conoce su significado. (pág. 54)

Cuando el estudiante se ve expuesto a los significados de las palabras, es decir, al relacionarlo con un lenguaje científico, su comprensión se ve afectada, dado que el lenguaje utilizado por él está limitado a un lenguaje popular, donde los significados pueden ser variables y sólo uno se acopla al lenguaje científico; anexo a esto, el estudiante al dar explicaciones sobre el tema, se aproxima muy poco a ellas o en su defecto, responde sin coherencia alguna, es aquí donde se enfatiza de acuerdo con Sanmarti et al. (1999), que desde el punto de vista científico, una de las habilidades cognitivo-lingüísticas de mayor relevancia es la explicación, ya que se busca en el estudiante que a través de ella, logre demostrar que comprende el fenómeno abordado. Por consiguiente, al no lograr el estudiante esta habilidad, su proceso de enseñanza aprendizaje se ve deteriorado.

El estudiante de la población del corregimiento de Aguacalara, a lo largo de su vida ha logrado evidenciar a través de su familia y vecinos, como ellos se benefician del suelo, al explotarlo en diversas labores, tales como, la extracción de arena, fabricación de ladrillos o siembra de cultivos. Sin embargo, cuando se le pide que construya explicaciones alrededor del mismo, estas son insuficientes, dado que los conceptos no tienen ningún significado, al ser vistos siempre de forma ajena a ellos, mas no desde la experiencia, desconociendo así la importancia que tiene este para el desarrollo de su vida y su comunidad.

Teniendo en cuenta esto, el suelo no solo debe verse como el soporte para la alimentación, sino también su importancia para la economía a nivel general y, por ende, para la educación ambiental en relación con el agotamiento del mismo, el peligro de la desertización, entre otros (Rebollo, Prieto, & Brero, 2005).

Con el fin de poder dar un uso adecuado al suelo, se hace necesario conocerlo, su formación, los beneficios que puede brindar, al tiempo como es posible afectarlo, brindando de este modo una visión integral del mismo, permitiendo de esta forma enfrentar las diversas problemáticas, holísticamente, definiendo pautas que permitan su conservación, recordando siempre, que éste es un sistema vivo, en constante interacción con el medio (Madero, Gómez, & Sánchez, 2003).

Por tal motivo, su estudio se debe considerar desde etapas iniciales, ya que los estudiantes en su formación como ciudadano responsable y futuro de una sociedad, deben comprender su funcionamiento desde la experiencia y poder dar cuenta de ella a través del lenguaje, desde sus inferencias, descripciones, ejemplificaciones, explicaciones, entre otras, para que, de esta forma, se llene de significado, y pueda darle un uso adecuado. Esto concuerda con lo dicho por Alcalde (2015), quien cita lo siguiente:

Para que la sociedad sea consciente de que los suelos existen, son vulnerables y hay que protegerlos, es necesario empezar por la educación desde las fases iniciales. En este contexto, los suelos deberían ser tratados fuera del enfoque clásico, dentro de un marco teórico bastante desarrollado. Las programaciones de las materias de Educación Secundaria Obligatoria (ESO) y Bachillerado deberían incluir en el currículo la concepción del suelo de forma transversal (...) Las propuestas curriculares que incluyen el suelo deberían avanzar en el conocimiento básico de sus funciones, servicios, problemática y amenazas como elementos clave. (pág. 330-331)

De acuerdo con esto, el suelo siempre ha sido visto por los estudiantes como lo que pisan, siembran o construyen, sin analizar todo aquello que lo rodea, sin tener en cuenta que hablar de los suelos es de gran importancia para su vida, el de su familia y la comunidad, desarrollando valores que le permitirán tener una consciencia ambiental y, por ende, dar respuesta a los diversos problemas que le afectan (Dominguez, Rodríguez, & Negrín, 2006).

El estudiante se ve expuesto a diversas dificultades a lo largo de su proceso formativo, y aún más, cuando se ve expuesto a problemas del común, tales como los que se desarrollan alrededor del suelo, teniendo en cuenta las características de la población, es así como los docentes concentran los esfuerzos en el diseño de estrategias, las cuales se buscan sean las adecuadas para la enseñanza y aprendizaje, a través de las cuales el estudiante pueda generar una construcción de conocimiento, al tiempo que una consciencia social y ambiental; por ello, es posible considerar que una de las formas de promover este proceso, que al tiempo se encuentra relacionado con las habilidades cognitivo-lingüísticas del estudiante, es a través de situaciones problemáticas alrededor del mismo, y de acuerdo con Perales, et al. (2000) la resolución de problemas, específicamente de tipo cualitativo, requiere por parte del estudiante generar una

explicación sobre una situación concreta. Dichas situaciones problemáticas, son aquellas que le permitirán confrontar y seguramente avanzar en la construcción de explicaciones.

Estas explicaciones, permiten al estudiante acercarse a una situación puntual involucrada en su localidad, partiendo desde su experiencia, buscando resolver problemas que le impactan directamente y al tiempo promoviendo habilidades que le permitan fortalecer su formación, no solo como estudiante, sino también como ciudadano. Con el presente trabajo, se busca promover la habilidad de explicación con la que cuenta el estudiante a través de problemáticas enfocados en física de suelos, donde se tiene en cuenta su contexto, llenando de esta forma de significado su experiencia y proceso de formación.

Antecedentes

Promover la construcción de explicaciones en los estudiantes ha sido una preocupación general en los docentes y aún más cuando estas explicaciones se enfocan en el área de ciencias, sin embargo, cuando se aborda al estudiante con las diversas temáticas, estos presentan obstáculos en el manejo de diversos conceptos, así como dar cuenta de ellos, ya que al desarrollar las explicaciones estas son débiles, con falta de coherencia, o con un nivel deficiente de organización el cual sea acorde a su proceso formativo.

A lo largo del tiempo, los conceptos sobre el suelo, se han abordado desde el currículo escolar enfocándose en los procesos formativos, trabajándolos de forma aislada, sin embargo, algunos autores permiten evidenciar algunas problemáticas abordadas desde variables similares a las del presente trabajo, lo cual se vuelve una preocupación general en el área de ciencias.

Rebollo, Prieto, & Brero (2005) investigaron sobre como el estudiante establece un paralelismo entre sus concepciones y las ideas sostenidas por los científicos en el pasado,

alrededor del concepto de suelo, con el fin de poder identificar las problemáticas en el aprendizaje de los estudiantes. El trabajo lo desarrollan al comparar la epistemología del concepto desde cinco visiones: agrológica, química, geológica, interdisciplinar y ecológica, con el nivel de las explicaciones de los estudiantes. De acuerdo con la investigación, encontraron que los estudiantes se encontraban en los primeros estadios de la evolución del aprendizaje de la ciencia, ubicados en diferentes paradigmas, donde el concepto de suelos esta arraigado a una sólo concepción, mas no a una integración de ellas, lo cual les permitiría explicar de forma mas completa. En este trabajo, vemos la preocupación que tienen los docentes involucrados en la forma como los estudiantes explican, y la incapacidad para tener una visión general de los diversos conceptos del suelo, haciendo sus explicaciones escuetas y poco significativas.

En el campo de la resolución de problemas y con el fin de fomentar habilidades cognitivo-lingüísticas, Camacho & Quintanilla (2008) abordan la resolución de problemas en la química escolar con los estudiantes, partiendo de situaciones que han enfrentado los científicos en determinados contextos, con el fin de promover el derrollo de competencias cognitivo-lingüísticas, donde toman estas competencias como la capacidad que posee el estudiante para abordarlas, sin desconocer su contexto, mostrando una imagen de ciencia más humana y cercana a él. Aquí, enfrentan al estudiante a la resolución de problemas, a través del cual le es posible la construcción del conocimiento, el cual debe tener significado para él, aproximandolo en diferentes niveles, tales como, el plano instrumental, el plano pesonal significativo y el plano relacional social o cultural. A lo largo del proceso de construcción de conocimiento, plantean que es posible identificar, caracterizar y promover diversas competencias cognitivo-lingüísticas, entre ellas estan, la definición, explicación, argumentación y justificación, con las cuales, es posible dar cuenta de los nuevos conocimientos científicos contruidos. Es así como el

desarrollo de estas competencias toman nuevas perspectivas y enfoques a través de la resolución de problemas científicos a la hora de la construcción de conocimiento científico escolar.

Con el fin de promover competencias científicas, Camacho & Quintanilla (2008) proponen a docentes un ejercicio basado en tres objetivos: a. Identificación de problemas científicos y comunicación de significados, b. problematizar e identificar tipologías de competencias científicas y c. evaluación de la experiencia con los estudiantes. Con ello encontraron la importancia de la relación entre filogenia y ontogenia a lo largo de la historia de la ciencia, con lo cual, dan cuenta de la construcción de conocimiento científico a través de la resolución de problemas, donde los estudiantes aprenden a enfrentarse a un problema científico real, con lo cual logran promover de manera significativa competencias cognitivo lingüísticas, al construir y reelaborar conceptos y teorías científicas que partieron del fenómeno de la combustión, la descomposición del aire, la existencia de nuevos gases y las características de las sustancias, que le permiten interpretar y transformar el mundo real. En este trabajo, es posible evidenciar la importancia que toma llenar de significado cada experiencia del estudiante, al no desconocer su contexto, y como esto, así como la resolución de problemas, aporta al desarrollo de habilidades cognitivo-lingüísticas, tales como la construcción de explicaciones.

El trabajo realizado por Aragón & Cruz (2016) se basa en una propuesta educativa enfocada en el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) en la asignatura de Educación Ambiental Infantil, donde buscaron desarrollar habilidades y competencias para un futuro profesional, trabajo en equipo y resolución de problemas, a través de una propuesta didáctica donde utilizan el Huerto Ecológico Universitario (HEU), contextualizando de este modo esta estrategia con un problema real a través del suelo. La estrategia didáctica se desarrolló en seis (6) fases, partiendo del análisis del escenario problema, definición del problema, diseño del plan

de acción, desarrollo del plan de acción, análisis de los resultados y obtención de conclusiones, para finalizar con una revisión y planteamiento de un nuevo interrogante. Para lo cual, encontraron diversos resultados, entre ellos, la gran dificultad que poseen los estudiantes en el uso de terminos adecuados, sin embargo, la estrategia utilizada parece ser apropiada para el desarrollo competencias en educación ambiental, sobre todo al utilizar el HEU como medio, mostrando un gran potencial didactico, dado la variedad de conocimientos que se logran evidenciar, así como dar solución a los problemas y proveer de significado los nuevos aprendizajes. La propuesta desarrollada por estos autores, permite ver de igual forma que la anterior, la importancia de no desconocer el contexto del estudiante en su proceso formativo, el cual al ser significativo para él, representará una mejor apropiación de los conceptos y solución de problemáticas relacionadas con su entorno.

Para la enseñanza de aspectos relacionados con el suelo, Cadena (2012) en su trabajo de investigación “Caracterización del suelo en una huerta escolar y elaboración de cartilla edafológica para estudiantes de grado octavo”, plantea en la cartilla un paso a paso, que le permite al estudiante caracterizar el suelo de la institución educativa, a través de seis (6) laboratorios donde debe identificar textura, permeabilidad y porosidad, así como presencia de materia orgánica, y presencia de carbonato de calcio; para finalizar con una tabla donde se recoge la información. En esta propuesta se logra evidenciar, como la enseñanza acerca del suelo, específicamente en la física de suelos, se enfoca en aspectos puntuales de caracterización del mismo, así como en la importancia de invulcrar la actividad experimental a la hora de implementar un recurso didactico para la enseñanza de las diversas áreas.

Marco de referencia

Marco teórico conceptual

Construcción de explicaciones

Es primordial establecer que la ciencia escolar debe brindar al estudiante una formación científica que se encuentre a su alcance, es decir, próximo a su contexto, con el objetivo de que los aprendizajes ahí generados sean significativos para él y, por ende, pueda garantizar su aplicabilidad, desarrollando así procesos de construcción de nuevos conocimientos, que logren estimular la curiosidad por actuar en el mundo físico y biológico, logrando formular preguntas sobre estos, para lo cual, se pueden necesitar diversas estrategias, ya sean experimentales o lingüísticas, de aquí que los textos científicos describen los fenómenos en el marco de las teorías, haciendo el mundo adecuado para ser aprendido, debido a lo cual es factible aseverar que las ciencias son a su vez creaciones literarias (Izquierdo, Espinet, García, Pujol, & Sanmarti , 1999).

Vygotski (1978) (citado por Mercer, 1996) “describió el lenguaje como un instrumento psicológico, algo que utilizamos cada uno de nosotros para comprender la experiencia” (pág. 11), lo que lleva a tomarlo también como un instrumento cultural que utilizamos para compartir la ciencia, permitiendo así su comprensión; por lo tanto, Mercer (1996) plantea el lenguaje hablado y escrito como lo siguiente:

Es principalmente mediante el lenguaje hablado y escrito como las generaciones sucesivas de una sociedad se benefician de la experiencia de sus antepasados, y es también mediante el lenguaje como cada generación nueva comparte, discute, resuelve y refina su propia experiencia. Por tanto, el discurso no es meramente la representación del pensamiento en el lenguaje: más bien es un modo social de pensar. (pág. 11)

De aquí se desprende como a través del lenguaje es posible comprender y apropiar el mundo que nos rodea, en el cual se genera día a día nuevo conocimiento que va de la mano con el contexto, los cuales se encuentran en constante cambio.

Partiendo de este planteamiento, el lenguaje ha estado involucrado en todas las áreas del conocimiento y, por ende, en la ciencia, la cual al presentarla como una actividad se basa en la construcción de explicaciones de los fenómenos naturales (Bautista & Rodriguez, 1996), desplazando al positivismo, e involucrándola en un contexto, a una comunidad, volviéndola dinámica, así como lo es la cultura (García , 2009).

Las explicaciones siempre han sido parte importante en el acto de la comunicación, y más aún en el área de ciencias, donde es posible construir las representaciones de los fenómenos, para lo cual, el docente de ciencias acude a las explicaciones con el fin de establecer una comunicación acertada entre él y el estudiante, buscando con ello, realizar como se dijo antes, una representación de los fenómenos o del mundo que lo rodea, logrando establecer de esta forma relaciones entre lo cotidiano o conocimiento empírico con el que cuenta el estudiante y el conocimiento científico necesario para poder construir significados.

De acuerdo con Ogborn, Kress, Martins, & McGillicuddy (1996), la explicación científica está muy relacionado con los relatos, a pesar de que esta se aborda de maneras diferentes, es decir, al abordar las explicaciones científicas, vemos que esta consta de unos actores los cuales cumplen cada uno un papel específico, en el cual cada uno se relaciona con el otro de una u otra forma, estableciendo así conexiones entre ellos y por ende, generan ciertas situaciones en las cuales es posible establecer relaciones de causalidad. Lograr obtener una explicación permite identificar los fenómenos, anexo a esto “la explicación nos indica de nuevo

lo que es importante buscar; cómo observar las cosas” (Ogborn, Kress, Martins, & McGillicuddy, 1996, pág. 27).

Por tal motivo, las explicaciones han sido consideradas una parte fundamental en las ciencias, ya sean en el trabajo del docente o en aquellas construidas por los estudiantes, las cuales permiten evidenciar la apropiación de un concepto y de igual forma crear significado, en otras palabras, hablar de ciencia es “hacer ciencia a través del lenguaje [...], el lenguaje es un sistema de recursos para construir significados” (Lemke, 1997, págs. 11 - 12) que permite identificar el porqué de las cosas, porque suceden y relaciones de causalidad.

De acuerdo con Veslin (1988) (citado por Sanmartí, 2007) las explicaciones científicas deben relacionar lo observado y organizarse por niveles, los cuales deben de localizarse en un nivel más avanzado que en el que fue expuesta la situación problema, caracterizado por establecer relaciones casi siempre de causa-efecto. En estas relaciones de causa-efecto el estudiante debe dar claridad a lo conocido, partiendo desde lo general, hasta llegar a una conclusión donde se agrupen todos los hechos relacionados (Izquierdo & Sanmartí, 1998).

Para Ogborn, Kress, Martins, & McGillicuddy (1996) en las explicaciones se indica lo que es importante buscar, es decir, como se deben observar las cosas, teniendo en cuenta todo aquello que influye en la construcción de las mismas, las cuales permiten enlazarse con el fenómeno explicado; para lo cual plantea que todo aquello que interviene en las explicaciones, esas variables involucradas las define como entidades. Presenta las entidades como los instrumentos que hacen parte del discurso científico y del aula.

De estas entidades, se definen cuatro (4) aspectos particulares: el primero, donde en las entidades no se establece diferencia entre las cosas materiales y los conceptos a la hora de

explicar; segundo, tal diferencia no es tampoco clara en la ciencia como tal, es decir, algo tangible o material, hace parte de una entidad, así como un concepto; tercero, ver las explicaciones como historias, donde cada entidad cumple un papel, siendo esto lo que el estudiantes debe conocer; cuarto y último aspecto mostrado, como a través de las entidades se crean significados, se modifican y se crean nuevos. (Ogborn, Kress, Martins, & McGillicuddy, 1996). “Todo lo nuevo se hace a partir de algo antiguo” (Ogborn, Kress, Martins, & McGillicuddy, 1996, pág. 75).

Al construir explicaciones Jorba, Gómez , & Prat (2000), proponen tener en cuenta varios criterios, en los cuales el docente debe enfocarse a la hora de evaluar, ya que permite dar una mirada holística a los trabajos producidos por los estudiantes, teniendo en cuenta el área, así como las habilidades cognitivo lingüísticas, facilitando el trabajo del docente. En la tabla 1, es posible observar la propuesta planteada por Jorba, Gómez , & Prat (2000) para analizar las explicaciones construidas por los estudiantes.

Tabla 1. Pauta para analizar textos producidos por los alumnos: Explicar

EXPLICAR				
Criterios de evaluación				
Objeto de evaluación	Realización			Resultados
Capacidad de explicar	Producir	razones o argumentos	(producir proposiciones o enunciados que enumeren cualidades, características, etc.) de manera ordenada. Establecer relaciones entre las razones o argumentos que lleven a modificar un estado de conocimiento (ha de haber explícitamente relaciones causales)	1. Pertinencia: Coherencia, claridad en la identificación del tema. 2. Compleción: Información completa, número suficiente de características, nociones, etc. 3. Precisión: Uso del léxico adecuado. 4. Volumen de conocimientos: Volumen de conocimientos adecuado en relación con el nivel en que se hace la descripción. 5. Organización del texto: El texto presenta una secuencia descriptiva lógica, que hace posible encadenar los hechos.

