



**Propuesta didáctica basada en geomática con enfoque interdisciplinar para la comprensión
geoambiental de los movimientos en masa dirigida a estudiantes del grado décimo de la
Institución Educativa Barrio Olaya Herrera**

LAURA MILENA MÁRQUEZ DURÁN

Trabajo de grado de maestría presentado para optar al título de Magíster en Educación

Directora Lina María Cano Vásquez Doctor (PhD) en Educación

Universidad Pontificia Bolivariana

Facultad de Educación y Pedagogía

Maestría en Educación

Medellín

2024

Declaración de originalidad

Febrero de 2024

Laura Milena Márquez Durán

“El contenido de este documento no ha sido presentado con anterioridad para optar a un título, ya sea en igual forma o con variaciones, en esta o en cualquiera otra universidad”

Firma de la autora



Laura Milena Márquez Durán

Medellín, 2024

DEDICATORIA

*Con todo mi amor para Cecilia Jinete y Josefina Durán,
valerosas barranquilleras*

Agradecimientos

A Dios, por darme la fuerza para terminar este propósito.

A mis padres Josefina Durán Jinete y Miguel Amín Márquez Manosalva, quienes me apoyaron incansablemente en este proceso.

A mi directora de tesis Lina María Cano Vásquez, una gran motivadora, quien me guio durante los dos años de maestría y entregó parte de su tiempo para orientarme con paciencia en la elaboración de este trabajo.

A la Institución Educativa Barrio Olaya Herrera, quienes de manera grata brindaron su contexto para ser objeto de esta investigación y darle sentido a través de las singularidades geológicas y dinámicas comunitarias del barrio Olaya Herrera.

Agradezco inmensamente a todas aquellas personas que a través de su ser y su quehacer han hecho posible la consecución de este objetivo que parecía ser lejano.

Tabla de contenido

1. Planteamiento del Problema	13
1.1 Problema de investigación	13
<i>1.1.1 Pregunta de investigación</i>	23
1.2. Objetivos	23
<i>1.2.1 Objetivo general</i>	23
<i>1.2.2 Objetivos específicos</i>	24
1.3 Justificación.....	24
1.4 Contexto	27
<i>1.4.1 Contexto de la comunidad</i>	27
<i>1.4.2 Contexto geológico</i>	28
2. Estado de la cuestión	33
2.1 Ámbito Internacional.....	34
2.2 Ámbito Nacional	39
2.3 Ámbito Local.....	41
3. Marco Conceptual	42
3.1 Ciencia de la Geomática.....	43
3.2 Movimientos en masa.....	45
3.3 Factores geoambientales en la ocurrencia de movimientos en masa	47
3.4 Documentos de política educativa relacionados con la comprensión geoambiental de los movimientos en masa a través de herramientas tecnológicas	49
4. Diseño metodológico	51
4.1 Enfoque cualitativo	51
4.2 Población.....	52
4.3 Unidad de análisis	53
4.4 Técnicas e instrumentos de recolección de la información.....	53
4.5 Plan de análisis	56
5. Análisis de resultados	57
5.1 Categorización de los documentos curriculares	57

5.1.1 Subcategorías de la comprensión geoambiental de los movimientos en masa, a través de herramientas tecnológicas de la geomática, para el análisis de los documentos curriculares	58
5.1.2 Agrupación de los contenidos curriculares	59
5.1.3 Contenidos curriculares de distintas áreas de la educación básica y media, que permiten aportar a la comprensión geoambiental de los movimientos de masa, a los estudiantes	60
5.2 Categorización de las herramientas geomáticas	62
5.2.1 Herramientas geomáticas	62
5.2.2 Subcategorías de las herramientas geomáticas	62
5.2.3 Análisis de las herramientas geomáticas	63
5.2.4 Herramientas geomáticas disponibles en internet, que permitan la comprensión geoambiental de los movimientos en masa a los estudiantes	64
6. Propuesta didáctica	71
6.1 Modelo pedagógico en la propuesta didáctica	72
6.2 Estructura propuesta didáctica	73
6.3 Construcción de la propuesta didáctica	75
6.4 Recursos visuales y audiovisuales para cada unidad	77
6.5 Sesiones de la propuesta didáctica	78
7. Conclusiones	78
8. Recomendaciones	121
Referencias	122
Anexos	141
Anexo 1. Mapa de Zonas con condiciones de riesgo y de alto riesgo no mitigable del Municipio de Medellín.	141
Anexo 2. Mapa de Amenaza por movimientos en masa del Municipio de Medellín.	142
Anexo 3. Matriz de contenidos curriculares de los documentos de política educativa relacionados con la geomática y la comprensión geoambiental de los movimientos en masa.	143
Anexo 4. Matriz de herramientas geomáticas disponibles en internet que permitan la comprensión geoambiental de los movimientos en masa.	146
Anexo 5. Recursos empleados para la propuesta didáctica.	149

Lista de tablas

Tabla 1. Conocimientos y competencias por grado y área, relacionados con geología y amenazas geológicas, por el MEN (2004).....	16
Tabla 2. Derechos Básicos de Aprendizaje relacionados por grado y área relacionado con geología y amenazas geológicas por el MEN (2016a,b).....	17
Tabla 3. Técnicas e instrumentos de recolección de la información, con base en los objetivos específicos.....	54
Tabla 4. Categorías y subcategorías de la comprensión geoambiental de los movimientos en masa, mediante herramientas tecnológicas de la geomática.....	59
Tabla 5. Herramientas geomáticas según su tipo general	63
Tabla 6. Esquema de la propuesta didáctica	74
Tabla 7. Estructura general de las sesiones.....	74

Lista de figuras

Figura 1. Ubicación del Barrio Olaya Herrera en el Valle de Aburrá. Adaptado de Hermelin (2007).....	29
Figura 2. Ubicación del Barrio Olaya Herrera en el municipio de Medellín. Adaptado de Alcaldía de Medellín.....	29
Figura 3. Principales tipos de rocas en el Valle de Aburrá, en rojo se encuentra el barrio Olaya Herrera. Adaptado de Aristizábal et al. (2019).....	32
Figura 4. Rango de edad de los participantes	52
Figura 5. Origen cultural de los participantes.....	53

Resumen

El propósito de este trabajo es diseñar una propuesta didáctica basada en geomática, con enfoque interdisciplinar, para la comprensión geoambiental de los movimientos en masa, a los estudiantes del grado décimo de la Institución Educativa Barrio Olaya Herrera (Medellín). Para ello, se realiza una investigación de tipo exploratorio-descriptivo, con la definición de categorías de análisis, para la comprensión de los movimientos en masa y de las herramientas geomáticas disponibles en internet, con el análisis de los contenidos curriculares que, desde las áreas de ciencias sociales, ciencias naturales, matemáticas y tecnología aportan a la elaboración de la propuesta didáctica.

Como resultado, se indica que, es vital el empleo de nuevas tecnologías, contar con herramientas geomáticas que facilitan la exploración y el análisis de datos geoespaciales, de modo interactivo y sustentado para los estudiantes, en aras de reconocer su contexto. Además, falta mayor presencia de la geología dentro de la enseñanza en la educación básica y media; por tanto, es pertinente el diseño de la propuesta didáctica, desde el enfoque socioconstructivista, para así posibilitar la construcción de conocimiento desde la interacción, con una participación activa y con el acompañamiento del docente, de manera que haya una comprensión geoambiental de los movimientos en masa, en un contexto específico.

Se concluye que la geología es importante que sea parte en el proceso formativo, puesto que ayuda a entender el entorno natural y para la toma de decisiones, en aras de que haya protección a las comunidades para los fenómenos geológicos. A su vez, es importante incluir a las TIC en la enseñanza de la geología, dado que posee recursos atractivos que aportan al aprendizaje e interés de los estudiantes.

Palabras clave: geomática, propuesta didáctica, geoambiental y movimientos en masa.

Abstract

This project aimed to design a didactic proposal centered on geomatics, employing an interdisciplinary approach, to enhance the geo-environmental understanding of mass movements among tenth-grade students at the Educational Institution Barrio Olaya Herrera in Medellín. The research methodology involves an exploratory-descriptive study, outlining analysis categories to comprehend mass movements and exploring geomatic tools available on the internet, additionally, a comprehensive analysis of curricular contents from the fields of social sciences, natural sciences, mathematics, and technology served as the foundation for the didactic proposal's development.

As a result, the integration of new technologies becomes indispensable, alongside the utilization of geomatics tools to facilitate the interactive exploration and analysis of geospatial data, enabling students to connect with and understand their surroundings. Recognizing the insufficient emphasis on geology in basic and secondary education, the development of this proposal is not only relevant but imperative. Adopting a social constructivist approach, the proposal aimed to foster knowledge construction through active interaction, ensuring students' participation and guidance from the teacher, cultivating a profound geo-environmental understanding of mass movements within a specific context.

In conclusion, it becomes evident that the inclusion of geology in the formative process is paramount, playing a crucial role in comprehending the natural environment and making informed decisions to safeguard communities from geological phenomena. Simultaneously, the integration of Information and Communication Technology (ICT) into the teaching of geology holds significance, offering engaging resources that enhance student learning and foster interest in the subject.

Key words: geomatics, didactic proposal, geo-environmental and mass movements.

Introducción

La realización de este trabajo de grado obedece a interés por aportar al reconocimiento y toma de acción, frente a los riesgos geológicos a presentarse en un contexto determinado. Para ello, se acude a la realización de una propuesta pedagógica, la cual presente contenidos y categorías de interés en torno a la geomática, de manera que haya conocimiento y elementos de juicio en los estudiantes de la institución Educativa Barrio Olaya Herrera, gracias a la necesidad de avanzar hacia una alfabetización geológica, tan pertinente para las comunidades.