Fuente: Adaptado de “Pauta para analizar textos producidos por los alumnos: Explicar” (Jorba, Gómez , & Prat, 2000, pág. 47)

De acuerdo a la tabla anterior, en un texto explicativo se debe tener en cuenta que posea una coherencia, al tiempo que sea claro, mostrando de esta forma su pertinencia, anexo a esto, debe presentar una información completa, que involucre todas las entidades necesarias, que permitan establecer un nivel de conocimiento adecuado a su nivel educativo, utilizando un léxico apropiado, donde, por último, conserve una organización lógica, que permita establecer relaciones de causa – efecto, a través de las cuales se produzca una transformación de conocimiento. En la figura 1, se evidencia la propuesta planteada por los autores sobre las explicaciones:

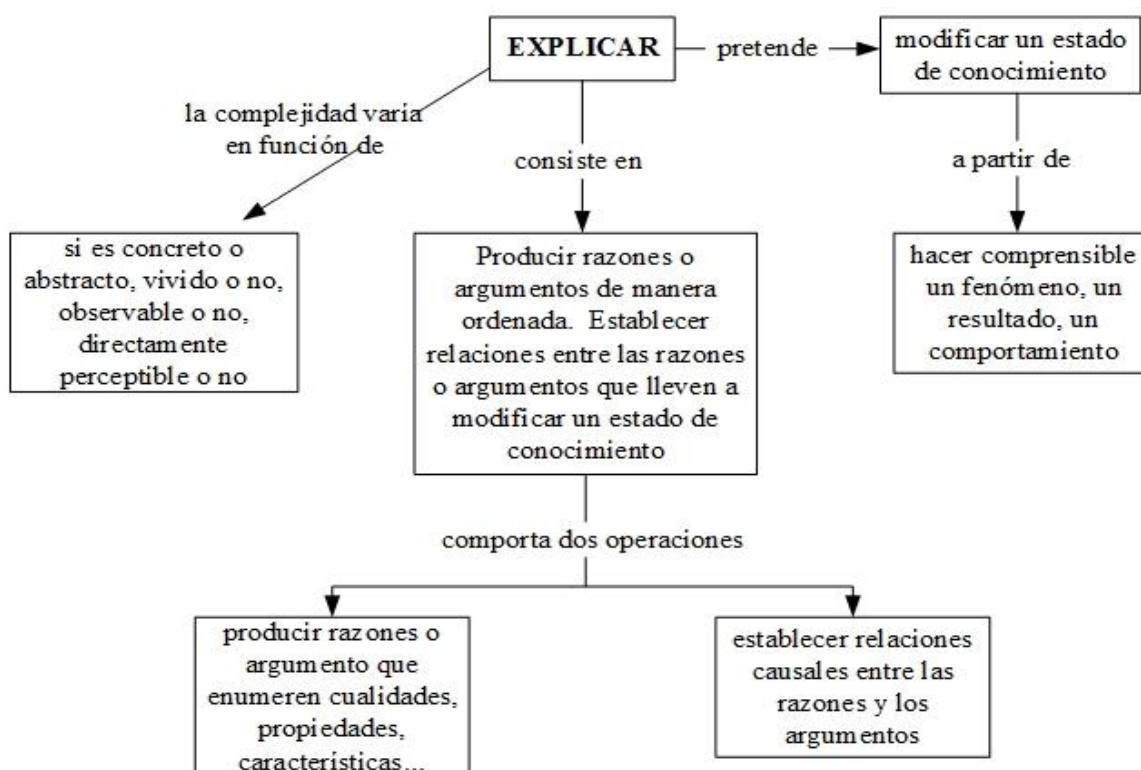


Figura 1. Habilidad cognitivolingüística: explicar (Jorba, Gómez , & Prat, 2000, pág. 38)

Izquierdo & Sanmartí (1998), proponen las siguientes pautas necesarias en una explicación:

Estructurar el texto de manera expositiva, con un inicio, un desarrollo y una conclusión. Desarrollar la situación inicial mostrando los hechos nuevos que después permiten llegar a una conclusión. Relacionar los hechos nuevos y los conocidos de manera fácil de aceptar, porque se ha aplicado a situaciones análogas; la novedad está en las informaciones concretas que se ofrecen o en las conexiones entre estas informaciones, pero no en los dos aspectos a la vez. En general, estas relaciones son de causa-efecto. Seleccionar hechos relevantes e interesantes; el alumnado puede ser muy creativo al ofrecer una explicación y elaborar textos más parecidos a los literarios. Situar toda la explicación en un contexto temático bien caracterizado. Ofrecer una nueva perspectiva que permite hacer inferencias, siempre a nivel factual de “cosas que pueden pasar o no pueden pasar” (pág. 190)

Resolución de problemas

Hablar de ciencia, es hablar de una gran cantidad de actividades relacionadas con ella, entre ellas la solución de problemas o la toma de decisiones (Lemke, 1997); convirtiéndose en una estrategia para el desarrollo de las clases. Perales, et al. (2000) define un problema como: “Un problema constituye, pues, una situación incierta que provoca en quien la padece una conducta (resolución de problema) tendente a hallar la solución (resultado esperado) y reducir de esta forma la tensión inherente a dicha incertidumbre” (pág. 11). De acuerdo con esto, un problema es algo que se enfrenta constantemente ya sea en el diario vivir o en las aulas de clase, a lo cual se le busca una solución, sin embargo, es necesario aclarar que el hecho de buscar dicha solución no es sinónimo de poder encontrarla.

Lee (1985); Lee, Goh, Chia & Chin (1996) (citados por Solaz-Portolés & Sanjosé-Lopez, 2008) plantean unas variables que influyen en la resolución de los problemas:

Habilidad para traducir los problemas, esto es, la capacidad para comprenderlos, analizarlos, interpretarlos y definirlos; la relación en la estructura cognitiva del estudiante entre los diferentes conceptos implicados en el problema; y la acumulación de experiencia en la resolución de problemas (pág. 151)

Por tal motivo, cuando se expone un estudiante a un problema, este preferiblemente deberá hacer parte de su contexto, lo cual le permitirá referenciarlo, llevando al estudiante a discernir sobre las diversas variables que influyen en él y por ende buscar las soluciones más apropiadas.

La resolución de problemas ha sido desarrollada en el aula desde diversos enfoques, los cuales van desde estrategias que buscan generar cambios conceptuales, pasando por metodologías heurísticas que guíen en la solución del problema, hasta la propensión del

desarrollo de la creatividad por parte del estudiante (García, 2000), es así como se busca a través de la resolución de problemas, que el estudiante logre relacionar lo visto en el aula con lo cotidiano, permitiendo de esta forma generar un aprendizaje significativo, que le ayude desde el aula a construir aquellas herramientas necesarias para los problemas que enfrenta en su cotidianidad, ya sean tipo social, ambiental o tecnológico.

De acuerdo a la concepción de la dominación de saberes de forma autónoma, García (2003) plantea que el uso del proceso de resolución de problemas a través de la didáctica, refleja el aprendizaje como una búsqueda de significados, con lo cual se logra enriquecer tanto las habilidades como los conceptos. Es así como una situación problema que permita la construcción de hipótesis, el diseño de experimentos, llevarlos a cabo y su posterior análisis, permite en el estudiante no sólo generar significado, sino también encontrar los errores, corregirlos y mejorar su actitud hacia el aprendizaje (García & Rentería, 2013).

Es importante tener en cuenta en la resolución de problemas, que las situaciones problemas deben ser percibidas por el estudiante de esa forma, ya que de lo contrario, no se generará una búsqueda consciente para su resolución, es así como Postman, et al (1971) (citado por Cudmani, 1998) plantea lo siguiente: “A menos que el alumno no perciba un problema como problema y a lo que se ha de aprender como algo que merece la pena ser aprendido, no llegará a ser activo, disciplinado comprometido con sus estudios” (pág. 79-80). Por consiguiente, el esfuerzo realizado por el docente para fomentar en el estudiante los diversos valores involucrados en el área de ciencias, para el caso, no brindaran los frutos esperados.

De acuerdo con Perales (1998), la resolución de problemas podría permitir lo siguiente:

- Diagnosticar las ideas previas de los alumnos y ayudarles a construir sus nuevos conocimientos a partir de las mismas.
- Adquirir habilidades de distinto rango cognitivo.
- Promover actitudes positivas hacia la Ciencia y actitudes científicas.
- Acercar los ámbitos de conocimiento científico y cotidiano, capacitando al alumno para resolver situaciones problemáticas en este último.
- Evaluar el aprendizaje científico del alumno (pág. 122)

Es así, como la resolución de problemas se vuelve una estrategia interesante para trabajar en el área de Ciencias, al buscar relacionar al estudiante no solo con las problemáticas académicas, sino también, al poder involucrar estas problemáticas a su contexto.

Al enfocarse en el proceso como tal de la resolución de un problema, este puede ser visto desde tres perspectivas, una planteada desde el objetivo del problema, otro desde los procesos cognitivos y, por último, desde su solución; teniendo en cuenta esto, y partiendo desde el objetivo que se busque con el problema, resolverlo puede darse como un proceso creativo, ya que seduce al estudiante a pensar creativamente, y de la misma forma, al hallar una solución, este se vuelve un hecho productivo (García, 2003).

Cuando el estudiante enfrenta un problema, de acuerdo con autores como Larkin et al. (1980a, 1980b); Chi et al. (1981); Hardiman et al. (1989); Glaser (1992) (citados por Leonard, Gerace, & Dufresne, 2002) son clasificados en dos conductas (expertos y novatos). A continuación, en la tabla 2 Leonard, Gerace, & Dufresne (2002) realizan una comparación entre ellas, donde es posible identificar las diferencias que presentan.

Tabla 2. Una comparación entre las conductas de resolución de problemas de los expertos y los novatos

Experto	Novato
El conocimiento conceptual influye en la resolución de problemas	La resolución de problemas es altamente independiente de los conceptos
A menudo realiza un análisis cualitativo, especialmente si está atascado	Usualmente manipula ecuaciones
Usa estrategias basadas en conceptos que anticipan la acción	Usa técnicas “medios-fines” que se orientan a corregir disfunciones
Tiene una variedad de métodos para salir de un atasco	Generalmente no puede salir de un atasco sin ayuda externa
Puede pensar acerca de la resolución de problemas mientras los resuelve	En la resolución de problemas usa todos los recursos mentales disponibles
Es capaz de diferenciar una respuesta usando un método alternativo	A menudo tiene una sola forma de resolver un problema

Fuente: Leonard, Gerace, & Dufresne (2002, pág. 394)

Teniendo en cuenta la tabla anterior Leonard, Gerace, & Dufresne (2002), sugieren fomentar en el estudiante los análisis de tipo cualitativo, ya que estos ayudan a mejorar la habilidad para resolver problemas, buscando siempre el paso de novatos a expertos.

En la resolución de problemas existen diversas clasificaciones de éstos, sin embargo, Perales (1998), establece varios criterios y parte de ellos para clasificarlos, para lo cual tiene en cuenta lo siguiente: campo de conocimiento implicado, tarea requerida para su resolución, procedimiento seguido en su resolución y número de soluciones (ver figura 2).

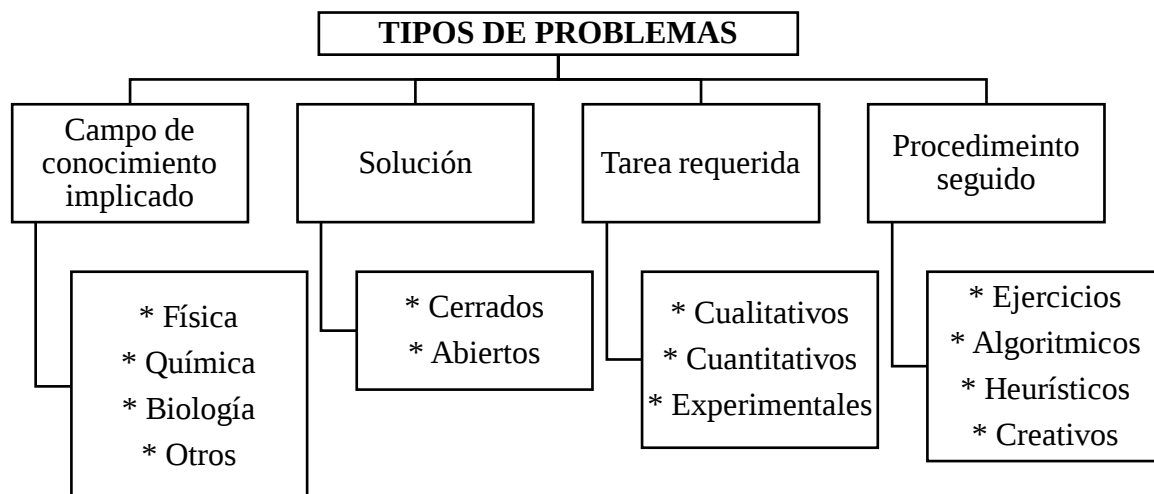


Figura 2. Clasificación de los problemas según los criterios mencionados (Perales & et al., 2000, pág. 21)

Campo de conocimiento implicado

El campo de conocimiento implicado hace referencia a la disciplina desde la cual se establece el problema, las cuales pueden ser desde la física, la química, la biología, la ecología, entre otras (Perales & et al., 2000). Para el caso de este trabajo, se abordará desde dos disciplinas, la edafología² y la ecología, al estar el suelo relacionado de forma directa con los problemas ambientales.

Tarea requerida para su resolución

En este punto se hace referencia a si el tipo de problemas se enfoca en una solución cualitativa, cuantitativa o experimental, teniendo en cuenta el tipo de razonamiento que debe tener el estudiante al abordarlo, es decir, se referirá al enfoque cuantitativo, si el resultado a obtener es numérico; cualitativo, si el resultado no se requiere que sea numérico y experimental, cuando éste debe incorporar alguna manipulación con o sin instrumentos (Perales & et al., 2000).

² Estudio de los suelos

Los problemas cualitativos, como se hacia referencia anteriormente, son aquellos que no requieren una resolución numérica, dado que su forma de resolución será a través de lo verbal y/o escrito (Perales, 1993), es así, como se precisa de una explicación, teniendo en cuenta que no hay información suficiente para una respuesta cuantitativa (García, 2003).

García (2003) plantea lo siguiente:

La resolución de problemas cualitativos en clase de ciencias mejora la comprensión conceptual de los estudiantes, porque la inexistencia de datos en el enunciado del problema evita que el estudiantes empiece a buscar estos datos numéricos y las incognitas para operar con ellos sin entender los principios y los conceptos involucrados en la situación, haciendo que él inicie más bien con el análisis de la situación física a la cual se refiere el problema, para poder representarla y así saber qué es lo que se le pregunta para poder tomar decisiones sobre cuáles son las relaciones significativas que le pueden ayudar a resolver el problema y sobre cuáles son las estrategias que debe utilizar para lograr la explicación que le pide el problema cualitativo (pág. 54).

De acuerdo con esto, los problemas cualitativos fomentan en el estudiante la búsqueda de diversas estrategias para la resolución, basándose en los diversos conceptos que involucre dicho problema, estimulando al tiempo la búsqueda de diversas soluciones, dependiendo de la disciplina en la cual se esté trabajando. Permitiendo la transformación de las actitudes de los estudiantes, provocando “desarrollo en la independencia cognoscitiva, la capacidad creativa y la construcción de conocimientos en los estudiantes” (García, 2003, pág. 39).

Procedimiento seguido en resolución

De acuerdo con Perales & et al. (2000) se plantean cuatro (4) tipos de problemas, los cuales se describen a continuación:

- Problemas de aplicación directa: son aquellos en los que se utilizan operaciones matemáticas simples.
- Problemas algorítmicos: son secuencias de operaciones cerradas, a través de las cuales se obtiene una solución.
- Problemas heurísticos: son problemas que se resuelven a través de heurísticas, como las planteadas por Polya, los cuales corresponden a “información previa, la elaboración de un plan de resolución, la resolución y la revisión del proceso” (Perales Palacios & et al., 2000, pág. 19)
- Problemas creativos: este tipo de problemas se salen del común, ya que admiten el uso de estrategias que no se ajustan a algo preestablecido, sin embargo, en este tipo de problemas, es posible no encontrar una solución.

Número de soluciones

Se divide en dos tipos de soluciones, cerradas o abiertas, en cuanto a la primera, sólo hay un tipo de solución, la cual no da paso a equivocarse, en cuanto a la segunda, este tipo de problemas son aquellos que permiten diversas soluciones, dentro de estos se encuentran los problemas enfocados en disciplinas como la ecología, psicología, economía, entre otros (Perales & et al., 2000).

Objetivos de la resolución de problemas

García (2003) plantea que la resolución de problemas tiene cuatro (4) objetivos, siendo estos: el desarrollo de la creatividad en la enseñanza problémica; el desarrollo de la independencia cognoscitiva y la enseñanza problémica; la asimilación de nuevos sistemas de conocimientos y métodos de las ciencias; y por último, el desarrollo de la facultad para resolver creativamente problemas sociales y productivos.

En cada uno de los objetivos se busca que el estudiante desarrolle su creatividad, de tal forma que consiga transformar su conocimiento, al identificar los elementos, representarlos y transformarlos, permitiendo su asimilación, de este modo, el estudiante desarrollará habilidades que le permitan transformar su realidad tanto académica como social.

Estos objetivos están muy relacionados con los planteados por Perales & et al. (2000) que a continuación se citan algunos:

Aprender a resolver distintos tipos de problemas; adquirir el dominio de ciertas habilidades de pensamiento implícitas en la resolución de problemas; contrastar las explicaciones de los alumnos con las que proporciona la comunidad científica; aproximar situaciones problemáticas cotidianas al contexto escolar, induciendo de esta forma un aprendizaje significativo (pág. 73)

Propuesta sobre resolución de problemas ambientales

Con el fin de establecer un modelo para la resolución de problemas, Perales & et al. (2000) propone seguir las siguientes etapas:

1. Planteamiento de situaciones problemáticas desde el punto de vista medio ambiental: con el fin de que el problema tenga relevancia para el estudiantes, este debe enfocarse en un problemática conocida por él, es decir, que haga parte de su contexto, de tal forma, que se sienta motivado en su resolución. Anexo a esto, dado que los problemas ambientales tienden a presentar causalidad múltiple, se hace necesario en su resolución identificar los factores realmente involucrados, indagar las conexiones entre dichos factores y por último, definir el peso de cada factor en el problema a desarrollar.
2. Planteamiento preciso del problema, a partir de una situación problemática: en esta fase, el estudiante deberá reconocer las preguntas e identificar la problemática.

3. Emisión y fundamentación de hipótesis a partir de los conocimientos previos: el estudiante deberá plantear las diversas hipótesis, las cuales estarán enmarcadas en sus conocimientos previos, permitiendo su análisis.
4. Diseño experimental: luego de que los estudiantes planteen las hipótesis con respecto al problema, estos deberán crear estrategias para contrastar lo planteado. En este punto, es donde se empieza a dar el proceso de aprendizaje.
5. Validación de los diseños: los estudiantes deberán contrastar sus diseños propuestos respecto a las hipótesis que plantearon, colocando en acción sus habilidades manipulativas y procedimentales.
6. Tratamiento y análisis de los datos: de acuerdo a lo encontrado en las etapas anteriores, se estudian los resultados y se establecen las conclusiones pertinentes, permitiendo al estudiante explicitar lo visto y evaluado.
7. Elaboración de un informe o comunicación sobre la investigación realizada: el estudiante deberá presentar la información recogida de forma organizada, teniendo en cuenta todos los factores involucrados tanto en el problema como en su resolución. En el informe también deberá estar presentes los nuevos interrogantes generados durante la resolución del problema.
8. Propuestas de intervención: el estudiante deberá estar en capacidad de enfrentar nuevos retos con niveles de abstracción aun más elevados, lo cual le permita poner en práctica los conceptos adquiridos en el problema anterior, aun mas, teniendo en cuenta, que los problemas ambientales hacen parte de su diario vivir, con lo cual se busca generar consciencia alrededor del tema.

Es importante tener en cuenta que las fases no se desarrollan de forma lineal, ya que a lo largo del proceso, se fijan puntos de retroalimentación (Perales & et al., 2000).

Suelos.

Para el presente trabajo, no se desarrollará todos los aspectos relacionados con el suelo dada la gran extensión de esto, por lo tanto, se acota a unos elementos fundamentales de la física de suelos, que incluyen la textura, porosidad, permeabilidad y profundidad efectiva, por lo tanto, no se incluirán aspectos fundamentales de la química o biología del suelo. Si bien se hace un esfuerzo por cubrir varios elementos del suelo, no es posible abarcarlos todos.

Antonia Candela (1999) en su libro *Ciencia en el aula*, cita lo siguiente:

Los propósitos de la enseñanza de la ciencia en la educación básica son la adquisición de una cultura científica y el desarrollo de una actitud científica (Coll 1972, Giordan 1982), esto es, contribuir a la formación de valores y de una concepción racional y razonada de la relación del ser humano con su medio ambiente. (pág. 17)

Bajo esta perspectiva en las ciencias y lo que el suelo representa para la sociedad, es de considerar que sobre él no sólo se desarrolla la vida, sino también, que la sostiene. Cabe señalar que el suelo es una pequeña capa de la superficie de la tierra, el cual permite un intercambio entre la litósfera, la biósfera y la atmósfera, formando así la base para los ecosistemas, quienes representan grandes beneficios en cuanto a la producción de alimentos, sustento de los seres vivos, producción de materias primas, entre otros, consintiendo el desarrollo de las sociedades, bajo ambientes sostenibles (Porta, López-Acevedo, & Poch , 2011).

En un principio, la exploración sobre el suelo se enfocaba en la producción agropecuaria, sin embargo, con el tiempo, el estudio de éste ha avanzado hacia otras ramas o intereses por parte

del hombre, entrando así a ser parte de ello las construcciones, el ordenamiento territorial, exploración, y demás, permitiendo la adquisición de un mayor conocimiento acerca del mismo, determinando su uso a través del tiempo.

En el pasado, conocer las características del suelo empezó a tener relevancia en la medida que se empezaban a instaurar las primeras prácticas agrícolas, desarrollándose la agricultura y por ende la inquietud sobre su formación, desarrollo y sostenimiento. Este proceso de conocimiento inició en el momento en que el hombre empezó a establecer diferencias entre los tipos de suelos. Filósofos griegos como Xenophon, Hesiodo, Aristóteles y Platón dieron a conocer sobre algunas propiedades de los suelos, llegando incluso a determinar los cultivos más apropiados para los diferentes tipos que iban encontrando (De La Rosa, 2008).