Lo anterior se plantea en esta investigación, ante la inclinación por expandir los saberes en el proceso formativo en relación con la geología, la cual tiene valor, en tanto contribuye significativamente a profundizar en el entorno, de poder identificar los procesos geológicos y sus manifestaciones; de modo que sea un asunto de inquietud y valor para los estudiantes de dicha institución escolar, principalmente, porque ese territorio presenta posibles riesgos, los cuales es idóneo tener conocimiento sobre el tema y ponerlo en correspondencia con la zona.

Por tanto, hay unas condiciones geográficas en Colombia, que deben conocerse y tomar consciencia de los factores de riesgo geológicos, el cual no es abordado ni profundizado en los espacios formativos, desestimando este saber y el aporte del estudio de la geología, dándole la debida relevancia en el currículo, de manera que haya contenidos vinculados a ésta. Así que, es poco o limitada la presencia de la geología, lo cual contribuye al desconocimiento, no contar con herramientas ni sustento para responder ante casos de riesgos geológicos o en fortalecer la prevención. En suma, es una realidad, la ausencia de contenidos geológicos en los textos oficiales que ofrece el estado, lo cual, en efecto, se traduce a poca pedagogía e información en la educación sobre los procesos geológicos, tanto en zonas del territorio con mayores o menores riesgos geológicos.

Por lo anterior, se establece como objetivo de investigación la elaboración de una propuesta didáctica, sustentada desde la geomática, con un enfoque interdisciplinar, que permita entender la geoambiental de los movimientos en masa, a los estudiantes del grado décimo de la Institución Educativa Barrio Olaya Herrera. De ahí que se plantean como preguntas de investigación: ¿de qué manera los contenidos curriculares de distintas áreas de la educación básica y media permiten aportar a la comprensión geoambiental de los movimientos en masa, desde las herramientas geomáticas? ¿cuáles herramientas disponibles en internet posibilitan la comprensión geoambiental de los movimientos en masa y pueden ser aplicadas a los estudiantes? ¿Cómo se puede integrar en una propuesta didáctica los contenidos curriculares y las herramientas TIC de geomática, para el logro de la comprensión geoambiental de los movimientos en masa?

Por consiguiente, se identifica la relevancia de incorporar las tecnologías en la enseñanza, contando con recursos que faciliten la comprensión de la información y contar con datos actualizados sobre el contexto a estudiar. A su vez, es vital que haya una transversalización de distintas áreas, de manera que los conocimientos sean conjugados y asumidos de modo amplio, desde cada uno de los aportes a brindar las asignaturas. Para ello, se acude a la propuesta didáctica, porque es un paso significativo en la introducción de contenidos, en torno a la geomática, para la comprensión geoambiental de los movimientos en masa.

1. Planteamiento del Problema

1.1 Problema de investigación

Según la Oficina para la Coordinación de Asuntos Humanitarios de las Naciones Unidas (OCHA) (2020) en América Latina y el Caribe, Colombia es el primer país con mayores afectaciones por inundaciones, ya que “entre el 2000 a 2019 dejó 10.108.000 personas afectadas” (p. 16). Además, se indica que, para el 2017, en Colombia, “los deslizamientos de tierra causaron 349 muertes y afectaron a más de 45.000 personas” (OCHA, 2020, p. 16).

Esos eventos ocurridos en el país, responden a la situación geográfica del territorio colombiano, el cual se sitúa en el límite de tres placas tectónicas: Nazca, Sur América y Caribe, las cuales repercuten en la creación de fuentes sísmicas en la zona de subducción del Pacífico (G. Rodríguez et al., 2016 p. 443) y, a su vez, con los esfuerzos acumulados en el continente, se transforman en fallas superficiales que generan diversos procesos geológicos externos, los cuales afectan a las comunidades.

El estudio de Campos et al. (2011) concluye que “el 86% de la población colombiana está expuesta a una amenaza sísmica alta o media, el 28% a un alto potencial de inundación, y el 31% a una amenaza alta y media por movimientos en masa” (p. 9). Los autores señalan que, “mientras que las amenazas de origen geológico son constantes, la vulnerabilidad a inundaciones, deslizamientos y crecidas repentinas ha aumentado debido a la intervención humana en el territorio y al consiguiente deterioro ambiental” (Campos et al., 2011, p. 16).

Este tipo de afectaciones presentadas en las comunidades, se enmarcan en los riesgos geológicos, definidos por la U.S. Geological Survey (1977, citado por Font et al., 1995) como: “cualquier condición geológica, proceso o evento potencial que represente una amenaza para la salud, seguridad o bienestar de un grupo de personas o para las funciones y economía de una comunidad” (p. 85). Por tanto, este concepto surge de la interacción entre los procesos geológicos y la presencia humana, a causa del uso del territorio; debido a que la humanidad ha crecido progresivamente y cada vez más se ubica en lugares donde se dan los procesos geológicos, aumentando así la vulnerabilidad.

Estos procesos geológicos responden a movimientos provocados en el interior o, bien sea, en el exterior del planeta, los cuales se pueden manifestar en forma de terremotos, erupciones volcánicas, movimientos en masa, como deslizamientos, tsunamis o fenómenos erosivos que pueden afectar las vidas.

Frente a estos sucesos, surge la necesidad que, desde las escuelas, se forme a los estudiantes, para que conozcan dónde estamos pisando, qué hay debajo de nuestros pies y qué puede ocurrir sobre este suelo. Este razonamiento incluye el estudio de las geociencias; debido a que los territorios, bien sean ciudades, pueblos o los espacios naturales, se asientan sobre formaciones geológicas que no son estáticas, sino que se mueven y evolucionan en el tiempo. Como se menciona en el artículo 1 de la Ley 1523 de 2012 (Congreso de la República, 2012), la gestión del riesgo está orientada a “acciones permanentes para el conocimiento y la reducción del riesgo”; por tanto, se debe articular en los procesos de enseñanza-aprendizaje, teniendo en cuenta las necesidades de cada contexto educativo.

Los documentos de política educativa del Ministerio de Educación Nacional (MEN) del Gobierno de Colombia denominados: Lineamientos curriculares para Ciencias Naturales y Educación Ambiental (Ministerio de Educación Nacional, 1998a), y Lineamientos curriculares para Ciencias Sociales (Ministerio de Educación Nacional, 2002), se diseñaron conforme a lo establecido en el artículo 78 y 148 de la Ley 115 de 1994. Otros documentos del MEN, como los Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales (Ministerio de Educación Nacional, 2004), y los Derechos Básicos de Aprendizaje (DBA) en el área de Ciencias Naturales y Ciencias Sociales (Ministerio de Educación Nacional, 2016a; Ministerio de Educación Nacional, 2016b) plasman los conocimientos y habilidades, en relación con esas áreas del conocimiento, que desarrollan los estudiantes en los grados de 0 a 11. Con base en estas directrices, los docentes estructuran los planes de área y las temáticas a implementar para cada asignatura y, a su vez, para cada grado, de acuerdo con el Proyecto Educativo Institucional (PEI).

Cada uno de los documentos mencionados anteriormente, orientan contenidos de las áreas de ciencias naturales y ciencias sociales, los cuales históricamente se han relacionado con la geología; motivo por el cual, se exploran aspectos de apropiación en contenidos geológicos y enfocados directamente en las amenazas por ocurrencia de procesos geológicos externos, como movimientos en masa:

En el MEN (1998a): “El centro de la tierra y su relación con algunos fenómenos naturales como las erupciones volcánicas y los movimientos sísmicos” (p. 82). “La formación de rocas como procesos fisicoquímicos” (p. 83). “Así mismo, se explica la formación del universo y a su vez la del planeta Tierra y los procesos que originaron la vida” (p. 8), es decir, con un enfoque biológico.

También, en el MEN (1998a) se menciona que: “Las ciencias naturales (física, química, biología, ciencias de la tierra y del espacio etc.) por ser ciencias factuales están referidas a las cosas, eventos y procesos del mundo natural” (p. 48). Sin embargo, en el desarrollo del lineamiento curricular no se desglosa la temática a impartir frente al componente de ciencias naturales, a diferencia de las otras ciencias mencionadas, como la física, química y biología, las cuales se dan de manera independiente, con un profesor de dedicación exclusiva. A pesar de esto, frente a la geología, no se cuenta con una materia aparte y los contenidos descritos en este lineamiento no cubre la enseñanza de los procesos básicos de la geología; teniendo en cuenta que el MEN (1998a) menciona:

en la educación media se proyecta el desarrollo curricular del área, a nivel disciplinar (física, química) pero sin perder el horizonte de la integración y la interdisciplinariedad ya que habrá necesidad de tener en cuenta la biología, la educación ambiental, la geoquímica, la fisicoquímica, etc., en determinados momentos. (p. 31).

En el MEN (2002) se busca priorizar: “el respeto por la vida humana, el cuidado del ambiente y la participación ciudadana democrática” (p. 44). Además, su objetivo es fomentar en los estudiantes la idea de que nuestro planeta es un entorno dinámico en constante interacción, que brinda oportunidades e impone límites. En consecuencia, es crucial crear conciencia de la necesidad de evitar la sobreexplotación de los recursos, porque se cree ser la principal causante del aumento creciente de desastres naturales que se experimentan, como inundaciones, sequías, cambios climáticos, derrumbes y hambrunas (Ministerio de Educación Nacional, 2002, p. 58). No se trata únicamente de tomar decisiones pedagógicas, sino, más bien, asumir un compromiso y una responsabilidad por parte de la escuela hacia la preservación de la cultura y la vida en la Tierra, y la importancia de conservar los recursos naturales (Ministerio de Educación Nacional, 2002, p. 56).

En el documento del MEN (2004) se realiza el rastreo para identificar palabras claves relacionadas con geología, procesos geológicos o con tecnologías geoespaciales, y se identifica la palabra “geoespacial” dentro de ciencias sociales (ver Tabla 1).

Tabla 1.

Conocimientos y competencias por grado y área, relacionados con geología y amenazas geológicas, por el MEN (2004)

Grados	Conocimientos
Ciencias Naturales	
4° y 5°	“Analizo características ambientales de mi entorno y peligros que lo amenazan” (p. 17)
	“Establezco relaciones entre mareas, corrientes marinas, movimiento de placas tectónicas, formas del paisaje y relieve, y las fuerzas que los generan” (p. 17)
	“Propongo alternativas para cuidar mi entorno y evitar peligros que lo amenazan” (p. 17)
6° a 7°	“Explico las consecuencias del movimiento de las placas tectónicas sobre la corteza de la Tierra” (p. 19)
Ciencias Sociales	
1° a 3°	“Reconozco y describo las características físicas de las principales formas del paisaje” (p. 31)
6° a 7°	“Reconozco características de la Tierra que la hacen un planeta vivo” (p. 35)
	“Establezco relaciones entre la ubicación geoespacial y las características climáticas del entorno de diferentes culturas” (p. 35)
	“Localizo diversas culturas en el espacio geográfico y reconozco las principales características físicas de su entorno” (p. 35)

Nota. Fuente: Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales, 2004.

En los documentos de los DBA, en el área de Ciencias Sociales y Ciencias Naturales del (Ministerio de Educación Nacional, 2016a; Ministerio de Educación Nacional, 2016b), se identifican los siguientes conjuntos de aprendizajes estructurantes, presentados en la Tabla 2.

Tabla 2.

Derechos Básicos de Aprendizaje relacionados por grado y área relacionado con geología y amenazas geológicas por el MEN (2016a, b)

Grados/ Área	Derechos Básicos de Aprendizaje
Ciencias Naturales	
11°	5. “Analiza cuestiones ambientales actuales, como el calentamiento global, contaminación, tala de bosques y minería, desde una visión sistémica (económico, social, ambiental y cultural)” (p. 39).
Ciencias Sociales	
1°	2. “Describe las características del paisaje geográfico del barrio, vereda o lugar donde vive, sus componentes y formas” (p. 8).
2°	1. “Comprende que el paisaje que vemos es resultado de las acciones humanas que se realizan en un espacio geográfico y que por esta razón, dicho paisaje cambia” (p. 12).
6°	2. “Comprende que la Tierra es un planeta en constante transformación cuyos cambios influyen en las formas del relieve terrestre y en la vida de las comunidades que la habitan” (p. 29).

Nota. Fuente: Derechos Básicos de Aprendizaje en el área de Ciencias Naturales y Ciencias Sociales, 2016.

Con respecto a los documentos mencionados anteriormente del MEN, tanto para Ciencias Naturales y Educación Ambiental como para Ciencias Sociales, se evidencia la falta de contenidos básicos de las ciencias de la tierra, en especial, los procesos geológicos externos, por ejemplo, los movimientos en masa, causantes de riesgos geológicos para zonas del territorio que comprenden un relieve montañoso, o por la ubicación de la población, en lugares de probabilidad de ocurrencia de estos procesos, situación que impacta a una gran cantidad de personas en nuestra nación. Si bien, se logra relacionar ciertas temáticas de las ciencias de la tierra, son muy generales y no se manifiesta un desarrollo de conocimientos hacia la comprensión del territorio y los procesos naturales que allí ocurren.

Adicionalmente, como muestra del anterior análisis, únicamente en el documento de los DBA de Ciencias Naturales del MEN (2016a) se menciona explícitamente la palabra “geológicas”; sin embargo, es asociado a la evolución de las especies en las eras geológicas, es decir, desde un punto de vista biológico. Esto se observa en la evidencia de aprendizaje: “Identifica los procesos de transformación de los seres vivos ocurridos en cada una de las eras geológicas” (Ministerio de Educación Nacional, 2016a, p. 33), del sexto DBA del grado 9°.

Ante la falta de contenidos geológicos en los documentos oficiales del estado, resulta imprescindible la implementación de estrategias didácticas en las escuelas, para hacer partícipes a los estudiantes frente a esta temática de gran importancia, porque significa reconocer nuestro territorio desde una mirada comprensiva hacia la naturaleza, al comprender e identificar las zonas de mayor riesgo de los territorios.

Empero, esta problemática en los lineamientos curriculares de los contenidos escolares no sucede únicamente en Colombia, Fermeli et al. (2011) y Pedrinaci (2012, citados por Martínez et al., 2022, p. 2), informan que el currículo básico de Educación Secundaria Obligatoria (ESO) en el País Vasco, establece que, la geología y la biología se integran en la asignatura de Biología y Geología, la cual es obligatoria en 1° y 3° curso, y opcional en 4°. Sin embargo, la fusión de ambas disciplinas en un único curso ha resultado en la subordinación de la geología, ya que su contenido abarca solo entre un 15% y un 33% de la asignatura total.

Así mismo, Lacreu (2019) informa la misma situación para varios países de Latinoamérica, en donde “la enseñanza de la Geología ha experimentado una reducción en su relevancia en el currículo, a pesar de haber tenido un lugar importante en la enseñanza de las ciencias en el pasado” (p. 1); tal como sucede en Argentina, Brasil y España, con los autores Lacreu (2014), Araujo y Toledo (2014) y Casas et al. (2016), respectivamente, citados por Lacreu (2019, p. 1). Para el caso de Italia, la autora Occhipinti (2019) indica que, en la sociedad italiana, “no se recibe suficiente atención en las cuestiones de las ciencias de la tierra, en especial a los riesgos y peligros naturales, y en las escuelas y entre estudiantes de todas las edades estos temas están escasamente difundidos” (p. 1).

De acuerdo con Compiani et al. (1996), la enseñanza-aprendizaje de la geología tiene beneficios para los estudiantes de todos los niveles educativos. Estas ventajas se deben a las características intrínsecas del contenido de la geología, “que implica el uso y la ampliación de las nociones de espacio y tiempo, de relaciones de causalidad, de argumentar y de narrar procesos históricos, y de una visión menos antropocéntrica de la naturaleza” (Compiani et al., 1996, p. 209).

A su vez, Lacreu (2019, p. 3, 7) menciona que las reflexiones sobre factores geológicos, tales como los riesgos geológicos, favorece la alfabetización geológica en la educación de los ciudadanos, capacitándolos para participar en debates ambientales y audiencias públicas, adquiriendo una visión integral de la naturaleza y su funcionamiento sistémico.

El mismo autor propone el neologismo *Geolodáctica* para “reorientar la didáctica de la Geología con fundamentos epistemológicos basados en su singularidad como ciencia histórico-interpretativa” (Lacreu, 2019, p. 2). La *Geolodáctica* se presenta como un desafío, cuyo objetivo es proporcionar herramientas a los ciudadanos para que inicien una aproximación con la geología; este enfoque se basa en el hecho de que debemos conocer lo que hay detrás de las amenazas geológicas, y también como una oportunidad para disfrutar de la belleza del paisaje (Lacreu, 2019, p. 8).

De igual forma, Giraldo (2016, p. 17) concluye con los beneficios de aprender sobre riesgo, debido a que, con educación en geografía de los riesgos, mediante el uso de herramientas TIC, se promueve la conciencia sobre los peligros del entorno y mejora la capacidad para tomar decisiones espaciales de manera racional para enfrentarlos. Esto, a su vez, conduce a la relacionarnos mejor con el entorno, para hacer frente al riesgo de modo más preciso.

No obstante, Martínez et al. (2022, p. 6) afirma que, en su estudio en el País Vasco, el 51,4% de los profesores que dictan el curso de Biología y Geología, dedican más tiempo a las temáticas de biología, de manera que al tema de procesos geológicos de geología se le dedica menos tiempo, lo cual se debe a la falta de dominio conceptual en los temas de geología, al indicar que el 76% de los docentes utilizan los libros de texto para enseñar la materia, los cuales solo contienen entre el 0 al 34,5% de sus páginas a la geología, en relación con el resto del contenido en Biología. De modo similar, en Italia se evidencia que, en el plan de estudios de Ciencias Naturales en las escuelas, “los docentes tienen perfiles principalmente biólogos y deben enseñar ambas materias, por lo que la competencia en el campo de las ciencias de la tierra es limitada” (Occhipinti, 2019, p. 2).

En este punto se identifica de los anteriores autores, que las temáticas de geología, por lo general tienen un abordaje interdisciplinar y comparte espacio con otras asignaturas como biología, ciencias naturales, ciencias sociales, tecnología y matemáticas. Entonces, es de resaltar que las propuestas didácticas deben comprender esta interdisciplinariedad, como menciona Burgos y Díaz (2018, p. 935), de manera que facilite el análisis de problemas ambientales, al proporcionar una visión holística, ya que la comprensión de los conflictos surge al detectar las complejas interacciones que ocurren entre los diversos componentes interrelacionados del ambiente.

Este abordaje interdisciplinar debe integrarse con el uso de las TIC, con el fin de beneficiar a los ciudadanos del futuro, como lo destaca S. Rodríguez y Fernández (2018): “sirve de instrumento al servicio de la construcción de nuevos procesos de enseñanza y aprendizaje emergentes” (p. 112). En el mismo sentido, Domènech et al. (2022) afirma que “las actividades contextualizadas de la didáctica en geología pueden ayudar a los estudiantes a comprender mejor la ciencia, las matemáticas y la tecnología” (p.16), lo cual se debe, a que estas actividades permiten a los estudiantes aplicar sus conocimientos para resolver problemas reales del mundo.

Un ejemplo de la integración de las TIC en la educación, específicamente en el área de ciencias sociales, se da mediante la herramienta de Sistemas de Información Geográfica (SIG) de la geomática o geoinformática, para transformar el mundo real y su superficie, desde una perspectiva paisajística hasta su representación digital, lo cual ha permitido su uso en trabajos interdisciplinarios, conectando los ámbitos de la lengua y lenguas extranjeras, ciencias sociales, matemáticas, ciencias naturales, educación artística, tecnología, y formación ética y ciudadana (Buzai & Baxendale, 1998).