Luego de estos filósofos, el estudio de los suelos empezó a tener un mayor desarrollo, por lo cual fue tomado como una Ciencia a principios del siglo XIX, cuando Lewis y Clark incluyeron aspectos a describir tales como el color, salinidad, textura, fertilidad, entre otros. Actualmente el suelo ya no es visto como un sustrato, sino como un sistema complejo y esencial para los ecosistemas, el cual permite el sustento de las sociedades, obteniendo así, relevancia económica, política, social y mucho más, ambiental; en los cuales, se hace necesario evaluar todos sus componentes, los cuales interactúan entre sí, es decir, teniendo en cuenta la definición de Porta, López-Acevedo, & Poch , (2011, pág. 21) “los suelos son cuerpos naturales, dinámicos, vivos”.

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (FAO) (2009), considera que el estudio del suelo es prioritario, ya que con ello es posible entender su naturaleza, propiedades, dinámicas y funciones, teniendo en cuenta, que el suelo es una parte fundamental de los ecosistemas y al evaluarlo como ese elemento clave, es necesario tener en

cuenta funciones básicas, tales como, producción de biomasa; mantener y mejorar la calidad de las aguas, ya que funciona como filtro natural; regular el ciclo hidrológico, en cuanto a su función de infiltración; regulador del microclima; hábitat ecológico; soporte físico, entre otros.

Los suelos generalmente se han ido afectando por las actividades humanas, tales como la infraestructura, el uso agrícola o industrial; llevando consigo consecuencias nefastas, como lo es la degradación y pérdida o reducción de sus funciones (FAO, 2009). El primer informe sobre el estado mundial de los suelos, realizado por la FAO, brinda una visión general de los suelos, donde se evidencia como se ha afectado a lo largo de los años, en puntos específicos como la compactación, erosión, contaminación, entre otros, donde la mayor parte del suelo es posible hallarlo en una condición aceptable, pobre o muy pobre, con una tendencia a que las afecciones sean cada día más fuertes; el incremento en la población y el desarrollo económico, hacen que la explotación del recurso tenga una mayor demanda, y por ende, los daños vayan en aumento (Montanarella, Pennock, & McKenzie, 2016).

El suelo como se puede evidenciar tiene una gran importancia no solo como sustrato donde se desarrollan las plantas, sino que también a nivel económico, social, político y ambiental, es decir, es de gran interés para la sociedad y su desarrollo, por lo tanto, su estudio permite comprender aquello que lo afecta, teniendo en cuenta que es la base de cualquier ecosistema, donde se dan intercambios importantes entre la litósfera, biósfera y atmósfera. De aquí, que su estudio se enfoque en diversos puntos, los cuales van desde sus propiedades químicas, biológicas y físicas, hasta las multidisciplinarias que dejan establecer tanto sus funciones, como los servicios y por ende las problemáticas y amenazas a las cuales se ve expuesto (ver figura 3)

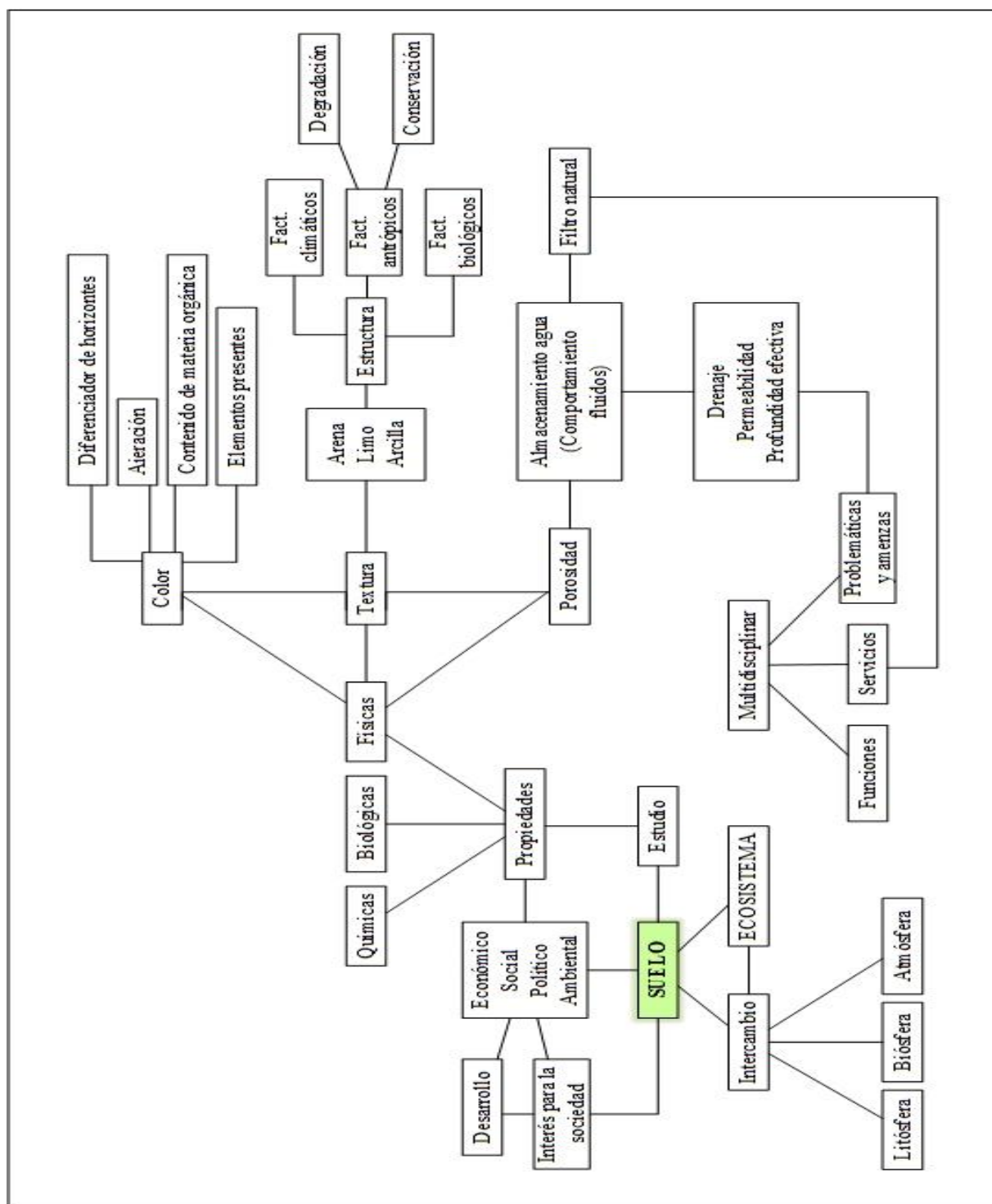


Figura 3. Diagrama de suelos
Fuente: Elaboración propia

La descripción de suelo dependerá desde el punto de vista desde el cual sea visto. De acuerdo con Charry (1987), el suelo se puede considerar desde dos puntos de vista: uno pedológico, en el cual se hace énfasis en la formación del mismo y el otro edafológico, en el cual el suelo hace parte ya de una relación con las plantas. Sin embargo, a medida que ha avanzado la Ciencia del Suelo, y se conservan algunas diferencias entre las dos líneas, actualmente, la edafología ha absorbido el término, quedando casi en desuso el término pedología (Alcalde Aparicio, 2015).

En términos generales, el suelo es visto como un sistema complejo, variado y dinámico (Baver, Gardner, & Gardner, 1973; Gavande, 1979; Montenegro & Malagon, 1990 y Narro, 2004) y específicamente en edafología, el suelo es aquella parte externa de la corteza terrestre, cambiante por factores externos, tales como la acción de los seres vivos y agentes atmosféricos, siendo este un medio complejo de gran importancia en el estudio de los impactos ambientales, dados los múltiples beneficios que le representa al hombre (Granero, Ferrando, Sánchez, & Pérez, 2011).

La hablar de la composición del suelo, gran parte de los autores lo definen como el sustrato básico para la vida terrestre, compuesto por diversos componentes, donde, Alexander (1994) lo plantea como lo siguiente: “El suelo está formado por cinco componentes principales: materia mineral, agua, aire, materia orgánica y organismos vivos. La cantidad de estos constituyentes no es la misma en todos los suelos sino que varía con la localidad” (pág. 13). De estos componentes dependerá en gran medida el uso que se le pueda dar al suelo y por ende el cuidado con el mismo, dado que no solo es debido verlo como el sustrato para el crecimiento y desarrollo de las plantas, sino también como aquel que permite la transformación de aquellos

productos que, de una u otra forma, su acumulación generaría daños para el ambiente (Montenegro & Malagon, 1990).

Charry (1987) realiza una apreciación interesante sobre el suelo, al compararlo con el estudio del hombre, donde se aborda desde las células, tejidos y demás órganos, estableciendo todas las relaciones complejas que se tienen entre ellas, es así, como el suelo aparte de estudiarse de forma individual, es aún más importante establecer las diversas relaciones que se presentan en él, es decir, conocer aquellas características o propiedades que posee, tales como las físicas, químicas y biológicas, para así poder comprender su funcionamiento y vínculo tanto con las plantas, como con la humanidad.

De acuerdo con lo anterior, Dokuchaev & Jenny (citado por Charry, 1987) establecen la relación entre las propiedades del suelo y la formación de un ecosistema, generalizando el comportamiento del suelo en función de diversos factores, tal como se muestra en la siguiente gráfica:

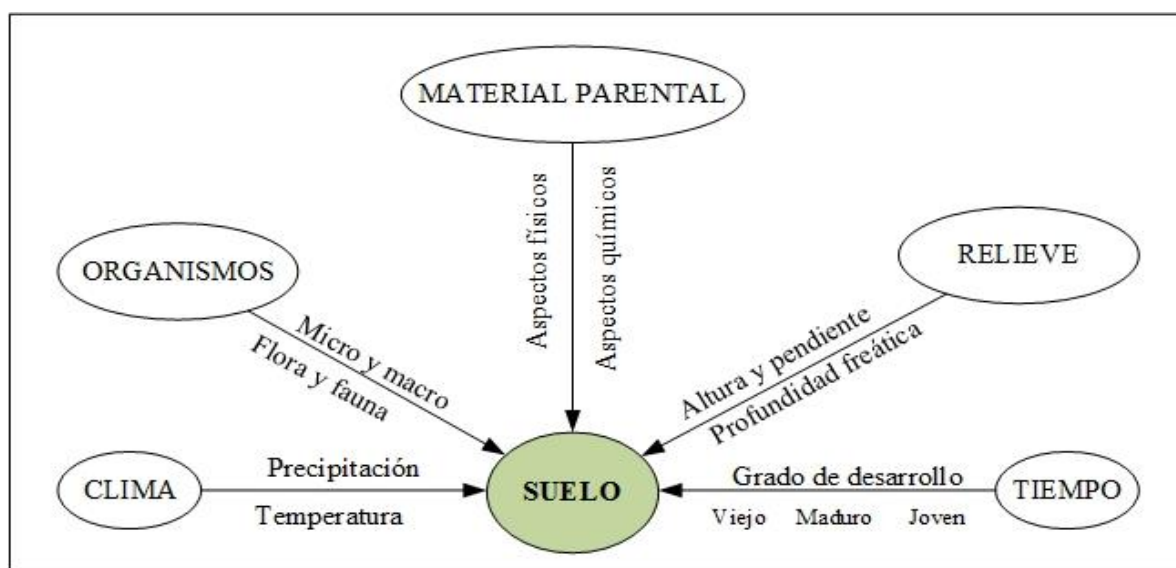


Figura 4. Interacción de los factores de formación del suelo (Charry, 1987, pág. 27)

Teniendo en cuenta los factores anteriores, las condiciones del suelo van a variar, por lo tanto, un suelo podra se rico o pobre dependiendo de ellas. Es por ello que cabe resaltar las siguientes funciones citadas por Narro (2004) a las cuales les brindamos mayor importancica:

- Anclaje para las raíces y soporte mecánico para el follaje.
- Suministro de agua a las plantas.
- Proporcionar los nutrimentos esenciales para las plantas.
- Suministro de oxígeno a las raíces y eliminación de carbono producido.
- Transporte de calor y proporción de la temperatura adecuada para el desarrollo de las raíces, germinación de raíces, entre otros.
- Un suelo agrícola debe ser un medio sano, es decir, relativamente libre de elementos patógenos y parásitos, y debe contener bajos niveles de sales y iones tóxicos para las plantas.
- Anexo a lo anterior, proporciona al hombre materiales para construcción, minerales, metales, piedras preciosos, entre otros (pág. 11,13).

Cuando se habla de física de suelos, se aborda el suelo como un sistema complejo, variado y compuesto por tres fases: sólida, líquida y gaseosa; los cuales varían de acuerdo a los aspectos nombrados anteriormente en cuanto a su formación e interacción con el medio; la física de suelos se ha enfocado en el comportamiento mecánico del mismo y su estudio se realiza desde ese enfoque, pero es de anotar, que la física de suelos no hace parte de la física teórica, sino de un estudio de factores y procesos físicos que se dan dentro del suelo y la superficie (Gavande, 1979).

Las propiedades físicas del suelo hacen referencia al comportamiento del suelo y sus transformaciones (Narro, 2004), donde se deben analizar de forma conjunta, ya que funcionan en armonía con todo lo relacionado al suelo (Montenegro & Malagon, 1990). De acuerdo con Porta, López-Acevedo, & Poch (2011), las propiedades físicas del suelo condicionan el comportamiento, funciones y usos del suelo, aún mas que las propiedades químicas, las cuales se pueden corregir de forma mas “sencilla” que los problemas físicos. Dentro del objetivo de la física de suelos esta desarrollar técnicas que ayuden a resolver los problemas en producción de cultivos (Gavande, 1979), a esto, es necesario incorporar, que no sólo es importante estudiarla para la producción, sino tambien para establecer un uso adecuado, de tal forma que conlleve a su conservación.

La comprensión y análisis de la física de suelos permite comprender diversos aspectos respecto a él, entre los cuales se resaltan los siguientes según Gavande (1979):

un mejor entendimiento del movimiento del agua, del calor, de las sales del suelo, en relación con el clima, estructura del suelo, densidad aparente y cubierta vegetal, bajo diferentes condiciones de labranza y labores de cultivo. b) Un mejor conocimiento de los efectos y de las interacciones del suelo y el clima en la determinación de la eficiencia del uso del agua por los cultivos, y c) interpretación de datos en términos de mejores prácticas. (pág. 20)

Pese a que Gavande hace énfasis en la producción de cultivos, es clave tener en cuenta que estos aspectos no solo impactan en la producción, sino también en el establecimiento de otros aspectos, tales como, la extracción de materiales, la construcción, regulación del clima, entre otros.

Al relacionar las propiedades físicas del suelo, estas deben brindar el medio especial donde puedan proporcionar agua suficiente para el sostenimiento de los cultivos; aire,

específicamente oxígeno, para que las raíces de las plantas puedan respirar y remover el dióxido de carbono; el calor adecuado para el desarrollo de las mismas, así como baja resistencia a su penetración (Narro, 2004).

Como se nombraba anteriormente, el suelo esta compuesto por tres fases: una sólida, una líquida y una gaseosa. Estas fases se encuentran relacionadas entre sí, dado que el suelo es un sistema abierto, el cual sostiene entrada y salidas de energía; así como dinámico, el cual varía de acuerdo al tiempo y sus interacciones (Porta, López-Acevedo, & Poch, 2011). Porta, López-Acevedo, & Poch (2011), describen estas fases de la siguiente forma:

- a) Fase sólida: integrada por componentes inorgánicos (procedentes de la meteorización y de aportaciones; representa generalmente más del 95% de la masa de suelo seco); y componentes orgánicos (restos de plantas, fauna y microorganismos en distinto grado de descomposición). La organización de estos componentes crea un espacio de huecos, lo que es de esencial relevancia para las funciones del suelo. La fase sólida inorgánica es relativamente estable a escala humana, mientras se mantengan las mismas condiciones ecológicas. La materia orgánica, por contra, constituye un componente dinámico, muy afectado por el uso y manejo del suelo.
- b) Fase líquida (agua del suelo): ocupa total o parcialmente el espacio poroso. Esta integrada por agua y sustancias en solución o en suspensión (los iones disueltos se hallan a muy baja concentración, excepto en suelos salinos). La cantidad de agua y su composición son muy variables, incluso a lo largo del día. La fase líquida es la que permite que haya reacciones químicas, transformaciones y translocaciones en el suelo y la que suministra agua y nutrientes que las plantas pueden absorber.
- c) Fase gaseosa (aire o atmósfera del suelo): los gases que la componen (oxígenos, nitrógeno, anhídrido carbónico, vapor de agua, esencialmente) se mueven por difusión al existir un gradiente de concentración entre dos puntos. La proporción de vapor de agua y de anhídrido carbónico en el suelo es mas elevada que la de la atmósfera, si bien con proporciones relativas del mismo orden

de magnitud. La aireación del suelo es necesaria, ya que muchos procesos biológicos (la respiración como el más importante) consumen oxígeno y producen anhídrido carbónico. La fase gaseosa es la que proporciona oxígeno para que las raíces respiren. Por todo ello, la composición de la atmósfera del suelo puede variar mucho a corto plazo. La proporción de espacio poroso ocupada por la fase gaseosa y la composición de ésta resultan determinantes para las reacciones y para los organismos que viven o tienen sus raíces en el suelo. (pág. 120-121)

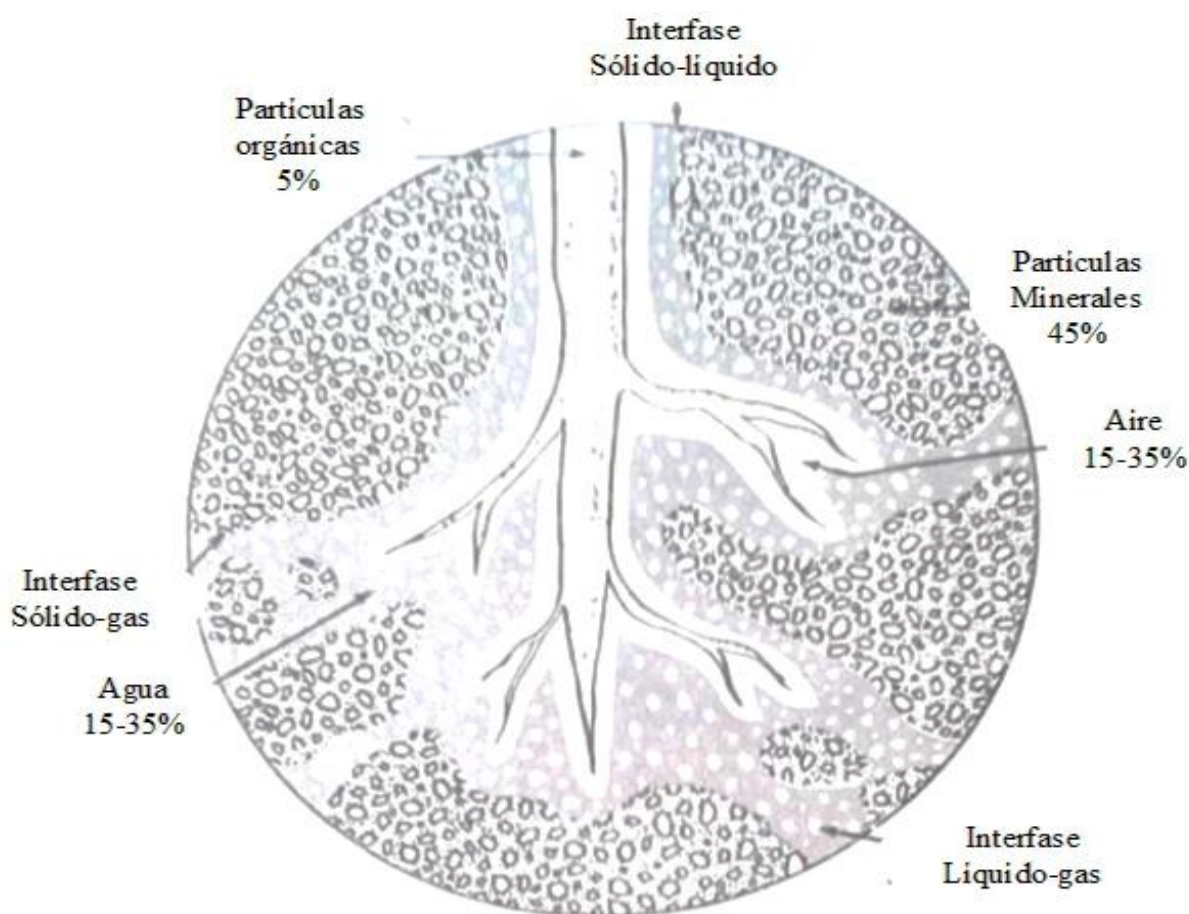


Figura 5. El suelo es un medio trifásico de alta complejidad, especialmente por la dinámica de sus interfaces³. Las proporciones indicadas en la figura son valores promedio expresados como porcentajes volumétrico (Narro, 2004, pág. 16)

³ “Una Interfase es una región de transición o de discontinuidad entre dos fases inmiscibles (sólido-líquido por ejemplo)” (Porta, López-Acevedo, & Poch, 2011, pág. 212)

En la figura 5 se esboza de que está compuesto el suelo y la relación que se da entre sus diversas fases, teniendo en cuenta que un suelo en promedio cuenta con 45% de minerales, 5% de materia orgánica, entre 15 a 35% de agua y entre un 15 a 35% de aire.