Entrando en el contexto de la comunidad educativa de la investigación, los estudiantes del grado décimo de la Institución Educativa Barrio Olaya Herrera, manifiestan en un sondeo de opiniones, que desconocen qué es la geología, y términos como movimientos en masa, aunque reconocen que su territorio es susceptible a la ocurrencia de “derrumbes”; además, se evidencia que en los contenidos de los planes de área de ciencias sociales y naturales es poco el enfoque en temas de geología, situación que se repite en diversos contextos, tal como se ha analizado en anteriores párrafos.

A su vez, los estudiantes consideran que la metodología tradicional dificulta un rol más activo en los procesos de enseñanza-aprendizaje de las materias que cursan y, debido a que la presentación de los contenidos desmotiva y no genera interés frente a los nuevos conocimientos, concuerdan en que el sistema de evaluación se limita a resolver exámenes teóricos con poca relación práctica o vivencial. Por tal motivo, la implementación de las TIC, ampliamente, es provechosa por diversos autores para transformar la enseñanza-aprendizaje, dado que a los estudiantes les genera motivación y esta didáctica se contextualiza con el uso constante de las tecnologías (Amores & De Casas, 2019).

En un análisis de la situación geográfica del barrio Olaya Herrera, lugar donde habitan la mayoría de los estudiantes de la Institución Educativa Barrio Olaya Herrera, se indica que, según el Acuerdo 48 de 2014 de la Alcaldía de Medellín (2014), que oficializa el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) del municipio de Medellín, el barrio y sus alrededores es clasificado, principalmente, en *Zona con condiciones de riesgo por movimientos en masa* (ver Anexo 1), y en zonas de *Amenaza alta, media y baja por movimientos en masa* (ver Anexo 2). Por lo tanto, esta temática es de importancia para la apropiación de los estudiantes, porque en repetidas ocasiones han sido afectados por movimientos en masa, los cuales significaron el desalojo de las viviendas y la clasificación de zonas del terreno del barrio como “Esta zona No es habitable”, conforme a lo indicado por la Alcaldía de Medellín (2022).

Ahora bien, comprender los movimientos en masa, a través de las TIC, brinda nuevas posibilidades para el campo de las ciencias geológicas, tal como señala Nabel y Becerra (2008): “el uso de técnicas geomáticas en el campo de las ciencias geológicas se ha incrementado en los últimos años” (p. 174). Es por esto, que este tipo de aplicación de la geología y la informática favorece a la enseñanza, mediante la visualización de la superficie del planeta Tierra en 2D y 3D, fotografías aéreas, las cuales permiten seleccionar un territorio específico, analizarlo e identificar objetos geográficos, medir distancias y superficies. Además, el estudiante puede interactuar con las herramientas de la ciencia de la geomática, como los sistemas de información geográfica (SIG), los sistemas de posicionamiento global (GPS), la teledetección, los modelos digitales de elevación (MDE) y los globos terráqueos virtuales (Muñoz et al., 2015, p. 31; Bosque et al., 2015, p. 50).

Ante esta situación problema, se hace notoria la necesidad de implementar una propuesta didáctica, que incluya la interdisciplinariedad de asignaturas como ciencias naturales, ciencias sociales, matemáticas y tecnología, en la comprensión de los movimientos en masa, eventos que afectan a la comunidad estudiantil, para que los estudiantes conozcan el estado de las amenazas y riesgos donde habitan, debido a los eventos de movimientos en masa, además, que interactúen con las herramientas de la geomática, para fortalecer el conocimiento de su territorio.

1.1.1 Pregunta de investigación

Frente al planteamiento del problema, se hace necesario pensar:

¿Qué características debe tener una propuesta didáctica basada en geomática, con enfoque interdisciplinar, para la comprensión geoambiental de los movimientos en masa, a los estudiantes del grado décimo de la Institución Educativa Barrio Olaya Herrera?

Del mismo modo, se generan las siguientes preguntas problematizadoras:

¿De qué manera los contenidos curriculares de distintas áreas de la educación básica y media permiten aportar a la comprensión geoambiental de los movimientos en masa, desde las herramientas geomáticas a los estudiantes del grado décimo de la Institución Educativa Barrio Olaya Herrera?

¿Cuáles herramientas disponibles en internet posibilitan la comprensión geoambiental de los movimientos en masa y pueden ser aplicadas a los estudiantes del grado décimo de la Institución Educativa Barrio Olaya Herrera?

¿Cómo se puede integrar en una propuesta didáctica los contenidos curriculares y las herramientas TIC de geomática, para el logro de la comprensión geoambiental de los movimientos en masa, a los estudiantes del grado décimo de la Institución Educativa Barrio Olaya Herrera?

1.2. Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Diseñar una propuesta didáctica basada en geomática, con enfoque interdisciplinar, para la comprensión geoambiental de los movimientos en masa, a los estudiantes del grado décimo de la Institución Educativa Barrio Olaya Herrera.

1.2.2 Objetivos específicos

- Reconocer cuáles son los contenidos curriculares de distintas áreas de la educación básica y media, que permiten aportar a la comprensión geoambiental de los movimientos de masa, desde las herramientas geomáticas a los estudiantes del grado décimo de la Institución Educativa Barrio Olaya Herrera.
- Caracterizar las herramientas disponibles en internet de la geomática, que posibilitan la comprensión geoambiental de los movimientos en masa y pueden ser aplicadas a los estudiantes del grado décimo de la Institución Educativa Barrio Olaya Herrera.
- Integrar en una propuesta didáctica los contenidos curriculares y las herramientas TIC de geomática, para el logro de la comprensión geoambiental de los movimientos en masa, a los estudiantes del grado décimo de la Institución Educativa Barrio Olaya Herrera.

1.3 Justificación

Estudios previos, como los de Area (2008), señalan que las tecnologías deben ser utilizadas de manera innovadora, desde una perspectiva psicopedagógica. Se considera que son herramientas útiles y poderosas, que convierten el aula en una puerta abierta para acceder a grandes cantidades de información de diferentes tipos y naturaleza. Este enfoque es un criterio relevante en el ámbito educativo y pedagógico actual. Así, esta investigación se direcciona a posibilitar una propuesta didáctica, aprovechando las ventajas que tienen las herramientas TIC en el ámbito académico; conjugando la situación geológica del territorio donde habitan los estudiantes de la Institución Educativa Barrio Olaya Herrera.

Es de anotar que, se busca que los estudiantes del grado décimo logren caracterizar los movimientos en masa de los que son vulnerables, adentrando en los saberes de las ciencias geológicas, con la transversalización en las áreas de ciencias naturales, ciencias sociales, matemáticas y tecnología; reconociendo su entorno, relieve, quebradas, cauces de agua y las modificaciones antrópicas; y entendiendo cómo la conjugación de los procesos geológicos pueden afectar a la comunidad que habita ese territorio. Esta temática elegida, va en relación con Fermeli et al. (2011, citado por Martínez et al., 2022), ya que “los estudiantes de secundaria de Grecia, Portugal, Italia y España consideran los riesgos geológicos como el segundo tema más fascinante de la geología” (p. 3).

Ahora bien, la propuesta didáctica tiene por objetivo que “los estudiantes adquieran una alfabetización adecuada en Ciencias de la Tierra”, según lo mencionado por Pedrinaci et al. (2013, citado por Martínez et al., 2022, p. 3). Ante su importancia para incentivar el estudio de geología, se insiste en la correcta enseñanza de los procesos geológicos externos en el bachillerato. Igualmente, que el estudiante desarrolle habilidades de autoaprendizaje, mediante las capacidades cognitivas de aprender, desaprender y reaprender, mediado por la observación, experimentación y la práctica, y la mirada de las ciencias de la tierra, como menciona Carneiro et al. (2007), la cual aporta a: “formar un ciudadano sensible y responsable, la educación básica debe permitir al individuo reconocer aspectos fundamentales de la región en la que vive” (p. 90).

Las herramientas TIC van de la mano con la geomática, gracias a que, en el aula, los docentes pueden apropiarse del enorme potencial didáctico que supera al del mapa tradicional, favoreciendo observar en distintos ángulos un mismo espacio de manera interactiva (Fernández & Morales, 2012, citado por Zilio et al., 2019, p. 4). Por lo tanto, en el campo de la geografía, las ciencias sociales y las ciencias naturales se justifica la necesidad de incluir nuevos recursos de TIC en el aula, los cuales facilitan la observación de los cambios en el planeta, debido a la intervención humana, ya sea en los recursos naturales, los ecosistemas o el paisaje (Cuartero, 2016, p. 11). Estos hechos brindan reflexiones sustanciales, tanto para las ciencias naturales como para las ciencias sociales, gracias a la lectura que se realiza en el territorio por medio de las herramientas de la geomática, adicionalmente esto busca promover la concientización en la protección del planeta (Cuartero, 2016, p. 72).

El autor Olcese (2018) argumenta que en el ámbito universitario “existe un mal aprovechamiento de los equipos tecnológicos con los que cuentan, asimismo, se ve un escaso desarrollo en la aplicación de las TIC como herramienta y estrategia de enseñanza en los cursos de pregrado” (p. 13).

A nivel didáctico, el propósito principal de la lectura e interpretación de imágenes satelitales consiste en que los estudiantes aprendan de manera significativa y puedan evaluar su aprendizaje, lo cual “significa que los estudiantes deben comprender los conceptos relacionados con las imágenes satelitales, así como ser capaces de utilizar las herramientas necesarias para interpretarlas” (Zilio et al. (2019, p. 4). Por ende, se puede enseñar matemáticas utilizando los programas tecnológicos, por ejemplo, las coordenadas geográficas de latitud y longitud que se encuentra en esta aplicación permiten hacer cálculos de distancias, áreas, volúmenes y pendientes, que permiten visualizar las características de los territorios, es decir, hace que el aprendizaje sea más dinámico y a su vez útil para el aprendizaje de las matemáticas (Almeida & Ofredi, 2013, p. 377-378; Islami, 2018, p. 59).

Además, el conocimiento en ciencias de la tierra ayuda a generar conciencia en los estudiantes, de que la mayoría de los procesos que tienen lugar en la superficie de la Tierra se ven sujetos por la incertidumbre del comportamiento de la naturaleza, debido al cambio climático que experimenta el planeta.

Por tanto, esta propuesta se puede desarrollar por medio del uso de las herramientas TIC, gracias a que, actualmente, la comunidad educativa se ha visto favorecida por la entrega de computadores del programa Futuro de la Alcaldía de Medellín, hecho que transforma cómo los estudiantes y, en general, sus familias, se acercan a las TIC, de manera que se aprovechen las grandes ventajas ofrecidas por los ambientes virtuales, en busca de la permanencia en las instituciones educativas, y la oportunidad de nutrirse de información y nuevas experiencias desde los computadores, a través de diversos softwares, aplicaciones web y herramientas tecnológicas.

1.4 Contexto

1.4.1 Contexto de la comunidad

El barrio Olaya Herrera nació aproximadamente en la década del 80. A partir de la década de 1990, el barrio vivió un aumento significativo en el número de sus habitantes, con la llegada de muchos campesinos desplazados por la violencia de diferentes municipios de Antioquia y otros departamentos, así como de personas desplazadas dentro de la propia ciudad de Medellín. Estos nuevos residentes encontraron en el Olaya Herrera la oportunidad de acceder a un hogar propio (Morales et al., 2012, p. 30),

Desde sus inicios, según Morales et al. (2012, p. 29), este sector se caracterizó por la ocupación de tierras no habitadas ni cultivadas por familias que enfrentaron la falta de vías de acceso y servicios públicos. A pesar de estos retos, a los 20 años de fundado, se consolidó como un barrio, lo que incluyó la gradual creación de trochas y caminos que facilitaron la comunicación entre las viviendas (EPM, 2015).

Actualmente, el barrio, perteneciente a los estratos 1 y 2, se enfrenta a la vulnerabilidad en aspectos sociales, económicos, culturales y ambientales, con hogares que aún experimentan escasez de servicios públicos y sociales.

La actividad económica de las familias se fundamenta en el sector secundario y terciario. Se percibe escasa preparación académica y analfabetismo (Alcaldía de Medellín, 2015) y se da poca relevancia a la labor educativa.

En 1997 se crea el Instituto El Encanto de Dios, inicia el Plan de Cobertura Escolar con 15 estudiantes y profesores voluntarios. Posteriormente, en 2003 la Secretaría de Educación de Medellín le concede el carácter oficial y se comienza a llamar Institución Educativa Barrio Olaya Herrera. Actualmente, la institución brinda educación a más de 1.400 estudiantes (Institución Educativa Barrio Olaya Herrera, s.f.).

La población que se atiende en la Institución se caracteriza por presentar diversas problemáticas en su interior, en las que ha crecido en condiciones de soledad, abandono y desplazamiento, manifestándose carencia de afecto y compañía, condiciones inadecuadas para el desarrollo educativo integral, y deserción académica.

Es en este contexto que cobra importancia la presencia de la Institución Educativa Barrio Olaya Herrera que brinda formación educativa a la comunidad, desde preescolar hasta el grado 11 con énfasis en media técnica; con su filosofía “EDUCAMOS EN VALORES PARA AMAR LA VIDA” que busca potenciar habilidades y competencias para formar un ser íntegro, capaz de tomar sus propias decisiones con proyección a la sociedad que vive” (Institución Educativa Barrio Olaya Herrera, s.f.).

1.4.2 Contexto geológico

La Institución Educativa Barrio Olaya Herrera está ubicada en el barrio que lleva su nombre, el cual hace parte de la comuna 7 Robledo, al noroccidente del municipio de Medellín, zona centro-occidental del Valle de Aburrá (Figura 1). El barrio limita con la quebrada La Iguaná (Figura 2). Este valle está localizado “en la Cordillera Central de los Andes colombianos, zona de confluencia de diversas fallas tectónicas y rocas de diferentes orígenes” (Hermelin, 2007, p. 8).

Figura 1.

Ubicación del Barrio Olaya Herrera en el Valle de Aburrá. Adaptado de Hermelin (2007)

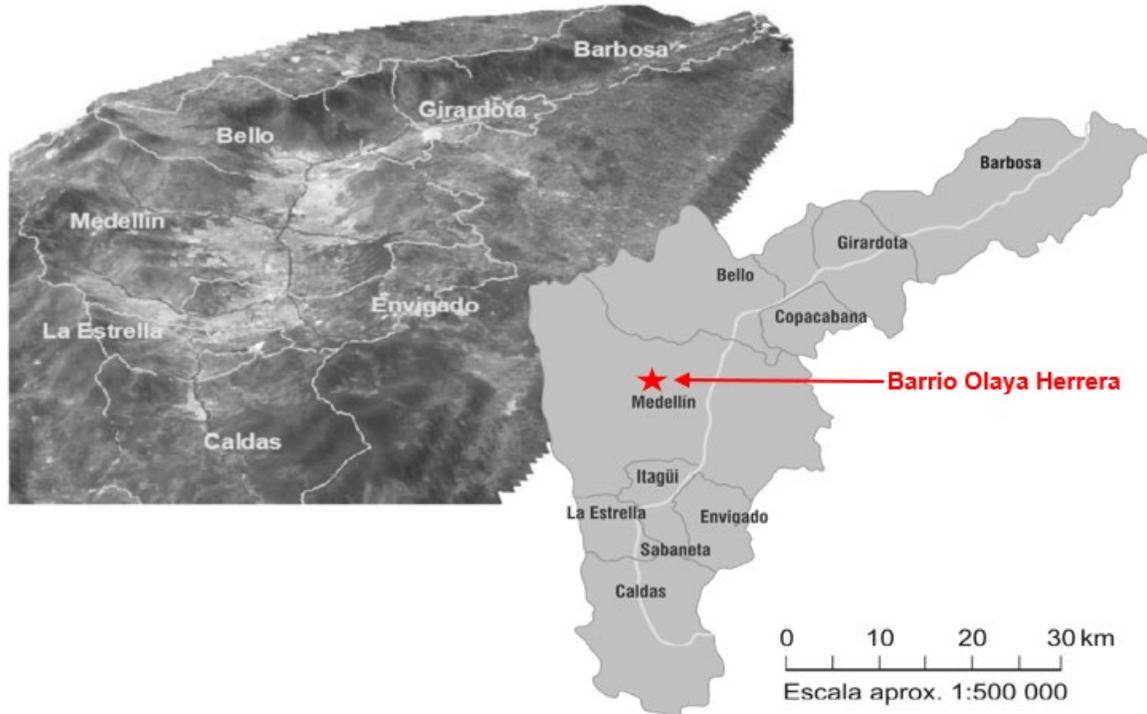
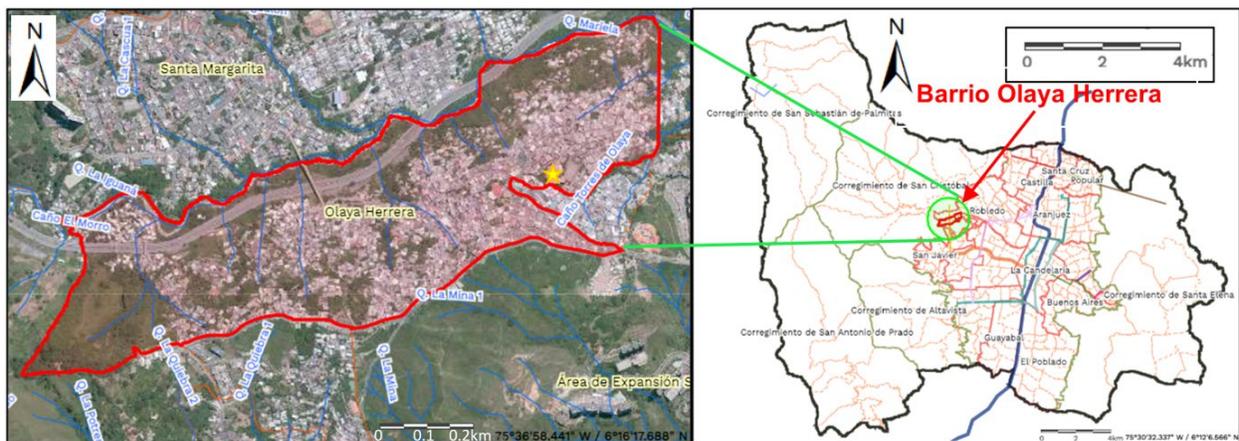


Figura 2.

Ubicación del Barrio Olaya Herrera en el municipio de Medellín. Adaptado de Alcaldía de Medellín (s.f.)



- Límite de Medellín
- Comuna
- Corregimiento
- Barrios y veredas
- ★ Institución Educativa Barrio Olaya Herrera

Al norte del valle, en la zona más baja, se encuentra el municipio de Barbosa, a unos 1400 msnm; mientras que, hacia el sur, la zona más baja está en el municipio de Caldas, a unos 1800 msnm. Las montañas que rodean al valle alcanzan alturas de hasta 3000 msnm (Hermelin, 2007, p. 8). En el valle, el principal afluente es el río Medellín, y los afluentes secundarios principales, vienen desde la zona occidental, que son las quebradas: Doña María, La Iguaná y La García; por otro lado, “los que vienen desde la zona oriental son las quebradas La Ayurá, Santa Elena, Piedras Blancas y Ovejas” (Hermelin, 1982, p. 48).

El origen del Valle de Aburrá ha sido motivo de múltiples publicaciones. La primera fue en 1919 por Scheibe, refiriéndose al valle de Medellín como un valle de erosión. Posada, en 1936, describe que toda la zona del valle hizo parte de un lago que se desaguó a finales del Pleistoceno, después de observar una perforación de 37m de profundidad, en la que atravesó materiales aluviales y ceniza volcánica. En las consideraciones de Botero, en 1963, el río Porce (río Medellín) y el río Nechí son antecedentes al levantamiento de la Cordillera Central, además, menciona que la diferencia de resistencia de las rocas es lo que aportó la diferencia de paisajes ante los agentes de meteorización (Hermelin, 1982).