Según estas fases, la física de suelos establece unas propiedades físicas del suelo las cuales son determinantes tanto para su uso, como para su conservación, entre estas están la textura, porosidad, profundidad efectiva, permeabilidad, densidad, infiltración, color, entre otras. Para el presente trabajo se tendrán en cuenta las cuatro (4) primeras.

Textura del suelo

La textura es una de las propiedades más importantes en la física de suelos, dado que la determinación de ésta permite establecer cuál será el comportamiento del suelo, ya sea en cuanto al movimiento del agua, aire o disponibilidad de nutrientes para las plantas (Cavazos & Rodríguez, 1992). La textura del suelo dependerá de la acomodación de las partículas sólidas que posee, las cuales se clasifican de acuerdo a su tamaño en: arena, limo, arcilla, gravas y piedras (Narro, 2004), sin embargo, en el momento de establecer una clase textural, sólo se tiene en cuenta la proporción de arena, limos y arcillas con las que cuenta el suelo.

De acuerdo a como se organicen o combinen estas partículas del suelo, el Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA) establece 12 clases texturales (Porta, López-Acevedo, & Poch, 2011), las cuales se representan en tres grupos de suelos: arenoso, franco y arcilloso (Casanova, 2005). Dependiendo de la distribución de estas partículas, en cuanto mayor sea el tamaño de la partícula, mayor será el tamaño de los poros que se forman y viceversa, por lo tanto, en el caso de la producción de cultivos, se buscan suelos equilibrados (Ansorena, 1994), donde la circulación y acumulación de agua y aire sean las adecuadas, favoreciendo de esta forma el desarrollo de las plantas.

A continuación se describe cada una de las partículas del suelo usadas para determinar la clase textural del suelo (ver figura 6):

- a. Arena: esta compuesta de elementos gruesos, donde su mayor tamaño de acuerdo con la USDA es de 2000 μm , donde esta se subdivide en otros tamaños: arena muy gruesa (2000 a 1000 μm), arena gruesa (1000-500 μm), arena media (500-250 μm), arena fina (250 a 100 μm) y arena muy fina (100 a 50 μm) (Porta, López-Acevedo, & Poch, 2011). De acuerdo con Narro (2004) “las partículas de arena son visibles o palpables en forma individual; cuando está húmeda se distingue por su aspereza; no se expande ni se contrae con el agua” (pág. 20).
- b. Limo: las partículas de limo oscilan su tamaño entre 2 a 50 μm , y de igual forma que la arena, no se contrae o expande al humedecerse y secarse (Narro, 2004).
- c. Arcilla: es la partícula mas pequeña del suelo, su tamaño es menor de 2 μm , no son palpables de forma individual, ni visibles a simple vista o con microscopio ordinario; se caracterizan por ser plásticas y pegajosas cuando están húmedas; en gran medida de las arcillas dependen las propiedades físico-químicas del suelo, así como la capacidad para retener humedad, aireación, fertilidad, entre otros (Narro, 2004).

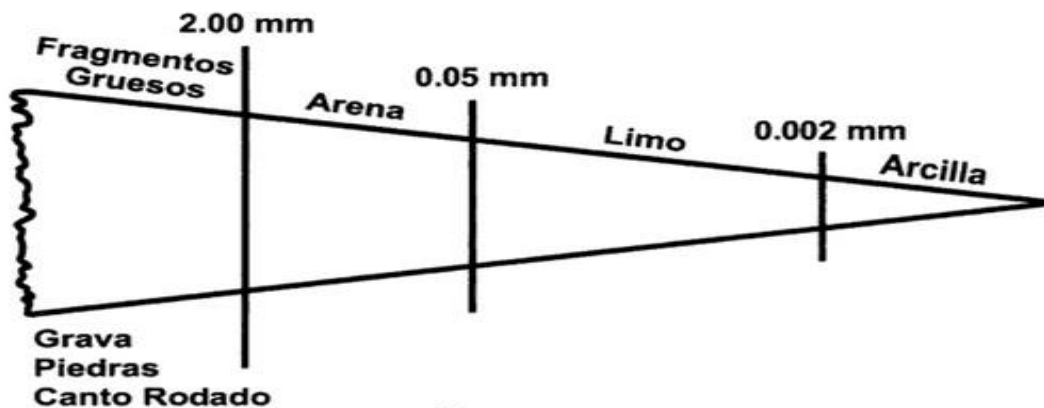


Figura 6. Separación de los constituyentes sólidos del suelo en función de su tamaño (Casanova, 2005, pág. 77)

Cuando se habla de textura se hace referencia a la cantidad aproximada de arena, limo y arcilla con la que cuenta el suelo, y dependiendo de esto, se establece partiendo de un triángulo textural, como se nombro anteriormente. Este triángulo textural se encuentra dividido en doce partes, en las cuales representa todas las posibles proporciones de arena, limo y arcilla, definiendo así el tipo de suelo que se esta evualuando.

Casanova (2005), plantea la siguiente descripción para los tres principales grupos de suelos:

1. Arenosos: Donde la arena representa más del 70 por ciento de la fracción sólida del suelo. En este grupo se reconocen la textura arenosa y areno-francosa.
2. Arcillosos: Suelos de este grupo poseen mínimo 35 por ciento de arcilla y en la mayoría de los casos más de 40 por ciento. Las texturas arcillo-arenosos, arcillo-limoso y arcilloso, son típicas de este grupo de suelos.
3. Francos: Un suelo franco ideal podría ser definido como una mezcla de arena, limo y arcilla; pero las propiedades de estas fracciones ofrecen al suelo son aproximadamente iguales. En

este grupo hay seis (6) clases texturales, y la mayoría de los suelos de importancia agrícola normalmente pertenecen a este grupo textural. (pág. 81)

A pesar de ser necesario realizar una prueba en laboratorio⁴ para determinar exactamente las proporciones de cada una de las partículas del suelo, es posible en campo realizar una estimación de estas, al tomar una porción de suelo, humedecerlo y formar con este “cordones o cintas”, dando una estimación de cuanta arcilla, arena y limo presenta y de esta forma establecer un aproximado del tipo de suelo. Casanova (2005), realizó una modificación del cuadro textural, el cual permite reconocer en campo los tres grupos texturales nombrados anteriormente:



Figura 7. Triangulo textural para facilitar la estimación de la clase textural en campo (Casanova, 2005, pág. 83)

⁴ En laboratorio se pueden realizar dos tipos de métodos, dependiendo de la precisión que se busque y la rapidez de los resultados. Uno es el método Bouyoucos y el otro es el de la pipeta.; para efectos del trabajo no se tendrán en cuenta, ya que se trabaja con estudiantes de bachillerato, donde se considerará sólo la valoración en campo.

La figura 7, permite al evaluador tomar el suelo en campo y realizar una estimación de las proporciones de arenas, limos y arcillas, como ya se había dicho, teniendo en cuenta las observaciones realizadas al lado izquierdo de este, donde establece que un suelo arcilloso, después de ser humedecido formará “cintas” mayores a dos (2) centímetros de largo, así como se sentirá pegajoso y cuando se seque, quedará duro; para un suelo franco-arcilloso, las “cintas” no serán menores de dos (2) centímetros de largo, y de igual forma que el arcilloso, al secarse se tornará duro; finalmente, un suelo franco, no formará “cintas” y al secarse este deberá sentirse suave al tacto. Es importante tener en cuenta que la arena es tosca al tacto y el limo es muy parecido al talco seco.

Estas texturas determinan el comportamiento del suelo, es así, como entre mayor sea el contenido de arena de un suelo, este será más permeable al agua, así como permitiendo el paso del aire y raíces de las plantas, sin embargo, estos suelos presentan dificultades, tales como poca disponibilidad de agua para las plantas, así como suelos pobres en nutrientes, lo cual se relaciona con la baja área superficial en las partículas del suelo; a diferencia de estos suelos, los arcillosos presentan un área superficial mayor, dado el tamaño de sus partículas, reteniendo mejor el agua y nutrientes, los cuales pueden ser aprovechados por las plantas, sin embargo, cuando los suelos son muy arcillosos, presentan problemas de compactación y poca aireación (Narro, 2004; Casanova, 2005; Porta, López-Acevedo, & Poch , 2011).

Porosidad

El tamaño de los poros en el suelo dependerá de la proporción de partículas que se encuentren en él, así como del contenido de materia orgánica. De acuerdo con esto, en el suelo se pueden formar tres tipos de poros: macroporos, mesoporos y microporos (Porta, López-Acevedo, & Poch , 2011).

La cantidad de poros en el suelo, determina su capacidad en aire y en parte del agua, dependiendo de su distribución (Montenegro & Malagon, 1990). Cuando un suelo es rico en arcillas, dado que estas partículas son las más pequeñas, los poros generalmente serán mas pequeños; mientras que en suelos arenosos, estos poros serán mas grandes, dado el tamaño de las arenas, cabe anotar, que la cantidad de poros para este caso no es directamente proporcional, es decir, en un suelo arcilloso habrá una mayor cantidad de poros que en un suelo arenoso (Alexander, 1994).

De la porosidad del suelo dependerá la capacidad de aire en él, así como la retención o paso del agua, permitiendo un adecuado suministro de oxígeno a las raíces de las plantas, de igual forma el desarrollo del sistema radicular, anexo a esto, también permite el intercambio gaseoso con el medio ambiente. En cuanto al movimiento del agua, los poros son aquellos que determinan tanto la capacidad de almacenamiento, como su infiltración, incidiendo en la calidad del suelo, el cual funciona como un acopio de agua o como filtro natural, mejorando la calidad de las aguas que lo atraviesan, así como la recarga de acuíferos (Montenegro & Malagon, 1990; Porta, López-Acevedo, & Poch , 2011).

Una distribución adecuada de los poros en el suelo, permite el establecimiento de cultivos y un desarrollo adecuado de él, su formación y distribución afectan al suelo de forma positiva o negativa, dependiendo del uso para el cual esté dispuesto, es decir, entre mayor sea la presencia de microporos, mayor será la retención de agua y propensión a la compactación, dificultad en penetración radicular, y a mayor presencia de macroporos, mayor será el proceso de infiltración de agua, pasando por ende a mayor velocidad, afectando la disponibilidad para las plantas, sin embargo, la penetración de las raíces y su aireación mejorarían. Por tal motivo, dependiendo del tipo de suelo, así será su funcionalidad.

Permeabilidad

La permeabilidad está directamente relacionada con la porosidad del suelo y por ende con la infiltración, ya que esta consiste en la facilidad con la que pasa un fluido a través del suelo (Porta, López-Acevedo, & Poch , 2011). Por lo tanto, a mayor tamaño de los poros, mayor será la permeabilidad, mejorando las condiciones de aireación y un mayor flujo del agua en el suelo (Núñez, 2000).

Al haber una baja permeabilidad, se puede ver afectada la infiltración del agua, impidiendo el movimiento del agua a través del suelo, lo cual puede llevar a un mal drenaje, aumentando el riesgo de escorrentía superficial y por ende a erosionar el suelo. En el caso de que la permeabilidad sea muy alta, ya el efecto será al contrario, generando sequía en el suelo y afectando el suministro de agua para las plantas (Porta, López-Acevedo, & Poch , 2011).

Profundidad efectiva

La profundidad efectiva está relacionada con la capacidad que poseen las plantas a través de su sistema radicular para explorar el suelo, es decir, la profundidad efectiva está determinada por el impedimento mecánico que ejerce el suelo a la penetración de las raíces de las plantas (Gavande, 1979). Dicho impedimento mecánico puede estar asociado a la compactación del suelo, en otras palabras, se relaciona con la acumulación de arcillas las cuales pueden darse de forma natural o por acción del hombre, al pulverizar el suelo en prácticas de laboreo del suelo, afectando el suministro de aire y, por ende, espacio poroso (Montenegro & Malagon, 1990).

Narro Farías (2004), plantea lo siguiente con respecto a la profundidad del suelo:

La profundidad del suelo es una propiedad que generalmente sufre cambios muy pequeños en condiciones naturales. Sin embargo, los procesos de erosión severa o depósito de materiales pueden representar una excepción a lo expuesto, y en ocasiones pueden ser aprovechados por el

hombre en la formación de buenos suelos, cuando se favorece el depósito de sedimentos de buena calidad en sitios seleccionados (pág. 47).

De acuerdo con lo anterior, dependiendo del uso que se le dé al suelo, así mismo se beneficiará o afectará, en este caso para la penetración de las raíces de las plantas y, por lo tanto, el beneficio que se pueda obtener de este. Pues si bien afirma Montenegro & Malagon (1990), la afección de la profundidad efectiva, se debe a la combinación de factores externos e internos, entre los internos a las propiedades físicas del suelo, el cual tendrá un efecto directo en el crecimiento radical.

Metodología

La propuesta de trabajo planteada es de tipo cualitativa, ya que con ella se busca comprender el fenómeno explorado desde la perspectiva de los participantes, sin desconocer su contexto (Hernández , Fernández , & Baptista, 2010). Con este tipo de metodología se busca que el objeto de estudio se abarque desde su totalidad, teniendo en cuenta el contexto en el que se encuentra (Flick, 2007).

Por lo tanto, el desarrollo del trabajo se realiza desde una propuesta descriptiva, ya que “pretende identificar los elementos clave o variables que inciden en un fenómeno” (Martínez, 2006, pág. 170), así como propositiva, en la cual, a través de ésta, se busca promover la construcción de explicaciones en el estudiante.

Diseño metodológico

La metodología utilizada se basa en el estudio de caso, teniendo en cuenta que permite identificar y describir las características de las explicaciones de los estudiantes cuando se enfrentan a problemáticas enfocados en física de suelos, siendo posible contrastar la teoría con la

realidad encontrada y de esta manera realizar una propuesta para un mejor abordaje del tema con los estudiantes, teniendo en cuenta que “el estudio de caso es una estrategia de investigación que se centra en comprender la dinámica presente en un contexto particular” (Eisenhardt, 1989, pág. 534). De igual forma Hernández, Fernández , & Baptista (2014) plantea que el valor del estudio de caso se debe a que permite el análisis de unidades, que a través de otro diseño sería de difícil acceso, anexo a esto, se le considera en completa relación con el contexto.

Para la recolección de datos se utiliza como herramienta una prueba diagnóstica semiestructurada, en la cual se busca que el estudiante presente las explicaciones con respecto al tema, para posteriormente, ser objeto de análisis. Con este documento, se busca interpretar y evaluar las características de las explicaciones de los estudiantes, con el fin de establecer una base que servirá para desarrollar la propuesta alternativa sobre física de suelos desde actividades experimentales en búsqueda de promover la construcción de explicaciones. Antes de realizar el cuestionario, los estudiantes pasaron por un acercamiento a la física de suelos en clase de ciencias, sin embargo, este no es un indicador del presente trabajo.

Martínez (2006) plantea unas tareas a realizar a la hora de realizar un diseño de estudio de caso, basadas en Shaw (1999:65) (citado por Martínez, 2006), las cuales se toman como base para el desarrollo de la propuesta de trabajo (ver ilustración 8).

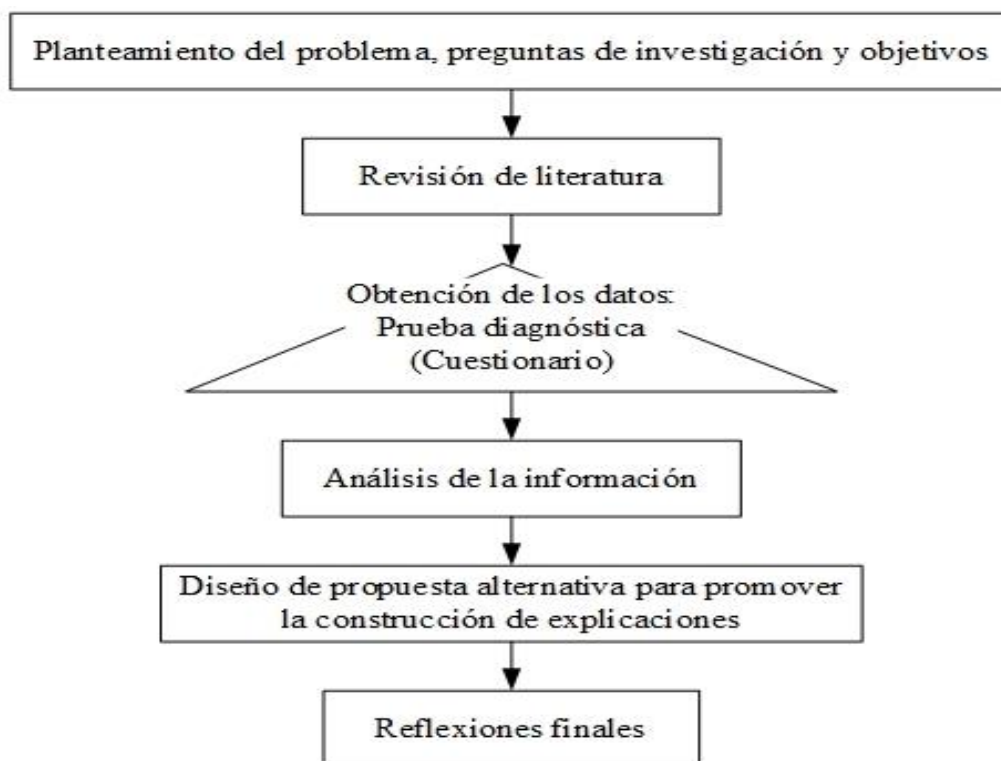


Figura 8. Procedimiento metodológico de la investigación, adaptado de Martínez (2006, pág. 182)

La estructura metodológica del trabajo consta de dos fases. La primera fase en la cual se realiza la documentación pertinente al objeto de estudio, el diseño de la prueba diagnóstica, al tiempo que su aplicación, partiendo de un estudio de caso con los estudiantes del grado siete dos (7-2) de la Institución Educativa Aguacalara, año lectivo 2016. En la segunda fase, se plantea una propuesta alternativa basada problemáticas de la física de suelos desde actividades experimentales, con la cual se busca promover la construcción de explicaciones en los estudiantes, para la cual, se tienen en cuenta lo encontrado en la prueba diagnóstica y la teoría consultada.

Población objeto y muestra

El trabajo se desarrolla en la Institución Educativa Aguacalara, ubicada en el Municipio de Tuluá en la zona rural plana, del Valle del Cauca. La Institución Educativa cuenta con seis (6) séptimos, de los cuales cinco (5) se encuentran en la Sede Central, cuatro (4) en la jornada de la tarde y uno (1) en la jornada de la mañana; en la Sede San Francisco se encuentra otro séptimo en la jornada de la tarde. Del total de los grados séptimos de la Institución Educativa Aguacalara se eligió trabajar con los estudiantes del grado siete dos (7-2), compuesto por 33 estudiantes, de los cuales se valoraron 26.

El grado 7-2 fue elegido para trabajar, dado la heterogeneidad de los grupos del grado séptimo de la Institución Educativa, es decir, este contaba con la mayor cantidad de estudiantes, y asistencia regular al colegio, por lo tanto, permitían obtener una mejor representación. Para la actividad, se convocaron a todos los estudiantes del grado 7-2, a la cual asistieron 26.

Instrumento de recolección de datos

Para la recolección de datos se utiliza como herramienta una prueba diagnóstica semiestructurada, en la cual se busca que el estudiante presente las explicaciones con respecto al tema, para posteriormente, ser objeto de análisis. El instrumento utilizado cuenta como dentro de los normalmente desarrollados en la didáctica de las ciencias, los cuales han sido validados por diversos investigadores, como es el caso de Jorba & Sanmarti (1994), quienes hablan acerca del uso de cuestionarios abiertos con el fin de facilitar la verbalización de las ideas de los estudiantes.