Luego, en 1974, Ochoa interpretó erróneamente una serie de rasgos geomorfológicos por la quebrada La Iguaná, que lo llevaron a pensar en que el valle había sido producto de una antigua zona glaciaria. Posteriormente, en 1977 tuvo lugar los argumentos para un origen tectónico del valle por parte de Hermelin, gracias, también a las observaciones de diversos geólogos nacionales y extranjeros, por las evidencias en extensos depósitos de flujos de lodo, terminaciones verticales en las vertientes, facetas triangulares, sobre diversas unidades litológicas, entre otros (Hermelin, 1982).

Actualmente, todavía se debate sobre el origen del valle de Aburrá; sin embargo, la idea del valle tectónico es la ampliamente aceptada por la comunidad académica, tal como manifiesta Rendón (2003), Hermelin (2007) y Aristizábal y Yokota (2008). La evolución tectónica está estrechamente vinculada con la evolución geomorfológica del valle de Aburrá en los últimos millones de años, siendo la responsable de la formación del relieve en la región (Aristizábal & Yokota, 2008).

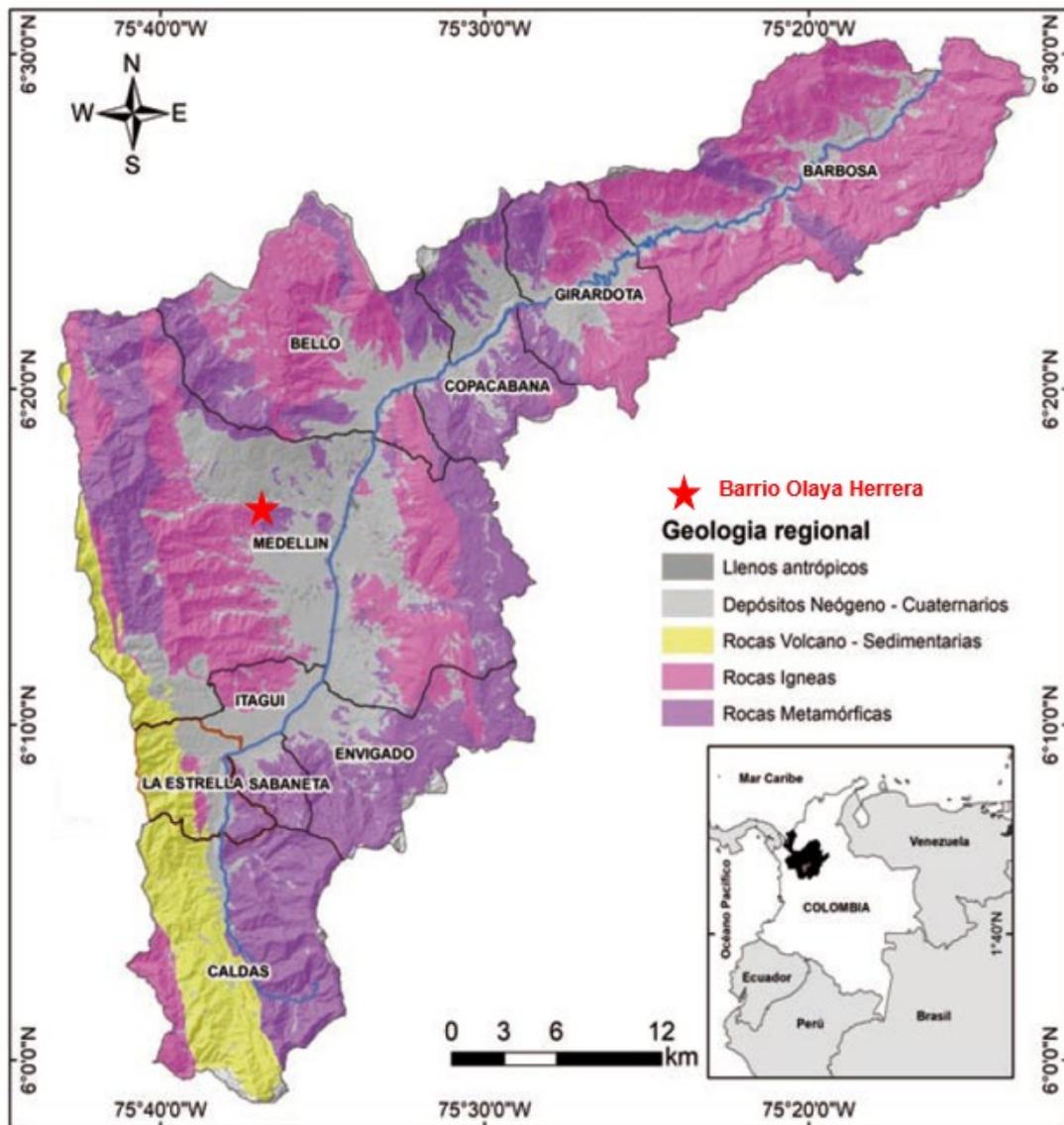
Para el caso del barrio, es de señalar que está localizado en la ladera de la margen derecha de la quebrada La Iguaná, la cual ha tenido una evolución geomorfológica determinada por un mecanismo de knickpoints, esto es, la presencia de niveles o superficies escalonadas a lo largo de la quebrada, “producto de un constante proceso de incisión, el cual profundiza cada vez más su cauce aguas arriba, causando el cambio y la evolución de las laderas y los movimientos en masa, debido a que las pendientes pasan de estabilidad general a inestabilidad potencial” (Aristizábal & Yokota, 2008, p. 1).

Geológicamente, la zona del barrio se caracteriza por la presencia de rocas metamórficas, como la Anfibolita de Medellín, Neis de La Iguaná, y rocas ígneas, como el Stock de Altavista. La superficie se constituye por suelos residuales y saprolíticos de las rocas mencionadas; así mismo, hay depósitos Neógeno-Cuaternarios, como los depósitos aluviotorrenciales, depósitos de flujos de lodo y depósitos aluviales, de composición heterogénea (ver Figura 3), los cuales son producto del movimiento y evolución de las laderas de la quebrada (Aristizábal et al., 2019; Aristizábal & Yokota, 2008).

Figura 3.

Principales tipos de rocas en el Valle de Aburrá, en rojo se encuentra el barrio Olaya Herrera.

Adaptado de Aristizábal et al. (2019)



Por su parte, Brunsden (2001, citado por Aristizábal & Yokota, 2008) muestra que: “el análisis de las actuales geoformas (formas del paisaje) permite la mejor herramienta para entender la evolución del paisaje” (p. 2) y explicar que “el paisaje se vuelve más susceptible a eventos de remoción, debido a la intervención humana por la generación de nuevos asentamientos urbanos en las zonas altas de las vertientes. Esto ha llevado a un aumento de la vulnerabilidad y degradación ambiental (Aristizábal & Yokota, 2008, p. 2).

2. Estado de la cuestión

En este capítulo se documenta el rastreo de las referencias bibliográficas relacionadas con la propuesta didáctica basada en geomática, con enfoque interdisciplinar, para la comprensión geoambiental de los movimientos en masa, desde el año 2006 hasta el 2022. La búsqueda de investigaciones inicia con el rastreo a nivel internacional, por medio de las bases de datos online de acceso libre y restringido: EBSCOhost, Scopus, Scielo, ScienceDirect, Redalyc, Dialnet, Raco, Google académico, entre otros; con base en las palabras relacionadas al problema de investigación las cuales son: enseñanza, geología, riesgos geológicos, TIC, didáctica, escuelas, amenazas, desastres naturales, ambientes virtuales, multidisciplinar, geomática, currículo integrador, geospatial technology, science curriculum, GIS. Todas estas facilitan la recopilación de artículos de revistas científicas, tesis de pregrado y tesis de maestría.

Para la búsqueda a nivel nacional, se acudió a los repositorios institucionales nacionales, como la Universidad Nacional de Colombia (UNAL), Universidad de Los Andes, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC) y Universidad de Medellín, los cuales arrojaron resultados relevantes para la construcción del estado de la cuestión.

En total se encontraron un aproximado de 100 documentos; sin embargo, se llevó a cabo una revisión exhaustiva de las referencias encontradas para identificar los temas relacionados, definir las categorías de análisis y examinar las referencias de otros autores, cuyos trabajos están relacionados con el objetivo de la búsqueda. Es de precisar que, durante el total de estudios encontrados, algunos se relacionan con temas de gestión del riesgo, pero esta tendencia se aleja del objeto de investigación. Por tanto, se realizó la selección de 57 documentos e investigaciones, relacionados con didácticas en la comprensión de los procesos geológicos.

2.1 **Ámbito Internacional**

En esta primera parte del estado de la cuestión se describen los estudios bibliográficos encontrados en el ámbito internacional, asociados con la didáctica, para la comprensión de los movimientos en masa, en países como España principalmente, y en menor medida, en Brasil, Argentina, Guatemala y Ecuador. Estos referentes se han clasificado en tendencias, a partir de las similitudes y diferencias, con respecto al objeto de estudio.

✓ **Enseñanza de los procesos, amenazas y riesgos geológicos:**

A nivel internacional se destacan las investigaciones realizadas, con la tendencia de enseñar los procesos, amenazas y riesgos geológicos, en diversas escolaridades.

La mayoría de los estudios se encuentran por autores en España. Martínez et al. (2022), de Soto (2018a), Pedrinaci (2012) y Pedrinaci et al. (2013) evidencian la necesidad de la enseñanza de la geología desde los grados escolares de la ESO, con el objetivo de que los ciudadanos del futuro se alfabeticen en ciencias de la tierra y comprendan los riesgos geológicos de los cuales son vulnerables las comunidades. Inicialmente se parte del análisis de que los temas de geología, como procesos geológicos, son escasos en la enseñanza de Biología y Geología de la ESO.

Otros autores de las mismas localidades mencionadas anteriormente, que se destacan, son Domènech, quien ha realizado múltiples publicaciones junto con otros investigadores. Domènech (2017), Domènech (2022) y Domènech et al. (2022) articularon la enseñanza de la geodinámica externa, los riesgos geológicos y la sostenibilidad, de modo que se puede articular en un proyecto STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) multidisciplinario, el cual utiliza estudios de caso, como el Aprendizaje Basado en Problemas. Este proyecto puede incluir actividades de la vida diaria, al involucrar a los estudiantes en la búsqueda y el procesamiento de información, la resolución de problemas, la argumentación, la organización de evidencias y el manejo de mapas topográficos.

Por otro lado, se acuden a tesis de maestría, como las de Pujol (2017), González (2018) y Cruz (2020), quienes apuestan a propuestas didácticas y de Aprendizaje Basado en Proyectos; además, destacan la implementación de estrategias didácticas en el curso de Biología y Geología de la ESO, sobre los riesgos volcánicos y medioambientales.

Otros estudios sobre los riesgos volcánicos son los hechos por Perales et al. (2021), cuyos autores comparten experiencias de docentes en España con intervenciones educativas, empleando múltiples formatos, como TIC, modelos análogos, estrategias de Aprendizaje Basado en Problemas, modelización, entre otras, con las cuales se busca que los estudiantes se adentren en el conocimiento de los volcanes y del riesgo asociado. Asimismo, en Argentina, la Facultad de humanidades y ciencias de la educación (2021) de la Universidad Nacional de La Plata diseñó una guía didáctica para la enseñanza y aprendizaje del volcanismo, en su relación con el ecosistema y el ser humano.

En la línea de STEM, se destaca el proyecto europeo ENGIE, del Ilustre Colegio Oficial de Geólogos (ICOG) (2020), que responde a las siglas en inglés: Empoderar a las chicas en llegar a ser geocientíficas del mañana, el cual se desarrolla desde 2020.

En esta tendencia de estudios, se ubican los de Guatemala, Ecuador y Argentina, con Román (2018), Peña y Arias (2020) y Lacreu (2019), respectivamente. En estos países se muestra un interés por proporcionar una educación integral en las ciencias naturales, específicamente, en las geociencias, debido al "analfabetismo geocientífico", teniendo como objetivo crear conciencia sobre las responsabilidades ciudadanas y el impacto en el entorno, así como capacitar a los estudiantes para que sean supervisores y generadores de proyectos relacionados con los problemas ambientales, causados en la naturaleza por la actividad humana. En el caso de Ecuador, las Geociencias se incluyen en el currículo actualizado de Educación General Básica (EGB) en el 2016. En Argentina, Lacreu acuña un neologismo, con el fin de crear un nuevo contenido fácil de entender para los estudiantes, llamado: "Geolodáctica", que busca desarrollar estrategias didácticas en geología, debido a que, comúnmente, se relaciona con geodidáctica, sin embargo, esta apunta hacia la didáctica de la geografía.

Villacorta et al. (2020) y UNESCO (2019) evalúan como prioridades el avance de las geociencias, con el propósito de contribuir al progreso de los países de América Latina y el Caribe, de modo que se beneficien y contribuyan al desarrollo sostenible, desde la comprensión de los riesgos geológicos. Para esta región, se tiene cartillas realizadas por la Estrategia Internacional para la Reducción de los Desastres (EIRD et al., 2003), con el interés de apoyar la labor docente, y para los estudiantes entre las edades de 8 a 12 años. Con estas cartillas se busca enseñar sobre desastres, amenazas naturales, vulnerabilidad, riesgos y, finalmente, sobre la prevención y mitigación de desastres.

A nivel internacional, en los estudios encontrados, de manera general, se evidencia un alto interés en los países latinoamericanos, por desarrollar un alfabetismo en las ciencias de la tierra, desde los primeros grados escolares hasta su terminación escolar, con el propósito de generar bases conceptuales que promueven el desarrollo del pensamiento crítico, la toma de decisiones y la preservación del entorno.

✓ **La implementación de herramientas TIC para la enseñanza de los procesos, amenazas y riesgos geológicos:**

Se resalta la utilización de herramientas de la geomática, como los sistemas de información geográfica o Google Earth, en las investigaciones de autores, principalmente de España y de Argentina, como Humacata y Cáceres (2013), M. Rodríguez (2020), Nieto (2010), Boix et al. (2009) y Jerez (2006), quienes emplean la cartografía en el análisis ambiental de los territorios, los usos del suelo, los riesgos asociados y el desarrollo sostenible, mostrando ejemplos prácticos.

En la investigación de Domènech (2019) se usa la herramienta geomática: Google Earth para el desarrollo de una secuencia didáctica. En su diseño titulado “RiskZone”, se desarrolla en estudiantes de 14 años para abordar los riesgos geológicos, se utiliza una combinación de controversias socio-científicas y las metodologías de estudio de caso.

Al igual, el empleo de Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), enfocadas en geomática en el contexto universitario, favorece a la exploración de las conexiones entre las características cognitivas presentes en el entorno físico y la digitalización de los territorios (Muñoz et al., 2015, p. 26). Además, se encuentra que, ampliamente, las personas emplean Google Maps/Google Earth como herramientas geomáticas en su vida diaria, especialmente en su uso con fines geográficos, es decir, para ubicarse, dimensionar lugares y aprender sobre geografía, por tanto, se facilita enseñar estas herramientas a los estudiantes (Muñoz et al., 2015, p. 29).

Por su parte, Occhipinti (2019) explora el uso del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) para mejorar la conciencia de los estudiantes, sobre los riesgos y peligros naturales en las escuelas italianas, apoyándose en ilustraciones del autor Varnes, sobre los deslizamientos, y con fotografías de casos reales crearon modelos en 3D sobre los tipos de deslizamientos, y emplea tecnologías geoespaciales como Google Earth, haciendo uso de observaciones detalladas en las fotografías aéreas para identificar los rasgos de estos fenómenos en el paisaje.

En relación con la anterior autora, el estudio de Bodzin et al. (2013) en Pensilvania, USA, encuentra una mejora en la comprensión de los estudiantes de octavo grado, entre los 13 a 15 años, sobre los problemas del cambio de uso de la tierra, mediante la interacción del análisis de fotografías aéreas en Google Earth y la teledetección. El mismo protagonismo de las herramientas de Google Maps, Google Earth y Google Timelapse es destacado por Roca y García (2020): “como poderosas páginas web para los procesos de aprendizaje y enseñanza de geología” (p. 11).

Por otro lado, Petsch et al. (2019) se alienta con los estudiantes a reflexionar sobre los impactos del cambio climático, utilizando las TIC. De Soto (2018b) emplea tres actividades de gamificación, como Socrative, trivial y Kahoot, para facilitar la enseñanza de las ciencias de la tierra. Pascual (2015) propone implementar el recurso web británico de Earth Learning Idea para la enseñanza de múltiples temáticas geológicas. Olcese (2018) halla en su investigación, que el empleo de las TIC ha revolucionado el proceso de enseñanza-aprendizaje de la geología en la Universidad Nacional de Ingeniería en Lima-Perú, debido a que las TIC "hacen más sencillos sus procesos de aprendizaje como la visualización de fenómenos geológicos a nivel nacional e internacional" (Olcese, 2018, p. 81). Además, Carneiro et al. (2007) realizan unos fundamentos teóricos a los docentes de ciencias y geografía de la educación media, para usar los computadores en la enseñanza de diversos temas de las geociencias.

A nivel universitario, la enseñanza de las tecnologías de la información geográfica (TIG) (este conjunto de herramientas hace parte de la geomática) ocurre en diversos planes de estudio de programas universitarios, ya que se establecen competencias, como el "manejo y aplicación de SIG e interpretación de imágenes de teledetección para aplicaciones ambientales", por lo que “en España y en Europa ha llevado a la resolución de problemas concretos de empresas e instituciones/organismos diversos, especialmente en aquellos grados en geomática” (Bosque et al., 2015, p. 56, 63).

Frente a estas propuestas, se evidencia la enseñanza-aprendizaje de los riesgos geológicos, mediados con herramientas TIC, como un mecanismo de motivación para que los estudiantes disfruten de esta ciencia.

2.2 Ámbito Nacional

✓ **Enseñanza de los procesos, amenazas y riesgos geológicos:**

A nivel nacional están las tesis de pregrado de Álvarez (2019) y Ramón (2022) de la Universidad de Los Andes y la Universidad La Gran Colombia, respectivamente; hay otros estudios, como la tesis de maestría de Gil (2012) en la UNAL y el artículo de investigación de Cuaical y Sánchez (2018), quienes implementan estrategias didácticas para fomentar la comprensión del riesgo geológico entre los estudiantes de las instituciones educativas y la comunidad en general.

Se destaca la tesis de maestría de Díaz (2013), debido a su similitud con el objetivo de investigación de la presente investigación, relacionado con una propuesta didáctica para la comprensión de los movimientos en masa que, en el caso de Díaz, se emplea el término sinónimo: remoción en masa; además, la autora diseña una cartilla didáctica titulada “Observemos los movimientos en masa de nuestro entorno”, dirigida a una institución educativa en la ciudad de Bogotá, con el objetivo de divulgar, con procesos pedagógicos, la ocurrencia de estos fenómenos.

Se acota la investigación de Álvarez (2019), la cual pretende vincular a los estudiantes y profesores del colegio en la gestión del riesgo geológico, mediante estrategias pedagógicas que le ayuden a identificar las condiciones de amenaza. El texto inicia con una cartografía social en el municipio de San Eduardo en Boyacá, luego se hacen modelos análogos para entender el contexto geológico y ambiental que genera la remoción en masa, finalmente, el juego de roles para fortalecer las relaciones con las autoridades competentes y difundir sus responsabilidades con la comunidad (Álvarez, 2019, p. 5).