El instrumento utilizado en el trabajo se realiza bajo la recolección de documentos escritos, cuyo análisis es desarrollado a través de redes sistémicas. Para ello, se diseñó una prueba diagnóstica semiestructurada, la cual involucra una situación problema enfocada en física

de suelos. Jorba & Sanmarti (1994) afirman: “los cuestionarios abiertos utilizados deben plantear cuestiones que faciliten a cada estudiante la verbalización de las formas de interpretar el problema o fenómeno” (pág. 111). Por lo tanto, cada pregunta diseñada cumple con el objetivo de promover que el estudiante de cuenta de su conocimiento y logre desarrollar las explicaciones pertinentes. La prueba está diseñada en forma de caricatura, para ser familiar al contexto del estudiante en el nivel del grado séptimo, la cual se muestra a continuación:

**Prueba diagnóstica: estudiantes del grado séptimo de la Institución Educativa
Aguaclara, año lectivo 2016**

Nombre completo: _____

Edad: _____

Sede: _____

Fecha: _____

Aquí comienza la historia...	
 Juan, Marcos y Manuela viven en el corregimiento de Aguaclara, en el municipio de Tuluá y sus padres se dedican a diversas actividades...	 La mamá de Juan trabaja en una finca de caña, el papá de Marcos trabaja en el río, y el de Manuela en una ladrillera de la zona...



y así pasaron por la casa de los vecinos, el cultivo de caña, hasta llegar donde Don Eustaquio, quien se encontraba trabajando...



Como todo muchacho inquieto, les causó curiosidad que hacía Don Eustaquio...



Piensa Don Eust...¡Ehhh pero a estos muchachitos ya no les enseñan nada en el colegio...!



Luego de que Juan sigue las instrucciones de Don Eust, descubre que la arena se le desmorona sin importar cuánta agua le agregue, en cambio el suelo para hacer los ladrillos si forma la culebrita. Don Eust les cuenta que ese suelo es el perfecto para hacer ladrillos, que luego de triturar todos los terrones y sacar las piedras, lo mezcla con agua, arma los ladrillos, los deja secar y de ahí van al horno...

Responde:

¿En cuál de los dos suelos mostrados por Don Eustaquio pasa mejor el agua y por qué?

La historia continua...



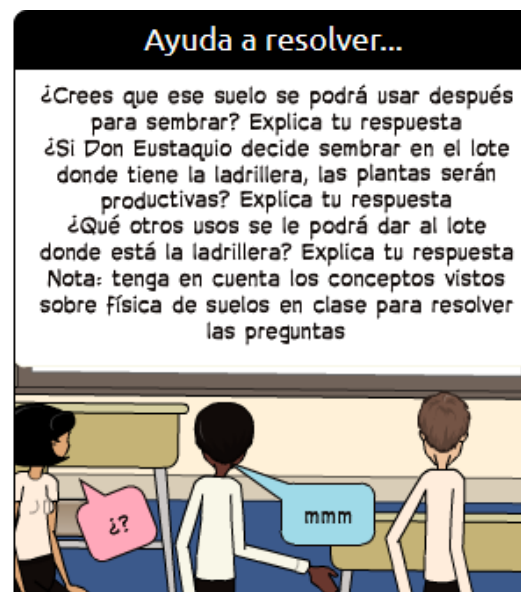
Así termina el fin de semana para Manuela, Marcos y Juan...



Todos cuentan el paseo en cicla, junto con la visita a la ladrillera, lo que le recuerda al profesor la clase de la semana anterior sobre suelos...



Después de recordarles los temas de la semana anterior, el profesor decide dejar unas preguntas que ayudaran a reforzar lo visto en clase...



Manuela, Marcos y Juan están un poco perdidos con las preguntas y recurren a ti para que les ayudes... ¿Qué responderías tu a cada una de las preguntas?

Nota: tenga en cuenta los conceptos vistos sobre física de suelos en clase para resolver cada una de las preguntas

¿Crees que ese suelo se podrá usar después para sembrar? Explica tu respuesta

¿Si Don Eustaquio decide sembrar en el lote donde tiene la ladrillera, las plantas serán productivas? Explica tu respuesta

¿Qué otros usos se le podrá dar al lote donde está la ladrillera? Explica tu respuesta

De acuerdo con las características de la investigación, con el instrumento es posible evidenciar las dimensiones acerca de la construcción de explicaciones de los estudiantes, ya que cuenta con preguntas alrededor de la física de suelos, donde se busca que el concepto teórico se refleje de manera clara y precisa.

El diseño de la prueba diagnóstica se realizó a través de la validez de contenido. De acuerdo con Salkind (1999), “la validez de contenido es el grado en que una prueba representa el universo de reactivos del cual se extrajo y es útil sobre todo para evaluar la utilidad de las pruebas que muestrean un área de conocimientos en particular” (pág. 127). Para dicho diseño se tuvo en cuenta que debía realizarse a través de resolución de problemas en ciencias, el cual como se describió anteriormente, se realizó con una caricatura, donde el estudiante se colocaba en una situación específica que le permitía valorar los conceptos trabajados sobre física de suelos, para finalmente resolver unas preguntas acordes al tema y de esta forma, valorar la construcción de explicaciones del mismo.

Análisis de datos

Con el fin de lograr un diseño objetivo el cual promueva en el estudiante la construcción de explicaciones, se realiza un cuestionario, el cual se analiza a través de redes sistémicas. Las redes sistémicas permiten el análisis de textos, al recoger el significado de un conjunto de

palabras a través de una codificación, los cuales “permiten conectar la descripción de los datos con las posibles características (o interpretaciones de éstos” (Bliss y Ogborn, 1983; citado por Jorba & Sanmarti, 1994, pág. 112).

Por tal motivo, Jorba & Sanmarti (1994) plantean lo siguiente:

En una red sistémica se pueden recoger las diferentes ideas expuestas por el alumnado, los procedimientos utilizados en la realización de las tareas y las actitudes y sentimientos manifestados, sin que ello implique necesariamente valorar su calidad. Por esta razón los ítems no se codifican en función de ‘respuestas correctas’ o ‘respuestas incorrectas’, sino en función del tipo de razonamiento explicitado (pág. 112).

Con el fin de dar respuesta a los objetivos planteados, se construye la siguiente red sistémica, la cual consta de cuatro (4) categorías donde se busca evidenciar si el estudiante logra identificar los conceptos sobre física de suelos, establecer cambios físicos en el suelo, al tiempo que generar relaciones entre las propiedades físicas del suelo y la productividad del mismo, así como posibles usos. De estas cuatro (4) categorías se derivan otras subcategorías, para un total de dieciocho (18), las cuales son objeto de análisis (ver figura 9).

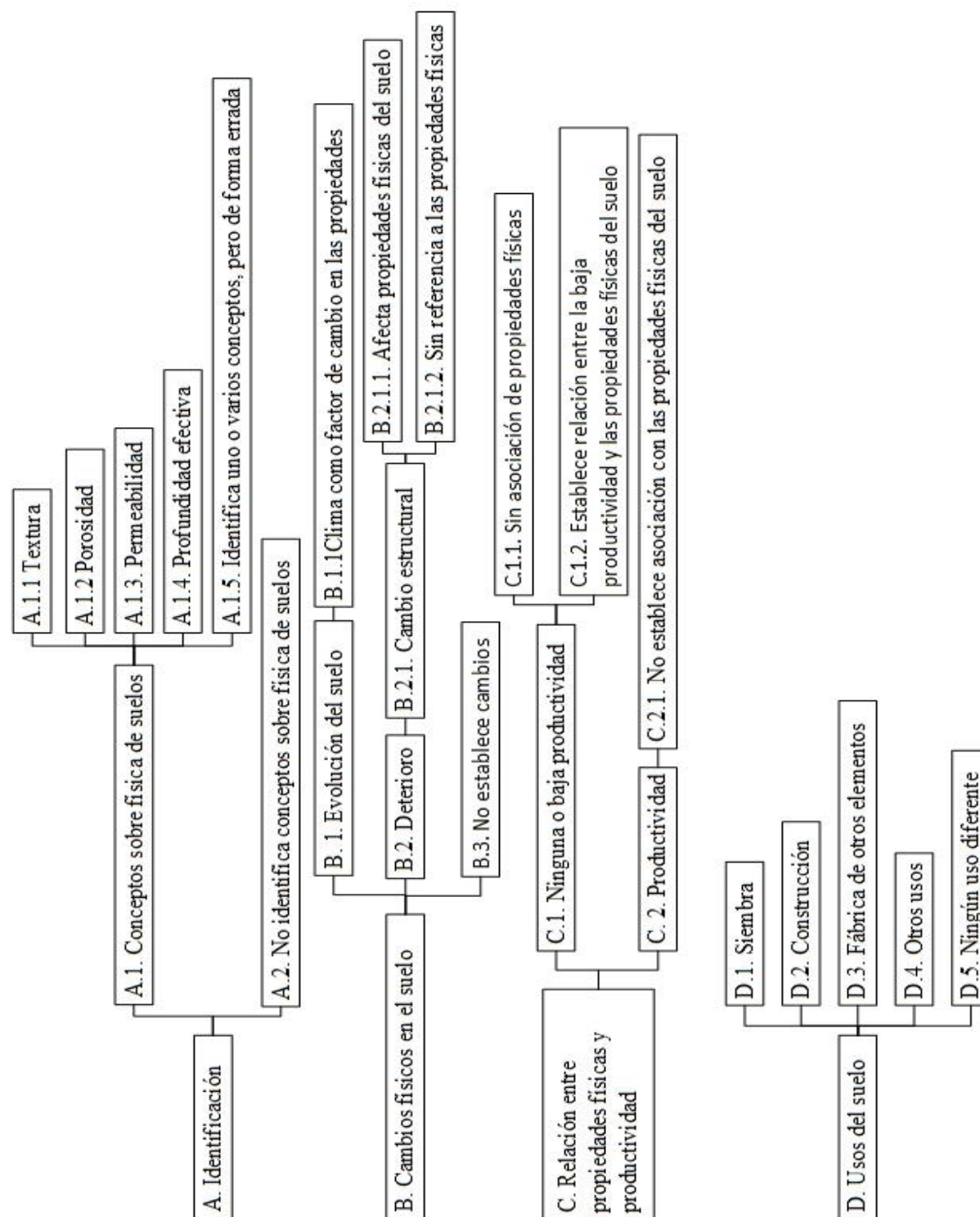


Figura 9. Red sistémica actividad diagnóstica sobre construcción de explicaciones sobre física de suelos.

Fuente: Elaboración propia

Metodología de la propuesta

En el diseño de la unidad didáctica se tiene en cuenta tres puntos claves a los que hace referencia Arcà, Guidoni, & Mazzoli (1990): experiencia, lenguaje y conocimiento; donde la experiencia hace alusión a la interacción directa del estudiante con la realidad; el conocimiento, como aquel que se desprende de dicha realidad y se construye a través de un lenguaje. Estos tres aspectos siempre se encuentran en constante interacción, por lo tanto, cada que el estudiante se expone a nuevas experiencias, este aprende un nuevo lenguaje, aún mas complejo que el anterior, de tal forma, que al ponerlo en juego con su realidad, permitirá transformar el conocimiento.

Esta transformación del conocimiento, es lo que Ogborn, Kress, Martins, & McGillicuddy (1996), plantean en la construcción de explicaciones, donde las entidades son transformadas, creando nuevas entidades, y por ende, nuevos significados, así como Jorba, Gómez , & Prat (2000) consideran que las explicaciones son aquellas que permiten al estudiante modificar un estado de conocimiento, estableciendo relaciones de causa y efecto; lo cual es lo que se busca promover en el estudiante, donde a través de la experiencia con la que cuenta y generando nuevas, logre crear nuevos significados, a través del lenguaje, promoviendo de este modo, la construcción de explicaciones.

Con el fin de poner en evidencia la construcción de explicaciones en el estudiante, teniendo en cuenta la experiencia, el lenguaje y el conocimiento, se parte que con el lenguaje se busca avanzar sin desconocer los términos cotidianos, así como las expresiones y códigos utilizados por el estudiante, pero al tiempo, guiarlo y así involucrar en sus explicaciones términos propios del área. Esto se plantea al tener en cuenta que todos los estudiantes poseen un nivel de experiencia que le permite construir el mundo desde su realidad, sin embargo, lo que se busca con la propuesta, es generar nuevas experiencias, que le permitan interactuar, definiendo que

debe hacer, como lo puede hacer, que influye para que se den cambios, sobre todo, que el estudiante logre reconocer la importancia de la problemática en física de suelos de su contexto y de esta forma, logre la transformación del conocimiento, al establecer que sabe, que puede inferir, como lo relaciona o da ejemplos y por ende construye explicaciones.

Para el diseño, se toma como base la propuesta planteada por Sanmarti (2000), quien tiene en cuenta seis criterios: 1. Definición de finalidades y objetivos; 2. Selección de contenidos; 3. Organizar y secuenciar los contenidos; 4. Selección y secuenciación de actividades; 5. Selección y secuenciación de las actividades de evaluación y 6. Organización y gestión del aula.

De acuerdo con esto, se plantea lo siguiente:

1. Definición de finalidades y objetivos: Se parte de la prueba diagnóstica, la cual pone en evidencia el tipo de explicaciones que dan los estudiantes, así como que se busca al plantear la propuesta.
2. Selección de contenidos: Se busca desarrollar la física de suelos desde un sistema abierto, el cual se encuentra en constante interacción con el medio y promueva en el estudiante la construcción de explicaciones alrededor de ellos.
3. Organizar y secuenciar los contenidos: Se realizan sugerencias al docente, a través de las cuales puede desarrollar los conceptos, partiendo desde la generalidad, sin que esta sea la única forma de realizarlo y pueda llenar de significado la experiencia del estudiante.
4. Selección y secuenciación de actividades: En este punto se busca proponer elementos que permitan al docente desarrollar nuevas experiencias de la mano con el estudiante

las cuales, al tiempo, busca promover la construcción de explicaciones en los estudiantes.

5. Selección y secuenciación de las actividades de evaluación: Con el fin de valorar el aprendizaje del estudiante, se plantean opciones que el docente pueda tomar como referencia a la hora de desarrollar la propuesta, donde se logre evidenciar las explicaciones del estudiante.
6. Organización y gestión del aula: Generar un ambiente de clase que promueva la discusión con el fin enriquecer las experiencias de cada estudiante, de tal forma que favorezca la negociación, concertación y, por ende, la construcción de explicaciones.

A pesar de no poder establecer una actividad idónea, dada la diversidad de temas, así como de contextos en los cuales están inmersos los estudiantes, Sanmarti (2000) plantea algunos rasgos que se tienen en cuenta para las propuestas de selección y secuenciación de actividades; para lo cual se parte de una exploración y planteamiento del problema, seguido de la introducción de nuevas variables (entidades) que permitan explicitar el problema, elaborar conclusiones y estructuración del conocimiento, con la finalidad de poder generalizarlo y por ende transferirlo a otros contextos.

Análisis de resultados

En la prueba diagnóstica realizada se evaluaron cuatro categorías base, en las cuales se buscó determinar los conceptos que logra reconocer el estudiante sobre física de suelos, tales como, textura, porosidad, permeabilidad y profundidad efectiva; de igual forma, si se establecen relaciones de causa-efecto al momento de construir explicaciones, obteniendo de esta forma información acerca del tipo de explicaciones que dan los estudiantes sobre las problemáticas relacionadas con la física de suelos.

De acuerdo con ello, la aplicación de la red sistémica a la prueba diagnóstica permite evidenciar dichos resultados (ver tabla 3). Con la primera categoría se buscó identificar que conceptos sobre física de suelos reconoce el estudiante, ya sea de textura, porosidad, permeabilidad o profundidad efectiva, a través de la pregunta ¿En cuál de los dos suelos mostrados por Don Eustaquio pasa mejor el agua y por qué? En la segunda categoría, se abordaron los cambios físicos que pueden tener el suelo después de una intervención, lo cual se manejó por medio de la pregunta ¿Crees que ese suelo se podrá usar después para sembrar? Explica tu respuesta; con esta pregunta es posible establecer si el estudiante consigue reconocer relaciones de causa-efecto en el suelo, sin desconocer las propiedades físicas del mismo. En la tercera categoría con la pregunta ¿Si Don Eustaquio decide sembrar en el lote donde tiene la ladrillera, las plantas serán productivas? Explica tu respuesta; se pudo conocer si el estudiante establece relaciones entre las propiedades físicas del suelo su productividad. Para finalizar con una categoría que muestre si el estudiante logra pensar de forma creativa, al buscar opciones diferentes para el uso del suelo, para esta última, se le preguntó al estudiante ¿Qué otros usos se le podrá dar al lote donde está la ladrillera? Explica tu respuesta.

Tabla 3. Cuadro de resultados actividad diagnóstica sobre física de suelos

Estudiante	¿En cuál de los dos suelos mostrados por Don Eustaquio pasa mejor el agua y por qué?						¿Crees que ese suelo se podrá usar después para sembrar?				¿Si Don Eustaquio decide sembrar en el lote donde tiene la ladrillera, las plantas serán productivas? Explica tu respuesta			¿Qué otros usos se le podrá dar al lote donde está la ladrillera? Explica tu respuesta				
	A.1.1	A.1.2	A.1.3	A.1.4	A.1.5	A.2	B.1.1	B.2.1.1	B.2.1.2	B.3	C.1.1	C.1.2	C.2.1	D.1	D.2	D.3	D.4	D.5
1	●									●			●		●			
2	●	●	●							●			●		●			
3					●				●		●					●		
4	●	●							●		●				●			
5	●									●			●	●	●			
6	●	●							●		●						●	
7					●			●				●		●	●	●		
8						●				●			●					●
9	●	●	●							●		●				●		
10						●		●			●			●	●		●	
11	●	●						●				●			●		●	
12						●				●	●							●
13						●				●			●	●				
14	●	●	●				●						●				●	
15	●	●						●			●					●		
16	●	●					●					●			●			
17					●					●	●			●				
18						●				●		●						●
19	●	●	●						●			●				●		
20						●				●			●	●				
21	●	●	●				●				●					●		
22	●		●							●			●		●			
23					●				●			●				●		
24	●		●							●	●			●				
25		●	●					●				●				●		
26			●				●				●				●			
Total	14	11	9	0	4	6	4	5	5	12	10	8	8	7	10	8	4	3

Las respuestas dadas a la primera pregunta, muestra como gran parte de los estudiantes logran identificar algún concepto sobre física de suelos, especialmente los relacionados con la textura,

porosidad y permeabilidad, sin embargo, las explicaciones dadas, no logran establecer las relaciones necesarias entre las diferentes entidades, dado que realizan un uso del término, más no logran establecer conexiones entre ellos, por lo tanto, la claridad que se esperaba obtener sobre cada una de las explicaciones se ve afectada. A lo largo de cada una de las explicaciones brindada por los estudiantes, es posible encontrar dicha característica (ver figura 10).

- Estudiante: “El de las arcillas porque es más grande y más fácil de bajar el agua.”
- Estudiante: “En los dos suelos que mostraron pasa más el agua por la arena que por la arcilla porque la arcilla se absorbe el agua.”
- Estudiante: “En la arena, porque, el arena absorbe más agua y se desborona, en cambio el suelo con que hace don Eust, los ladrillos no absorbe, tanta agua como la arena.”
- Estudiante: “La arena porque como es más grande y dura el agua pasa por esos poros grandes y por eso pasa mejor el agua.”

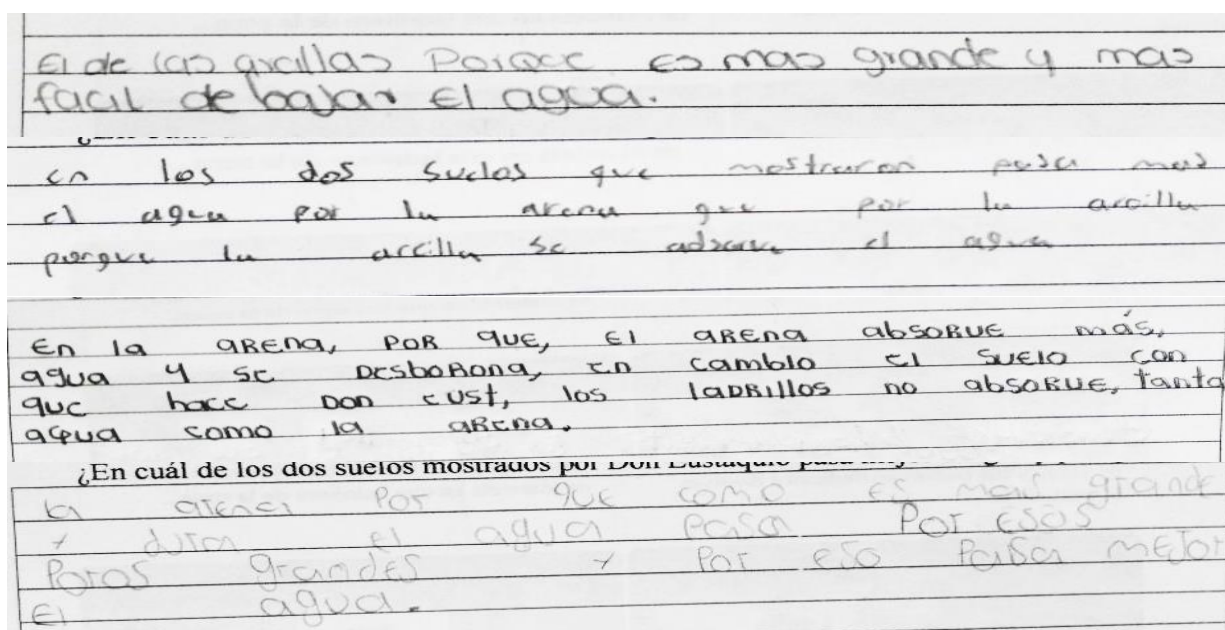


Figura 10. Respuestas de algunos estudiantes a la pregunta número 1 del cuestionario aplicado como diagnóstico.

Dentro de la información analizada, es posible encontrar redacciones confusas, las cuales muestran poca coherencia, así como un uso limitado en las descripciones, lo cual dificulta la comprensión sobre las representaciones realizadas por el estudiante, y de acuerdo con Ogborn, Kress, Martins, & McGillicuddy (1996), las explicaciones son aquellas que nos permiten identificar los fenómenos y como ver las cosas. Por lo tanto, en estos estudiantes la construcción de explicaciones se ve afectada por la falta de razones expresadas de forma coherente, así como el establecimiento de argumentos que logre mostrar que ha logrado modificar su estado de conocimiento (ver figura 11).

- Estudiante: “La que parece plastilina. ¿Por qué? Se esparcía el agua.”
- Estudiante: “Es mejor por la arcilla porque eso es una tierra pantanosa para hacer ladrillo.”
- Estudiante: “en el de arena porque se descubre que la arena se le desmorona y no importa cuanto agua se le agregue este suelo es mas perfecto para hacer ladrillos.”

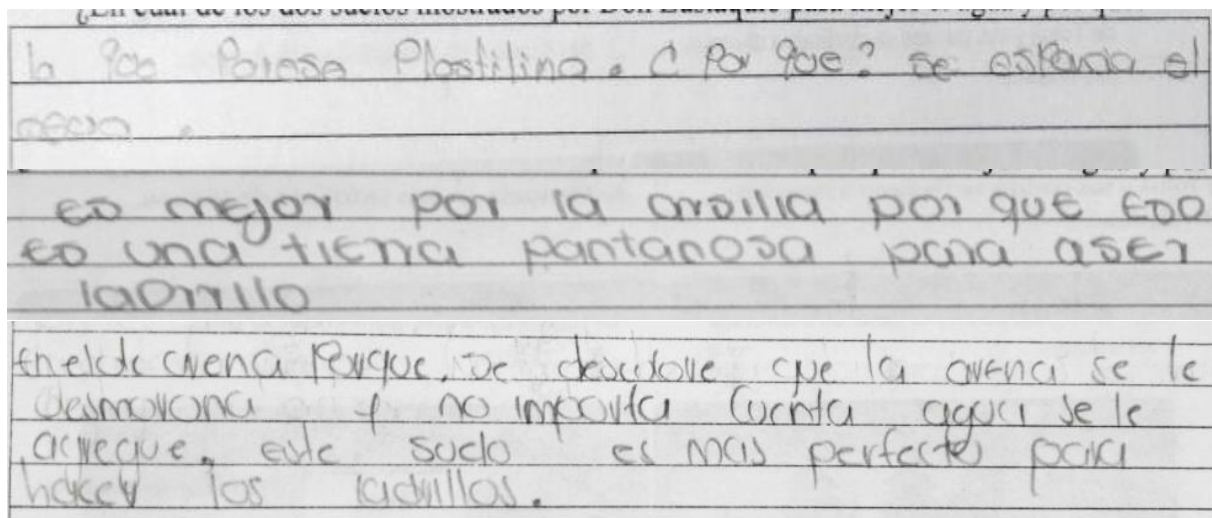


Figura 11. Respuestas de algunos estudiantes a la pregunta número 1 del cuestionario aplicado como diagnóstico

En la segunda categoría, gran parte de los estudiantes no establece cambios en las propiedades físicas del suelo, por lo tanto, no es posible evidenciar asociación entre los diversos factores que puedan afectarlo, mostrando una explicación insuficiente, sin apropiación de conceptos y establecimiento de causa – efecto; anexo a esto, se sigue presentando incoherencia en la redacción, sin compleción y precisión, dada la falta del léxico adecuado, afectando una secuencia descriptiva lógica, que permita establecer y conectar las diversas entidades (ver figura 12).

- Estudiante: “Si porque el suelo está mejor para sembrar muchas plantas porque que le entra mucha agua para producir las plantas y que tengan mayor fuerza para producirse.”
- Estudiante: “Si porque no está contaminado”.
- Estudiante: “Pues yo creo que si porque el suelo las plantas que una a sembrar pues yo creo que sí.”

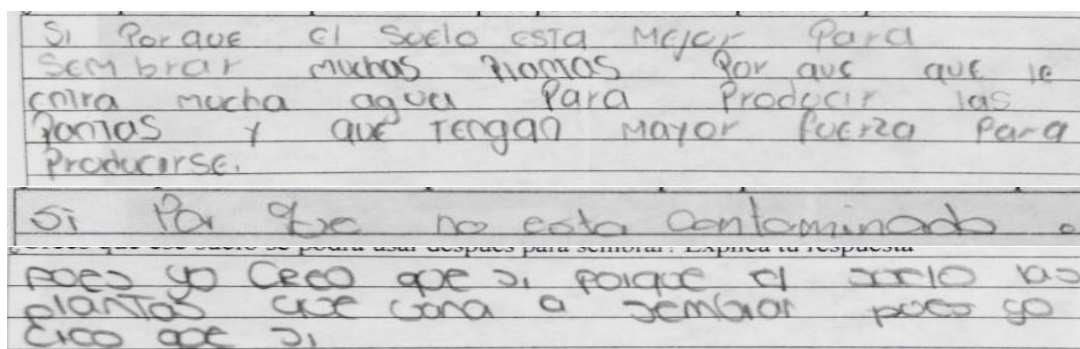


Figura 12. Respuestas de algunos estudiantes a la pregunta número 2 del cuestionario aplicado como diagnóstico.

La tercera categoría permite determinar si el estudiante logra establecer relación entre las propiedades físicas y la productividad, para lo cual, se encontró que gran parte de ellos considera que este tipo de suelo no es productivo, sin embargo, el asocio con algunas propiedades físicas no se evidencia en sus explicaciones; es decir, no tienen en cuenta los cambios que ha sufrido el

suelo por cuenta del uso actual y, por ende, el estudiante en sus explicaciones no establece relaciones de causa-efecto, mostrando poca capacidad para explicar. El resto del grupo, tampoco establece cambios físicos en el suelo, y anexo a esto, considera que, si puede ser productivo, desconociendo aún más las implicaciones de las diversas actividades que se realicen sobre las propiedades físicas del suelo (ver figura 13).

- Estudiante: “No porque sería muy difícil por que donde no parara el agua pues no podrían las plantas por lo tanto no creo.”
- Estudiante: “Si, porque será un mejor ambiente ya que con el mejoramiento de una planta se van reproduciendo más.”
- Estudiante: “No, porque no van a ser productivas, por el tipo de suelo.”

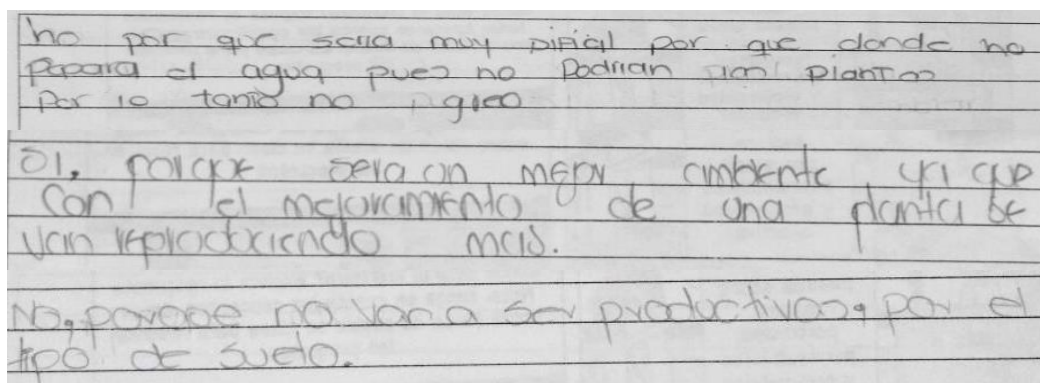


Figura 13. Respuestas de algunos estudiantes a la pregunta número 3 del cuestionario aplicado como diagnóstico.

Para la tercera categoría, la mayoría de los estudiantes considera el terreno para la construcción, seguido de la siembra, colocando en tercer lugar la fabricación de otro tipo de elementos, para los cuales la base es la arcilla, sin embargo, no establecen relaciones o dan razón sobre las propiedades físicas del suelo y la escogencia de la actividad, es decir, no tiene en cuenta el sitio donde se desarrollaría la actividad, cambios presentados y cómo afecta esto las propiedades físicas del suelo (ver figura 14).

- Estudiante: “Construir algún negocio, o casas etc...”
- Estudiante: “Sembrar hacer ladrillos hacer casas con arcilla etc.”
- Estudiante: “Se podría poner animales a producir, o hacer una casa para que produzca dinero.”
- Estudiante: “Una constructora de teja porque quedaría mejor de hacer teja por eso se hace con la misma tierra que se hace el ladrillo.”

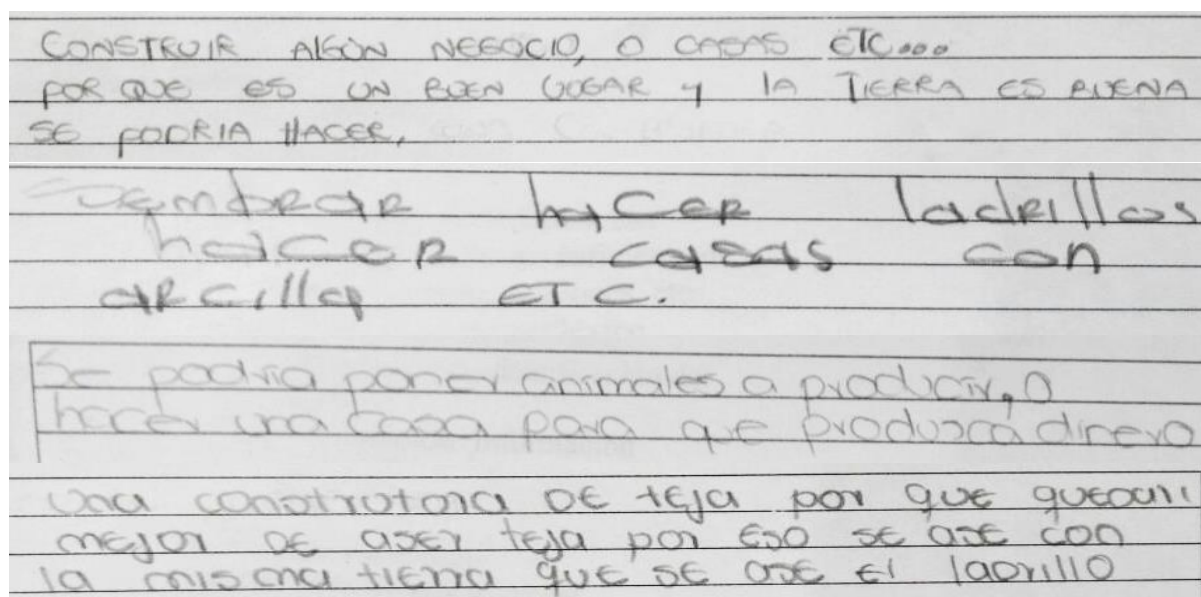


Figura 14. Respuestas de algunos estudiantes a la pregunta número 4 del cuestionario aplicado como diagnóstico.

En general, las explicaciones brindadas por los estudiantes carecen de pertinencia, ya que no se logra evidenciar la claridad sobre los conceptos en física de suelos, al tiempo, que la información generada por ellos, es incompleta, el léxico utilizado es limitado, así como en algunos casos, su comprensión se dificulta, ya que no cuenta con una secuencia lógica, que permita asociar cada una de las entidades a las cuales hace referencia (tabla 4)

Tabla 4. Dificultades generales de los estudiantes en la comprensión de la física de suelos

Entidades	Pertinencia	Precisión	Organización	Transformación de entidades
Conocimiento sobre conceptos en física de suelos (textura, porosidad, permeabilidad y profundidad efectiva)	Coherencia	Uso de conceptos sobre física de suelos	Secuencia lógica	Relaciones de causa-efecto
Vocabulario (recursos explicativos)	Comprensión de las entidades	Desarrollo de ideas	Concatenar hechos	Nivel de la explicación (superficial)
			Uso de conectores	Uso de entidades conocidas para su transformación y posterior establecimiento de nuevas entidades

Propuesta alternativa

Definición de finalidades y objetivos

- Conocimiento y apropiación de conceptos de la física de suelos, tales como, textura, porosidad, permeabilidad y profundidad efectiva.
- Generar situaciones y preguntas problemas que promuevan la construcción de explicaciones de los estudiantes en torno a la física de suelos.
- Organizar, manipular y generar actividad experimental alrededor de diferentes tipos de suelo.
- Valorar el aprendizaje de los estudiantes en torno a la física de suelos.

Selección de contenidos

El suelo siempre ha sido una parte importante para el desarrollo de la sociedad, influyendo en factores económicos o sociales, donde el aprovechamiento de los bienes y servicios prestados por él, han generado a través del tiempo intereses políticos, ya sea para el bienestar de la comunidad, o, por el contrario, beneficios particulares, generando daños ambientales, afectando los ecosistemas, siendo el suelo la base para el desarrollo de cada uno de ellos, ya que permite sostener los ciclos biogeoquímicos, la población, la flora, entre otros, y todo lo que en ellos interviene. Es aquí, donde el estudio del suelo toma relevancia, permitiendo establecer los impactos sobre el mismo, al tiempo que su funcionamiento, cuidado, uso y protección.

Al estudiar el suelo, es posible determinar la importancia que este representa para la sociedad y como se ve afectado, es así, como se tiene en cuenta al momento de plantear la propuesta, sin desconocer el nivel escolar de los estudiantes, buscando generar situaciones que permitan construir explicaciones alrededor de la física de suelos, específicamente sobre la textura

(Gravas, arenas, limos y arcillas), porosidad, permeabilidad y profundidad efectiva. Ya que la física de suelos es un factor principal que permite analizar su comportamiento y transformaciones, de lo cual dependerá su uso y funciones (Narro, 2004; Porta, López-Acevedo, & Poch, 2011).

Los conceptos que se buscan desarrollar son de gran importancia para la física de suelos, ya que de ellos depende en gran parte las tres fases del suelo, siendo estas, la fase sólida, fase líquida y fase gaseosa; teniendo en cuenta, que se encuentran relacionadas entre sí, haciendo del suelo un sistema abierto y dinámico. La textura permite establecer en gran medida como se comportará un suelo, al definir la cantidad aproximada de arena, limo y arcilla que este contiene, de tal forma, que de esto dependerá el movimiento del agua, aire e incluso la disponibilidad de nutrientes para las plantas. En cuanto a la porosidad, de esta depende la capacidad de aire en él, así como la retención e infiltración del agua, aportándole a las raíces de las plantas el oxígeno suficiente, o el agua necesaria para sobrevivir; anexo a esto, de acuerdo a la capacidad de almacenamiento de agua, incide directamente en la calidad del suelo, así como en la calidad del agua, para la recarga de acuíferos.

La permeabilidad y la profundidad efectiva, se encuentran estrechamente relacionadas con la textura y la porosidad, ya que de estos dependerá que tan permeable es el suelo, permitiendo el paso de los fluidos, así como el aire, afectando ya sea de forma positiva o negativa la dinámica del suelo. Por ejemplo, un suelo con muchos microporos, con baja permeabilidad, es un suelo con problemas de compactación, de igual forma, susceptible a la erosión, con problemas de drenaje, generando una gran resistencia al paso de las raíces de las plantas, afectando su anclaje, la disponibilidad de nutrientes, desembocando en un desequilibrio tanto a nivel físico, como a nivel biológico, por ende, es un suelo con problemas de

productividad, con muy poca biodiversidad, sin contar que la calidad de sus aguas no sería la mejor.

Los cuatro conceptos toman relevancia a la hora de desarrollarlos, ya que de ellos es posible partir para establecer que tan saludable es un suelo, sus usos, formas de conservarlo, entre otros, de tal forma, que se puedan tomar decisiones que de una u otra forma afectarán su sostenimiento y cuidado.

Organización y secuenciación los contenidos

En la organización y secuenciación de contenidos para la propuesta, se sugiere al docente, partir desde la generalidad de los suelos, lo cual puede facilitar la expresión del estudiante, al ser algo más familiarizado con su cotidianidad. Es decir, el docente puede partir desde la importancia del suelo para la sociedad y de ahí, ir abordando cada uno de los conceptos que influyen o dependen de él y su comportamiento.

El docente puede mostrar o discutir con los estudiantes como los suelos le han brindado a la sociedad a lo largo del tiempo múltiples beneficios, entre ellos podemos encontrar el poder establecer cultivos, brindando a las plantas el soporte necesario, así como la disponibilidad de agua y nutrientes; permitiendo mantener un equilibrio biológico, al sostener la vida en él y permitir un intercambio entre la litósfera, biósfera y atmósfera, formando de esta forma la base para los ecosistemas. Anexo a estos beneficios, el hombre ha podido aprovechar el recurso, al extraer diversos materiales, ya sea para la construcción o elaboración de diversos elementos.

Sin embargo, la explotación o uso del recurso suelo dependerá de diversos factores, entre ellos se encuentra la física de suelos, la cual incide directamente en la productividad de los cultivos, la calidad del agua y la biodiversidad del mismo, es decir, las diversas propiedades

físicas del suelo entre ellas la textura que es aquella que se determina a través de la cantidad de arenas, limos y arcilla que posee, nos dará un panorama general de cuál puede ser el comportamiento del suelo y por ende, poder definir su uso, al tiempo como podemos manejarlo, propendiendo siempre a su conservación, por lo tanto, dependiendo de la cantidad de estas partículas, así mismo podrán ser los poros que se formen en el suelo, los cuales determinarán el paso o almacenamiento tanto de aire como de agua, al tiempo que delimitar que tanto impedimento ejercerá al paso de las raíces de las plantas.

Estas propiedades físicas como se nombró anteriormente, afectan la productividad, ya que, si una planta no puede expandir su sistema radicular, verá limitado tanto su anclaje, como la capacidad para explorar el suelo y, por ende, condicionará la búsqueda tanto de nutrientes como de agua, tan necesarios para su sostenimiento y sobrevivencia. Pero no sólo afecta la exploración, sino que, dependiendo de las condiciones del suelo, así también será la disponibilidad de nutrientes y agua; un suelo con gran cantidad de macroporos, la retención de agua será mínima, por lo tanto, esta no estará disponible para las plantas, afectando en gran medida su nutrición, ya que éstas toman los nutrientes de la solución del suelo, aunque contará con una gran disponibilidad de aire para el intercambio gaseoso, y así sucesivamente una serie de factores que empiezan a influir en la calidad de los cultivos y su productividad.

En cuanto a la calidad del agua, cabe resaltar que, dependiendo de las propiedades físicas que posea el suelo, limitará o fortalecerá dicha calidad, dado que el suelo funciona tanto como acopio, al permitir recargar los acuíferos, así como un filtro natural, purificando el agua que le atraviesa. La física de suelos, ayuda a que el hombre pueda tomar decisiones que afectarán el futuro del mismo y, por ende, su futuro, al ser el suelo esa base que permite el sostenimiento de los ecosistemas de los cuales depende.

A continuación, se presenta un diagrama sobre física de suelos y sus conexiones, que sirve como guía en el momento de establecer relaciones de causa-efecto y con el cual se pretende que el docente pueda promover en el estudiante la construcción de explicaciones.

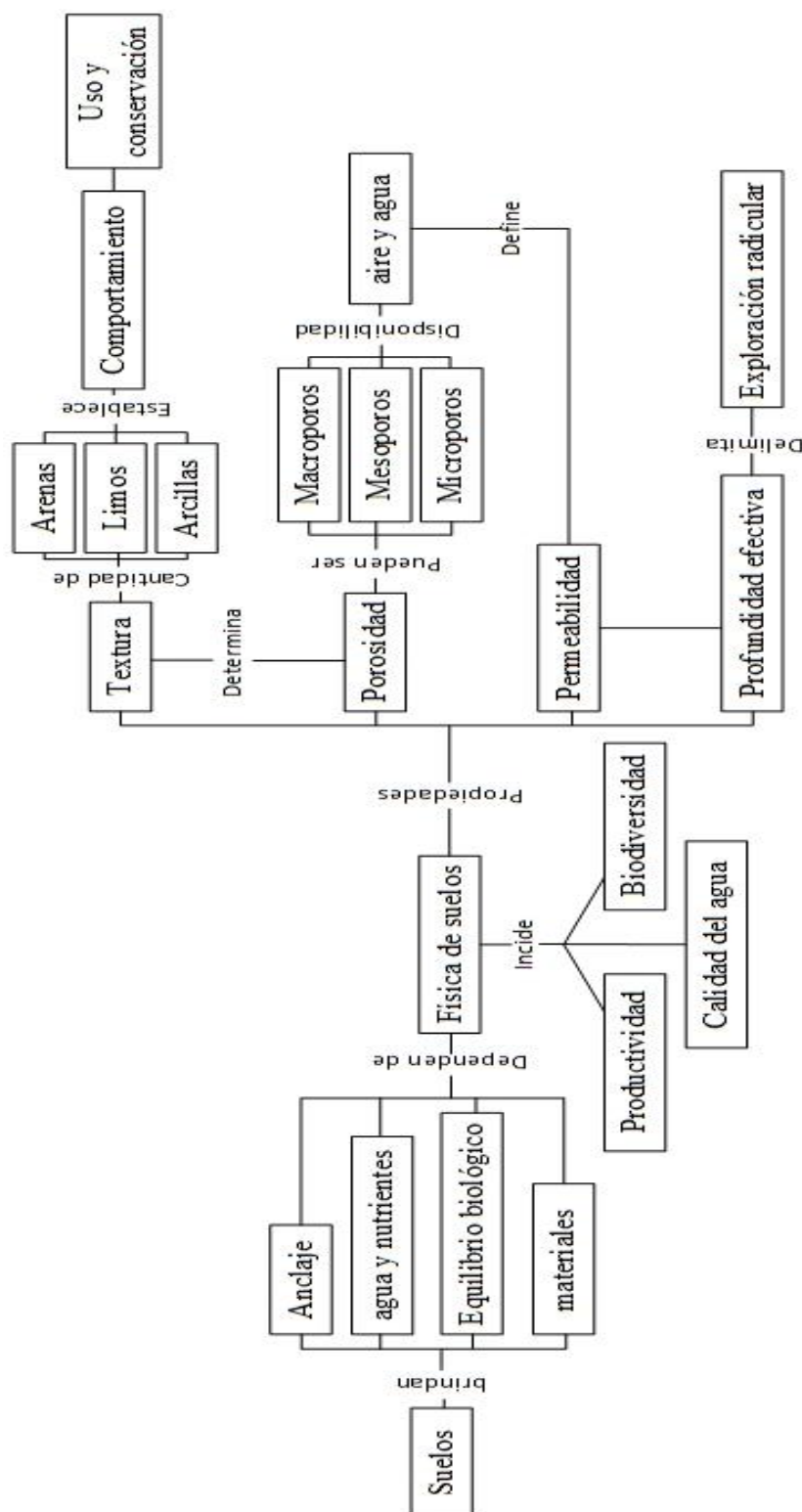


Figura 15. Contenidos referentes a la propuesta de enseñanza de la física de suelos
Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con lo anterior, se busca con los contenidos de la propuesta, brindarle al docente elementos que le permitan trabajar con los estudiantes alrededor de la física de suelos, teniendo en cuenta la gran variabilidad que es posible encontrar en ellos, para lo cual, sería muy complejo describir cada uno. Sin embargo, estos contenidos, permiten al docente desarrollar los puntos principales alrededor de él.

Secuenciación de actividades

La fase inicial busca que el estudiante se familiarice o sea consciente de los suelos que lo rodean, de tal forma que logre identificar la importancia de este para él y su comunidad, buscando llenar de significado la actividad, al partir desde su contexto, mas no desde un imaginario. Esta familiarización que se busca en el estudiante se puede realizar a través de preguntas que involucren el uso de los suelos, su descripción, productividad, entre otros.

Situaciones problema

A manera de ejemplo se plantean algunas preguntas con las cuales el docente puede entrar a trabajar los suelos desde su contexto: ¿Qué tipo de uso les dan a los suelos en tu comunidad?, ¿Cómo podemos saber que hay diversos tipos de suelos en la comunidad?, ¿Crees que los suelos de tu comunidad se pueden usar para otras actividades? ¿Cuáles?, ¿Cómo son los suelos que se encuentran en tu comunidad, que tipo de color tienen, su consistencia, etc.?, ¿Los suelos de tu comunidad son suelos sanos?, ¿Cómo son las plantas o cultivos que encuentras en la comunidad?, ¿Qué tanta variedad de organismos habita en el suelo de tu comunidad?, entre otras.

Información general

El docente puede hallar en las descripciones de los estudiantes diversos tipos de suelos, para los cuales se tendrán una gran variedad de usos, a continuación, se presentan algunos suelos de acuerdo a su uso que pueden encontrar:

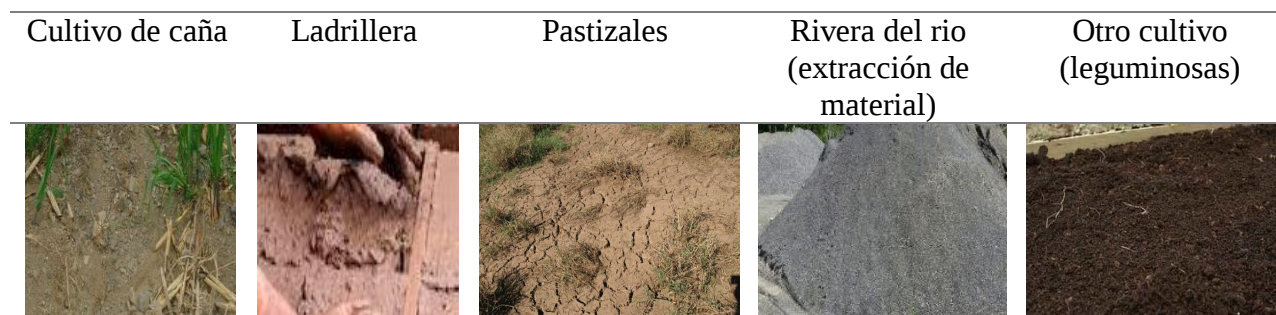


Figura 16. Algunos tipos de suelo según su uso

Fuente: Elaboración propia

Los suelos del cultivo de la caña son suelos con posibles problemas de compactación, dado el uso de maquinaria pesada e uso intensivo (monocultivo), en ellos es posible encontrar desde suelos arcillosos, hasta suelos francos, lo cual va a variar, dependiendo de su manejo a través del tiempo.

Los suelos de las ladrilleras se caracterizan por ser suelos arcillosos, ya que para la labor se requieren ciertas condiciones del suelo, que permitan la fácil manipulación y moldeado de los ladrillos, son suelos pesados, plásticos, con buena retención de humedad.

El suelo de los pastizales, puede presentar compactación y erosión por cuenta de la explotación con ganado, así como el uso intensivo del mismo. Los suelos que han sido extraídos de la rivera de los ríos, son suelos arenosos, especiales para construcción. Por último, se puede encontrar con otros tipos de suelos, más francos, con mayor contenido de materia orgánica, son suelos sueltos, generalmente negros, buena permeabilidad, pero al tiempo con la retención de agua suficiente para el desarrollo de cultivos.

De acuerdo con los tipos de ecosistema, se muestra un ejemplo de dos tipos de suelos posible de encontrar, los cuales tiene variaciones dentro de ellos mismos, así se encuentren ubicados en una zona geográfica específica. Uno de ellos son los suelos de páramo, los cuales al

igual que los demás suelos, sus características dependen de la influencia tanto del clima, material parental, relieve, organismos, entre otros. De forma general, un suelo de páramo es un suelo rico en materia orgánica, dado que la descomposición de esta es muy lenta por las condiciones climáticas, dificultando a veces la determinación de su textura. Es un suelo con gran presencia de espacio poroso, sin embargo, estos es posible encontrarlos saturados de agua (Borja, 2012). Otro suelo posible de encontrar son los suelos de la altillanura, que se encuentran en los llanos orientales de Colombia, caracterizados por ser suelos compactados, de difícil penetración, dado esto, la permeabilidad es baja, al tiempo que la infiltración, por ende, sus condiciones de aireación limitadas, así como la disponibilidad de agua (Amézquita, 1999).

Teniendo en cuenta lo anterior, la variabilidad en suelos es muy alta, sin embargo, cada que se analice uno, es importante tener en cuenta todas las condiciones que influyen en él, tales como, el material parental, los organismos que en el intervienen, el clima de la zona, su relieve, entre otros, ya que, dependiendo de estos factores, así también serán sus características o comportamiento.

Actividad experimental

Con el fin de generar situaciones que promuevan la apropiación de los conceptos de la física de suelos, el docente puede empezar la actividad experimental desde la observación y manipulación de diferentes tipos de suelo, es importante tener en cuenta partir desde el contexto, es decir, suelos que se encuentren en la comunidad, con el fin de darle significado a la experiencia y partan desde su conocimiento; para ello las situaciones problemas le ayudarían al estudiante a identificarse con una problemática específica, relacionada con él y su entorno, buscando establecer relaciones sobre lo descrito y observado. Metodológicamente es posible

promover debates, trabajos en grupo, actividades experimentales colectivas, ya que ellas permiten la confrontación y seguramente avanzar en construcción de explicaciones.

Al trabajar experimentación en suelos, el docente debe contar con suelos que correspondan al entorno del estudiante, ya sea a nivel local, municipal o importancia para la sociedad, lo importante en esta parte, es que el estudiante se sienta identificado con lo que se está relacionando. Por ello, es posible que encuentren una gran diversidad de suelos, los cuales pueden ir desde suelos donde predominen las arenas, siendo estos más toscos al tacto o, por el contrario, suelos arcillosos, que al humedecerlos se sienten más como plastilina. La manipulación del suelo ayuda a establecer qué tipo de textura posee, la cual dependerá de la cantidad de partículas que posea (arenas, limos, arcillas) involucrando diversas texturas, las cuales pueden ser exploradas por los estudiantes.

Instrumentos

El docente puede disponer de diversos instrumentos para hacer la exploración de los suelos, los cuales pueden ser tamices, lupas o microscopios, donde lo importante es que le permita al estudiante a través de esos instrumentos identificar las partículas más grandes del suelo (grava y arena), ya que el tamaño de las partículas de arcilla y limo, no son fácilmente identificable con estos instrumentos, por tal motivo, se puede realizar apreciaciones más cualitativas a través del tacto. De esta forma, el docente puede trabajar observación, manipulación, buscando desarrollar los conceptos de la mano con el estudiante, buscando una transformación de los mismos, a través de sus descripciones y posteriores explicaciones.

Una de las posibilidades con las que puede contar el docente para acercarse a la textura de un suelo es realizarlo a través de la toma de pequeñas muestras, humedecerlas y formar cintas o

rollos, y con la ayuda del triángulo textural modificado de Casanova (2005), establecer su posible textura.

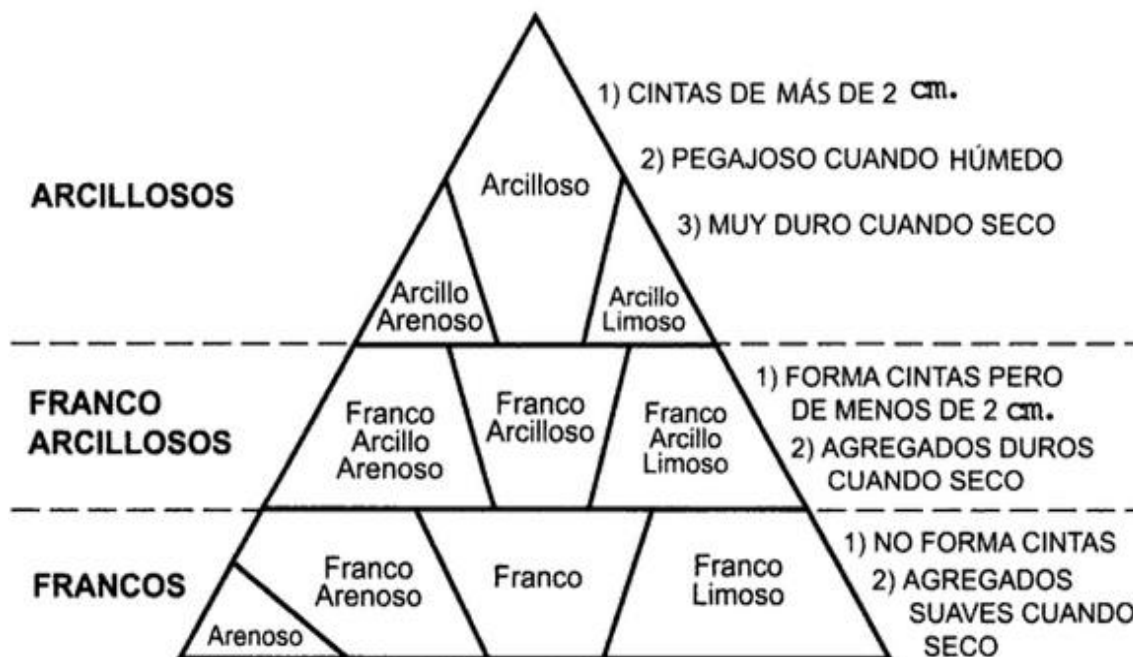


Figura 17. Triángulo textural para facilitar la estimación de la clase textural en campo (Casanova Olivo, 2005, pág. 83)

El docente debe tener en cuenta a la hora de trabajar el triángulo textural con los estudiantes los diversos tamaños en los que se encuentran clasificadas las partículas, un cuadro ilustrador puede ser el de separación de los constituyentes sólidos del suelo en función de su tamaño de Casanova (2005), donde dependiendo de las dimensiones de las partículas se puede establecer si corresponde a arcilla, limo o arena. El conocer los diversos tamaños de las partículas, permitirá avanzar en el reconocimiento de las texturas del suelo, así como el tamaño de los poros y por consiguiente estimar su permeabilidad y profundidad efectiva. Con la identificación de los tamaños de las partículas, el docente podrá realizar comparaciones entre una y otra, avanzando en la identificación de las características que le brindan al suelo cada una de

ellas, esto es, poder diferenciar que una arcilla al ser mas pequeña el suelo puede ser mas compacto, su microporosidad mayor, incrementando la retención de agua, pero al tiempo, ejerciendo una mayor presión al paso de las raíces de las plantas, por ejemplo. En cambio, un suelo que cuente con partículas de tamaños mayores, como los limos o arenas, ya es posible encontrar mesoporos y macroporos, que faciliten la circulación de aire, agua, raíces, entre otros.

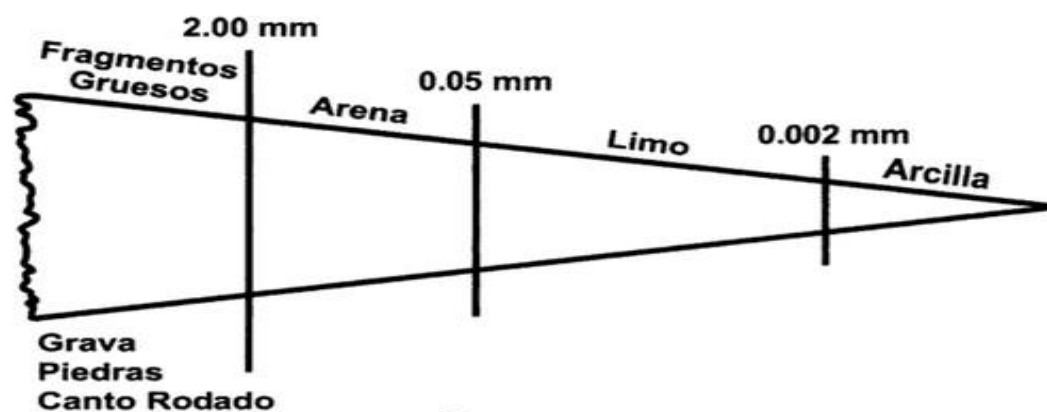


Figura 18. Separación de los constituyentes sólidos del suelo en función de su tamaño (Casanova, 2005, pág. 77)

Partiendo de la textura, es posible abordar los otros conceptos, como son porosidad, permeabilidad y profundidad efectiva, los cuales van ligados a cada una de las partículas del suelo y su textura. El docente puede definir desde sus recursos una actividad experimental, o partir desde interrogantes tales como: Si se cuenta con un suelo que contiene una gran cantidad de arcilla y otro con una proporción mayor de arenas, ¿A través de cual suelo es posible que pase más rápido el agua? ¿Por qué?, ¿Cuál de los suelos permitiría que pasen más fácil las raíces de las plantas?, o incentivar al estudiante para plantear formas que le permitan identificar dichos conceptos, a través de la experimentación, la cual puede ser al proponer la construcción de filtros, teniendo como base las texturas, porosidad y demás, donde el estudiante pueda usar su imaginación y explorar opciones que involucren su experiencia.

Un ejemplo de actividad experimental para evaluar la porosidad y permeabilidad de los suelos, es tomar la misma cantidad de varios suelos, cada uno en un vaso, el cual debe tener perforaciones que permitan el paso de líquidos, luego pasar por cada uno de los suelos la misma cantidad de agua y evaluar tiempo de salida, así como la cantidad de agua retenida; ayudando al estudiante a resolver cada uno de los planteamientos, así como a generarse nuevos cuestionamientos, en cuanto a la profundidad efectiva, es posible realizarlo en un proceso que requerirá mayor tiempo, al sembrar una semilla de una planta que emerja rápidamente y evaluar el desarrollo de sus raíces en los diferentes suelos, a través de esto, el estudiante puede plantear hipótesis y genera unas conclusiones al respecto, buscando siempre favorecer en él la abstracción del pensamiento y de esta forma, promover la construcción de explicaciones.

También es posible abordarlo, desde el planteamiento de situaciones, que lleven al estudiante a generar, supuestos, inferencias, entre otros, al concatenar el tamaño de las partículas con la cantidad y tamaño de los poros en el suelo, con la facilidad que puede o no pasar el agua a través de este y por ende la facilidad para la penetración de las raíces de las plantas. Es así, como puede plantear nuevos interrogantes, tales como, ¿Cómo crees que son los espacios porosos en un suelo donde la mayor cantidad de partículas son de arcilla?, ¿Por qué en un suelo arenoso el paso del agua es mucho más rápido que en otro tipo de suelo?, ¿Qué crees que determina que haya poros grandes o pequeños en los suelos?, entre otras.

Características de las texturas de los suelos

En un suelo arcilloso predominan las partículas de arcilla, como su nombre lo indica, las cuales no es posible diferenciar a simple vista o con microscopios ópticos, generalmente son pegajosos al tacto al humedecerse, se vuelven duros al secarse y en algunos se generan grietas. La retención del agua es mayor que en otros tipos de suelos, dado la presencia de microporos.

Estos poseen como mínimo un 35% de arcilla. Son suelos muy útiles para la elaboración de tejas, ladrillos, cerámicas, entre otros.

Los suelos francos son suelos más equilibrados, en cuanto a la mezcla de arenas, limos y arcillas, los cuales, al poseer una cantidad adecuada de estas partículas, su uso es más variado, y su deterioro es menor, frente a un uso responsable. Los suelos de mayor importancia agrícola se encuentran en este grupo textural (Casanova, 2005).

A diferencia de los dos tipos de suelos anteriores, se encuentran los arenosos, donde el mayor porcentaje pertenece a las arenas, son suelos sueltos, con poca retención de agua, mayor presencia de macroporos y mayor permeabilidad, permitiendo fácil el paso del agua y aire, así como el de las raíces de las plantas. Son suelos que se lavan con facilidad.

Estos tipos de textura se pueden inclinar hacia algunas clases texturales, tales como franco-arenosa o franco-arcillosa, arcillo-arenoso, entre otros, dado que de acuerdo al contenido porcentual de cada una de las partículas, así mismo variara su textura, lo cual influye en el comportamiento de dicho suelo, haciéndolo más permeable o no, con tendencia a erosión o a compactación, ya dependerá de dicho porcentaje. Es posible encontrar diversas texturas a lo largo del perfil del suelo, dadas las condiciones diferentes a los cuales se ve expuesto.

Dependiendo en gran parte de la textura de un suelo, así como el manejo que se haya tenido con él, su productividad va a ser variable, es decir, suelos que se encuentren más equilibrados en cuanto a la distribución de sus partículas, son suelos que cuentan con una distribución de poros adecuada, permitiendo el establecimiento de una mayor variedad de cultivos, así como un mejor establecimiento de la vida, sosteniendo de esta forma un equilibrio biológico, y aportando a las plantas agua y nutrientes.

Actividades de valoración

Las estrategias de valoración deben propender al planteamiento situaciones que permitan generar hipótesis, inferencias, supuestos, entre otros, a partir de lo aprendido y como puede dar explicaciones alrededor de la física de suelos, permitiendo al estudiante explorar soluciones de forma creativa, al no existir una única respuesta. Para ello es necesario que el docente enfoque la valoración en el entorno en que se desarrolla el estudiante, y de esta forma trabajar las problemáticas hacia lo reconocido por el estudiante, y represente para él significado, buscando la abstracción de las ideas y construcción de nuevas entidades, que permitan avanzar en las formas de explicar y comprender los fenómenos de la física de suelos, partiendo desde lo observado, discutido y manipulado, posibilitando la transformación del conocimiento.

La valoración puede ir de la mano con preguntas o actividades para que el estudiante pueda en un momento dado dar explicaciones frente al tema. A continuación, se presenta una situación problema, que sirve como guía en el momento de realizar la actividad de evaluación:

Jesús María, quien su familia de cariño le llama Chuchito, es un agricultor inquieto por lo que pasa en su finca, por ello, asiste a una charla donde le hablan de las diferentes texturas de los suelos, y cuáles pueden ser más provechosas dependiendo del tipo de cultivo que vaya a establecer. En la charla le hablan de suelos arenosos, en los cuales predominan las partículas de arenas, suelos arcillosos, donde la mayor presencia es de partículas de arcilla las cuales se caracterizan por ser las más pequeñas, y suelos que están un poco más equilibrado y tienen una parte de limo, otra de arcilla y otra de arena. Durante la charla le hablaron sobre la porosidad de cada uno de ellos, ya sea en la cantidad o tamaño de los poros, de lo cual dependerá el suministro de agua y aire, tan necesario para el desarrollo de los cultivos; así como también, de la profundidad efectiva y cómo afecta el desarrollo de las raíces de las plantas. Luego de la charla,

empieza a dialogar con su familia y a contarles sobre todo lo que le explicaron. Para él es importante que todos tengan la misma información, ya que de eso dependerá la próxima cosecha y por ende el sustento de su hogar. La familia después de dialogar al respecto, ha decidido sembrar café, ya que las condiciones climáticas le favorecen y el café requiere suelos bien aireados, donde el agua no se estanque y las raíces puedan desarrollarse con facilidad. De acuerdo con esta información, ¿Qué tipo de suelos cree que tiene Chuchito en su casa? y, ¿Qué razones te llevan a decir que ese es el suelo?

Organización del aula

Para la organización de las diversas actividades con el estudiante, la propuesta permite que se aborde desde un salón de clase con escasos recursos, un laboratorio con equipos un poco más especializados, e incluso, se puede abordar desde el trabajo de campo. Lo que se busca es que el docente pueda contar con herramientas que le sirvan de guía, para el desarrollo de la misma, y pueda aprovechar al máximo todos los recursos con los que cuenta, los cuales variaran, dependiendo de la Institución Educativa y los espacios con los que cuente.

Reflexiones finales

Durante el desarrollo del trabajo fue posible identificar las explicaciones dadas por los estudiantes acerca de las problemáticas relacionadas con la física de suelos, donde se encontró que estas carecen de pertinencia, ya que no es posible evidenciar claridad sobre los conceptos, su léxico es limitado, así, como el establecimiento de una secuencia lógica, tampoco es tomada en cuenta, por lo tanto, es claro que los estudiantes no poseen las bases para una adecuada construcción de explicaciones, afectando de esta forma el proceso de enseñanza – aprendizaje, y por ende, la construcción y reestructuración del conocimiento.

Las Instituciones Educativas en general, le apuestan a formar personas íntegras, coherentes en su pensar, hablar y actuar, pero para lograr ello, se hace necesario abarcar situaciones que le permitan al estudiante sentirse identificado; situaciones que emerjan desde su contexto, lo cual genere en él una real apropiación y representen un significado en su formación. Sin embargo, dicha formación se ha visto afectada por un factor en particular y en especial para el caso, en el área de ciencias, una problemática que se encuentra mediada por el lenguaje, y siendo aquel que beneficia a las sociedades al posibilitar el relevo generacional y construir experiencias, generando nuevas formas de pensar (Mercer, 1996), imposibilita al estudiante comprender y apropiarse el mundo que le rodea. Es así, como en este trabajo, se buscó plantear una problemática a través de la temática de física de suelos, donde el estudiante pudiera sentirse identificado dada la relación con su contexto, sin embargo, al ser limitada la información en los textos escolares, se hizo necesario la revisión e incorporación de contenidos sobre física de suelos acordes a los niveles de desarrollo del estudiante, con lo cual se buscaría promover la construcción de explicaciones, abarcando una temática alternativa al alcance del docente, que impacte a la institución, al permitir cambiar la perspectiva de enseñar las Ciencias, no desde

temáticas dadas, sino desde opciones que le permitan al docente ir más allá, en un mundo educativo cada vez más cercano a la realidad del estudiante.

De acuerdo con lo anterior, es posible concluir, que la física de suelos, vista desde conceptos como la textura, la porosidad, la permeabilidad y la profundidad efectiva, puede terminar siendo significativa al momento que el estudiante construya explicaciones, dado que ésta se encuentra conectada con su cotidianidad, siendo el suelo una de las bases de la economía local, así como, sobre lo que se desarrolla la vida y se sostiene; anexo a esto, trabajar con conceptos alrededor de la física de suelos permitiría desarrollar con el estudiante actividad experimental, a través de la cual es posible manipular, separar, caracterizar, organizar, entre otros, permitiéndole confrontar y problematizar el conocimiento, con lo cual se buscaría de esta forma, avanzar en la construcción de explicaciones y la forma de comprender el mundo.

A través del tiempo, el suelo ha sido visto y estudiado desde diferentes ramas o intereses por el hombre, siendo este una parte importante para el desarrollo de la sociedad, influyendo en factores económicos y sociales, ya sea en el aprovechamiento de los bienes y servicios prestados por él, o por el sustento que representa para la vida en el mundo, por lo tanto, establecer aquellos conceptos de la física de suelos acordes a los niveles de escolaridad establecidos para trabajar en el área de ciencias, implicó estructurar una red conceptual alrededor de ella, que involucrara acciones de tipo cognitivo, procedimental y valorativas en los estudiantes, con las cuales a través del lenguaje, específicamente de la construcción de explicaciones, puedan dar cuenta de su contexto y cotidianidad, por lo tanto, la propuesta que se presenta, cuenta con características particulares, donde el docente es quien establece el grado de complejidad, siendo susceptible de transformación y adaptación.

Es así, como se concluye este trabajo con una propuesta alternativa, diseñada con el fin de promover la construcción de explicaciones en el estudiante, enmarcada en su contexto, haciéndola de esta forma significativa para su formación, por lo tanto, a través de ella se le brindan al docente en ejercicio y docente en formación, herramientas que puedan ser aprovechadas desde los diferentes niveles, es decir, la propuesta es llevada para que los docentes puedan hacer uso de ella, dado que esta no es reduccionista, sino todo lo contrario, es de carácter amplio, permitiendo la constante reflexión, y con ello, poder ser enriquecida con la experiencia y los conocimientos con los que cuenta cada educador.

Recomendaciones

Se espera que este tipo de propuestas sean acogidas por las instituciones, con el fin de transformar la forma en que es llevado a cabo el proceso de enseñanza - aprendizaje, donde a veces prima la transmisión de contenidos, desconociendo las experiencias y los conocimientos del estudiante, los cuales han sido adquiridos a través del tiempo en su comunidad, permitiendo así, construir de forma significativa nuevas experiencias que involucren lecturas de contexto, con las cuales los estudiantes logren avanzar en sus procesos formativos.

Como docentes no es fácil enfrentar contenidos diferentes a los hegemónicos de la ciencia impartida en los niveles escolares, sin embargo, se invita a la elaboración de propuestas, a través de las cuales se recupere el conocimiento de las diferentes disciplinas, pero en función de los intereses de la sociedad o comunidad y no solo por la transmisión de información, para ello, juega un papel importante la recuperación de la actividad experimental, como una forma de construir significado y brindar elementos con los cuales el estudiante pueda comprender el mundo y dar cuenta de ello, es así, como el ejercicio se basa en incorporar el contexto del

estudiante, lograr recuperar lo que vive, su cotidianidad, ya que esto permitiría volver al aula y enriquecer desde ahí la disciplina.

Es así, como se plantea la importancia de que todo proceso formativo parta desde la cotidianidad, donde los estudiantes se sientan identificados, enfrentándolos a problemáticas reales y así, puedan influir en su comunidad o sociedad de forma positiva y asertiva, favoreciendo de esta forma una comprensión y posible transformación del mundo que le rodea. Se espera que esta propuesta, pueda ser adaptada por docentes con posturas críticas, pensando en realizar una lectura de su entorno, donde logre recuperar la actividad experimental, la cotidianidad, el lenguaje desde la construcción de explicaciones y la física de suelos, siendo esto, algo que converge alrededor de las ciencias y lograr avanzar en comprensiones más significativas del mundo que nos rodea.

Referencias

- Alcalde Aparicio, S. (2015). Impulso y difusión de la Ciencia del Suelo en el 2015, Año Internacional de los Suelos (AIS2015). *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 23(3), 330-342. Recuperado el 12 de 04 de 2016, de <http://www.raco.cat/index.php/ECT/article/viewFile/306541/396521>
- Alexander, M. (1994). *Indroducción a la microbiología del suelo*. México: AGT Editor, S.A.
- Amézquita, E. (1999). Propiedades físicas de los suelos de los Llanos Orientales y sus requerimientos de labranza. *PALMAS*, 20(1), 73-86.
- Ansorena , J. (octubre-diciembre de 1994). Composición y propiedades físicas del suelo. *SUSTRAI*(35), 22-25. Recuperado el 17 de mayo de 2016, de http://www.fraisoro.net/FraisoroAtariaDoku/35_22_25.pdf
- Aragón Núñez, L., & Cruz Lorite, I. (abril de 2016). ¿Cómo es el suelo de nuestro huerto? El aprendizaje basado en problemas como estrategia de educación ambiental desde el grado de maestro/a en educación infantil. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*(30), 171-188. doi:10.7203/DCES.30.6475
- Arcà, M., Guidoni, P., & Mazzoli, P. (1990). *Enseñar Ciencia. Cómo empezar: reflexiones para una educación científica base*. Barcelona-Buenos Aires-México: Paidós.
- Bautista, G., & Rodriguez, L. D. (1996). La ciencia como actividad de construcción de explicaciones. *Física y Cultura: cuadernos sobre historia y enseñanza de las ciencias*, 1(2), 65 - 73. Recuperado el 18 de Noviembre de 2016, de <http://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/RFC/article/view/2541/2359>

- Baver, L. D., Gardner, W., & Gardner, W. (1973). *Física de suelos*. México: Centro Regional de Ayuda Técnica.
- Borja, P. (2012). Los suelos del páramo. En L. D. Llambí, A. Soto-W, R. Célleri, B. De Bievre, B. Ochoa, & P. Borja , *Ecología, hidrología y suelos de páramos* (pág. 294). Proyecto Páramo Andino.
- Cadena, Y. (2012). *Caracterización del suelo en una huerta escolar y elaboración de cartilla edafológica para estudiantes de grado octavo*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Camacho, J. P., & Quintanilla, M. (2008). Resolución de problemas científicos desde la historia de la ciencia: Retos y desafíos para promover competencias cognitivo lingüísticas en la química escolar. *Ciencia y Educación*, 14(2), 197 - 212. Recuperado el 1 de Agosto de 2016, de <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v14n2/a02v14n2.pdf>
- Candela, A. (1999). *Ciencia en el aula. Los alumnos entre la argumentación y el consenso* (1ra ed.). México, Buenos Aires, Barcelona: Paidós.
- Casanova Olivo, E. F. (2005). *Introducción a la ciencia del suelo*. Caracas: Universidad Central de Venezuela, Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico.
- Cavazos, T., & Rodríguez, O. (1992). *Manual de prácticas de física de suelos*. México: Trillas.
- Charry Calle, J. (1987). *Naturaleza y propiedades físicas de los suelos*. Palmira: Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias.
- Cudmani, L. C. (Marzo de 1998). La resolución de problemas en el aula. *Brasileira de Ensino de Física*, 20(1), 75-85. Recuperado el 01 de 08 de 2016, de

http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/veiculos_de_comunicacao/ENF/ENF20N1/ENF20N1_11.PDF

De La Rosa, D. (2008). *Evaluación agro-ecológica de suelos: para un desarrollo rural sostenible*. Madrid, España: Mundi-Prensa.

Dominguez, J., Rodríguez, C. M., & Negrín, M. A. (2006). La educación edafológica entre el tránsito de la educación secundaria a la universidad. *Enseñanza de las ciencias, VII Congreso*(Número extra), 1-5.

Eisenhardt, K. M. (Octubre de 1989). Building Theories from Case Study Research. *Academy of management review*, 14(4), 532-550. Recuperado el 5 de 11 de 2016, de https://www.jstor.org/stable/258557?seq=1#page_scan_tab_contents

FAO. (2009). *Guía para la descripción de suelos* (Cuarta ed.). (R. Vargas Rojas, Trad.) Roma. Obtenido de <http://www.fao.org/3/a-a0541s.pdf>

Flick, U. (2007). *Introducción a la investigación cualitativa* (Segunda ed.). Madrid: Morata S.L.

García , E. G. (2009). *Historia de las ciencias en textos para la enseñanza. Neumática e hidrostática* (Primera ed.). Santiago de Cali: Universidad del Valle.

García García, J. J. (2000). La solución de situaciones problemáticas: una estrategia didáctica para la enseñanza de las química. *Enseñanza de las Ciencias*, 18(1), 113-129. Recuperado el 01 de 08 de 2016, de <http://www.raco.cat/index.php/ensenanza/article/viewFile/21645/21479>

García García, J. J. (2003). *Didáctica de las ciencias: Resolución de problemas y desarrollo de la creatividad*. Bogotá: Magisterio.

García García, J. J., & Rentería Rodríguez, E. (julio-diciembre de 2013). Resolver problemas: una estrategia para el aprendizaje de la termodinámica. *Revista científica Guillermo de Ockham*, 11(2), 117-134. Recuperado el 01 de 08 de 2016, de www.redalyc.org/articulo.oa?id=105329737009

Gavande, S. A. (1979). *Física de Suelos*. México.

Granero Castro, J., Ferrando Sánchez, M., Sánchez Arango, M., & Pérez Burgos, C. (2011). *Evaluación de impacto ambiental*. Madrid: FC EDITORIAL.

Hernández , R., Fernández , C., & Baptista, M. (2010). *Metodología de la investigación* (Quinta ed.). México: McGraw-Hill.

Hernández, R., Fernández , C., & Baptista, M. (2014). Estudios de caso. En *Metodología de la investigación* (págs. 1 - 31). México: McGraw Hill. Recuperado el 19 de Marzo de 2016, de http://highered.mheducation.com/sites/1456223968/student_view0/capitulos_1_a_13.htm

Izquierdo, M., & Sanmartí, N. (1998). Enseñar a leer y escribir textos de Ciencias de la Naturaleza. En J. Jorba, I. Gómez, & À. Prat, *Hablar y escribir para aprender: uso de la lengua en situación de enseñanza-aprendizaje desde las áreas curriculares* (págs. 181 - 200). Madrid: Síntesis S.A.

Izquierdo, M., Espinet, M., García, M., Pujol, R., & Sanmarti , N. (1999). Caracterización y fundamentación de la ciencia escolar. *Enseñanza de las ciencias*(Extra), 79-91.

- Jorba, J., & Sanmarti, N. (1994). *Enseñar, aprender y evaluar un proceso de regulación continua: Propuestas didácticas para las áreas de Ciencias de la Naturaleza y Matemáticas*. Barcelona, España: Ministerio de Educación y Cultura.
- Jorba, J., Gómez, I., & Prat, À. (2000). *Hablar y escribir para aprender. Uso de la lengua en situación de enseñanza-aprendizaje desde las áreas curriculares*. Madrid: Síntesis S.A.
- Lemke, J. (1997). *Aprender a hablar ciencia: Lenguaje, aprendizaje y valores* (Primera ed.). (A. García, B. García, F. Díaz, I. Muriá, M. Rigo, & G. Hernández, Trads.) Barcelona, España: Paídos Ibérica, S.A.
- Leonard, W. J., Gerace, W. J., & Dufresne, R. J. (2002). Resolución de problemas basada en el análisis. Hacer del análisis y del razonamiento el foco de la enseñanza de la física. *Enseñanza de las Ciencias*, 20(3), 387-400. Recuperado el 01 de 08 de 2016, de <http://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21828>
- Madero, E. E., Gómez López, E. D., & Sánchez de Prager, M. (2003). El suelo, propiedades físicas y químicas. *Cuadernos ambientales*(9), 18.
- Martínez, P. (Julio de 2006). El método de estudio de caso: estrategia metodológica de la investigación científica. *Pensamiento & Gestión*(20), 165-193. Recuperado el 30 de Octubre de 2016, de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=64602005>
- Mercer, N. (1996). Las perspectivas socioculturales y el estudio del discurso en el aula. En C. Coll, & D. Edwards, *Enseñanza, aprendizaje y discurso en el aula. Aproximaciones al estudio del discurso educacional* (págs. 11 - 22). Madrid: Cultura y Conciencia.

- Montanarella, L., Pennock, D., & McKenzie, N. (2016). *Estado Mundial del Recurso Suelo, Resumen técnico*. Roma: FAO. Obtenido de <http://www.fao.org/documents/card/fr/c/f956fc4c-612e-4eb2-9692-1f11b46deb2e/>
- Montenegro González, H., & Malagon Castro, D. (1990). *Propiedades físicas de los suelos*. Bogotá, Colombia: Instituto Geográfico "Agustín Codazzi", subdirección agrológica.
- Narro Farías, E. (2004). *Física de suelos: con enfoque agrícola*. México: Trillas.
- Núñez Solís, J. (2000). *fundamentos de edafología*. San José, Costa Rica: Universidad Estatal a Distancia.
- Ogborn, J., Kress, G., Martins, I., & McGillicuddy, K. (1996). *Formas de explicar. La enseñanza de las ciencias en secundaria*. (J. Rodriguez López, Ed., & R. LLavori de Micheo, Trad.) Madrid, España: Santillana.
- Perales Palacios, F. J. (1993). La resolución de problemas: una revisión estructurada. *Enseñanza de las ciencias*, II(2), 170-178. Recuperado el 18 de 01 de 2017, de <http://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21188>
- Perales Palacios, F. J. (mayo-agosto de 1998). La resolución de problemas en la didáctica de las ciencias experimentales. *Educación y pedagogía*, X(21), 119-144. Recuperado el 01 de 08 de 2016, de <https://aprendeenlinea.udea.edu.co/revistas/index.php/revistaeyp/article/viewFile/6756/6188>
- Perales Palacios, F. J., & et al. (2000). *Resolución de problemas*. Madrid: Síntesis.

- Porta, J., López-Acevedo, M., & Poch, R. (2011). *Introducción a la edafología: uso y protección de suelos* (2da ed.). Madrid, España: Mundi-Prensa.
- Rebollo, M., Prieto, T., & Brero, V. (Julio de 2005). Aproximación a la historia y epistemología del concepto de suelo: implicaciones didácticas. *Enseñanza de las ciencias*(Extra), 1-5. Recuperado el 12 de Marzo de 2016, de http://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2005nEXTRA/edlc_a2005nEXTRAp75aprhis.pdf
- Salkind, N. (1999). *Métodos de investigación*. México: Prentice Hall.
- Sanmarti, N. (2000). El diseño de unidades didácticas. En F. J. Perales Palacios, & P. Cañal de León, *Didáctica de las ciencias experimentales: teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias* (pág. 704). España: Marfil.
- Sanmartí, N. (2007). Hablar, leer y escribir para aprender ciencia. En M. d. Fernández, *La competencia en comunicación lingüística en las áreas del currículo* (pág. 296). Madrid: Ministerio de educación.
- Sanmartí, N., Izquierdo, M., & García, P. (Junio de 1999). Hablar y escribir. Una condición necesaria para aprender ciencias. *Cuadernos de pedagogía*(281), 54-58. Recuperado el 02 de Abril de 2016, de http://cedoc.infod.edu.ar/upload/Hablar_y_escribir...PDF
- Solaz-Portolés, J., & Sanjosé-Lopez, V. (Julio-diciembre de 2008). Conocimientos y procesos cognitivos en la resolución de problemas en ciencias: consecuencias para la enseñanza. *Revista Internacional de Investigación en Educación*, 1(1), 147-162. Recuperado el 1 de Agosto de 2016, de <http://revistas.javeriana.edu.co/index.php/MAGIS/article/view/3361/2566>