Por su parte, Ramón (2022) emplea la didáctica y la creatividad para enseñar a niños de 8 a 10 años, en la ciudad de Bogotá, competencias sobre los desastres y la prevención de estos. Mientras que, Gil (2012), en su tesis de maestría en la UNAL, diseña una propuesta didáctica para la enseñanza del concepto de volcanes y sus amenazas para estudiantes de básica primaria entre los 8 a 10 años, haciendo énfasis en que las geociencias se deben vincular en los educandos, de manera que conozcan el contexto científico, geológico y natural colombiano.

También se halla que Cuaical y Sánchez (2018) realizaron una intervención en ocho instituciones educativas de Cumbal-Nariño para socializar y enseñar sobre el vulcanismo y las amenazas volcánicas de la zona. La intervención se basa en la sistematización de experiencias, o sea, en el análisis del proceso vivido y los factores que intervinieron.

Por otro lado, así como a nivel de América Latina y el Caribe se desarrolló una cartilla para enseñar sobre desastres, en Colombia, la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD, 2013) pone a disposición de la ciudadanía una cartilla para aprender sobre los fenómenos naturales, que pueden afectar la vida de las comunidades.

Otra propuesta de la UNGRD es la creación de una cartilla para realizar monitoreo comunitario, con instrumentos de bajo costo, para los movimientos en masa, en los territorios que tengan susceptibilidad frente a estos fenómenos; al igual, realiza capacitación a las comunidades para enseñarles cómo se dan los movimientos en masa, el cambio en el paisaje, y las repercusiones en los lugares que son habitados (UNGRD & Céspedes, 2013).

De estas experiencias se enfatiza que, socializar los temas de riesgos geológicos, supone el comienzo de la comprensión del territorio en el que se vive, así como permite el desarrollo de habilidades creativas y de razonamiento en los estudiantes.

✓ **La implementación de herramientas TIC para la enseñanza de los procesos, amenazas y riesgos geológicos:**

Así como en el ámbito internacional, en esta tendencia para el ámbito nacional se destaca el uso de herramientas TIC, específicamente de geomática, como Google Earth y el análisis de imágenes satelitales. Este recurso es implementado por Giraldo (2016), docente de la UPTC, para educar en los riesgos socioambientales, desde la geografía, utilizando ejemplos como el Valle geográfico del Río Cauca, en cercanías con Cali, relacionando los procesos con los riesgos geológicos.

Al respecto, la UNGRD et al. (2018a) y la UNGRD et al. (2018b), en sus documentos, realiza una propuesta educativa y una guía de uso pedagógico, a través de herramientas TIC, con énfasis en cómo vivir en tierra de volcanes, mostrando la geología característica de las zonas andinas de nuestro país. En esta propuesta, el estudiante aprende de manera interactiva y amigable, lo referente a los volcanes, características, riesgos, entre otros.

Queda añadir que, Meneses y Tatalcha (2015) diseñaron un Objeto Virtual de Aprendizaje (OVA) de Amenazas Geológicas (AG), mediante un DVD, y lo entregaron a las instituciones educativas de la ciudad de Pasto-Nariño. Este OVA está dirigido a los estudiantes de básica secundaria, y sus contenidos se diseñaron con base en la información del Servicio Geológico Colombiano.

2.3 Ámbito Local

En el ámbito local, un grupo de investigadores de la Universidad de Medellín, la UNAL y la Universidad EIA están desarrollando un proyecto llamado "Escuelas Rurales Seguras" (Bonett et al., 2021). La finalidad de este proyecto es desarrollar una estrategia tecnológica para reducir el riesgo de desastres, causados por fenómenos sísmicos y geológicos, en las escuelas rurales ubicadas en áreas de alta amenaza sísmica en Antioquia, construida con la participación de la comunidad, para que, una vez capacitados, apoyen la evaluación, gestión y reducción el riesgo de manera efectiva.

A nivel local, en la ciudad de Medellín se precisa que, sobre la enseñanza de los procesos, amenazas y riesgos geológicos, y el abordaje de la geomática para estos fines, así como la implementación de herramientas TIC para enseñar esta temática, son pocos los estudios encontrados para estas tendencias; a pesar de la histórica ocurrencia de procesos geológicos, los cuales, en la mayoría de las veces han marcado la historia de barrios completos, como es el caso la tragedia de Villatina en 1987.

Empero, ante la escasez de estudios de educación en estos temas, para la ciudadanía, se destacan el estudio realizado por Echeverri (2018), sobre la percepción del riesgo por movimientos en masa en el barrio Santo Domingo Savio en la ciudad de Medellín, en donde la investigadora ha encontrado que los habitantes del barrio, entre los cuales han culminado o no el bachillerato, tienen un conocimiento mínimo y básico sobre los movimientos en masa, lo cual lleva a la conclusión de que no hay una cobertura educativa sobre el tema en los colegios.

Finalmente, se abren las posibilidades de documentación de estudios en los que intervienen las TIC para abordar la enseñanza de los riesgos geológicos. Es el caso de la Universidad de Antioquia, que lidera en la enseñanza de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) para la gestión del medio ambiente y recursos naturales. A través de un programa interdisciplinario, desarrollado en colaboración entre las facultades de Ingeniería y Educación, se enfrentan retos como el desarrollo del pensamiento espacial y el fortalecimiento de habilidades para el diseño y uso de SIG en contextos ambientales, entre esos los asociados a los riesgos geológicos. Este currículo progresivo no solo satisface las demandas educativas sino que también fomenta la integración de estas tecnologías en la sociedad, contribuyendo al avance profesional en la gestión de recursos naturales y a la promoción de una cultura social consciente de la importancia de la geoinformática (Escobar et. al., 2008).

3. Marco Conceptual

Para esta sección, se entabla una relación entre las principales categorías de conceptos que intervienen en esta investigación, asociados con el problema de investigación y los objetivos planteados. Entre ellos se encuentran tres grandes categorías: la ciencia de la geomática, los movimientos en masa y los factores geoambientales en la ocurrencia de movimientos en masa.

Los conceptos que se deben tratar en la enseñanza de la geología son interdisciplinarios. Al respecto, Pérez (2016) señala que estos conceptos deben permitir “identificar sinergias, analogías, paradojas y enfoques desde múltiples puntos de vista y enfocados en distintos aspectos de los fenómenos y procesos” (p. 96). En este caso, los conceptos se vinculan desde las ciencias naturales, la tecnología, las matemáticas y las ciencias sociales.

Lavell (2006) también enfatiza la importancia de los conceptos en la enseñanza de la geología. Según Lavell, “los conceptos son como los ladrillos que permiten entender la realidad” (p. 4), por tanto, son conjuntos lógicos y ordenados de argumentos, que hacen referencia a aspectos particulares de la realidad. Frega (2007, citado por Pérez, 2016) afirma que “los nuevos conceptos no deben ser aislados, deben estar relacionados con conceptos previos, para promover un aprendizaje significativo” (p. 97). De ahí que Lavell (2006) subraye la importancia de conceptos propios de la temática de riesgo, “con una incorporación curricular que genera otros conceptos transversales como son educación ambiental, participación, territorio, desarrollo sostenible, entre otros” (Lavell, 2006, p. 4).

3.1 Ciencia de la Geomática

Según Marchamalo et al. (2010), “la geomática es un término científico actual que abarca las ciencias relacionadas con la producción, gestión y explotación de información geográfica utilizando medios automáticos o informáticos” (p. 2). Por su parte, Vega (2013) sostiene que la geomática se centra en el estudio de “la automatización para representar información georreferenciada”, esto implica el uso y análisis de datos obtenidos mediante satélites, sensores remotos, cartografía, los sistemas de información geográfica (SIG), entre otras (Vega, 2013, p. 56). Se añade lo señalado por Araque et al. (2014), quienes sostienen que “la geomática refiere a la medición, análisis y uso de los datos terrestres, los cuales provienen de satélites, sensores marinos y aerotransportados, mapas, bases de datos, y de equipos de medición terrestre” (p. 8).

Teniendo en cuenta las anteriores definiciones, se evidencia que la geomática utiliza diversas herramientas, las cuales se agrupan en las Tecnologías de la Información Geográfica (TIG) para permitir el uso, manejo y procesamiento de los datos geoespaciales. En la educación, estas herramientas TIG geomáticas son ampliamente empleadas en programas universitarios, como las nombra Muñoz et al. (2015, p. 31; Bosque et al., 2015, p. 50), de las cuales se destacan:

- Sistemas de Información Geográfica (SIG): Son herramientas informáticas que posibilitan la creación, gestión, análisis y visualización de información geográfica. Los SIG se utilizan para la creación de mapas temáticos, análisis espacial, modelado de terrenos, entre otros.

- Sistemas de Posicionamiento Global (GPS, acrónimo inglés): Son dispositivos que permiten la determinación de la posición exacta de un objeto o persona en la superficie terrestre, utilizando señales satelitales. Los GPS se usan para la navegación, la geolocalización y el mapeo.
- Globos terráqueos virtuales: Son visualizaciones del relieve que ayudan a explorar en 2D y 3D, con imágenes de la superficie del planeta. Esta información geográfica incorpora realidad aumentada y la opción de compartirla.
- Teledetección: Es la captura de información sobre la superficie terrestre, utilizando sensores remotos, como satélites, aviones y drones, basada en la medición de la energía electromagnética, reflejada o emitida por la superficie terrestre. La teledetección se emplea para la monitorización de la vegetación, la detección de cambios en la superficie terrestre, la gestión de recursos naturales y el procesamiento de imágenes satelitales.
- Fotogrametría: Es una técnica más específica, la cual se trata de la medición de las características geométricas de objetos o terrenos, a partir de fotografías que pueden ser tomadas desde diferentes plataformas, como aviones, helicópteros, satélites o drones. Las imágenes capturadas desde el aire o el espacio permiten obtener una visión general del terreno, lo cual es útil para aplicaciones como la planificación urbana, la gestión de recursos naturales o la evaluación de desastres.

La geomática brinda diversas aplicaciones ambientales, agrícolas y urbanas, permitiendo posibilidades en la toma de decisiones. Algunas aplicaciones específicas mencionadas en Quintero (2012) son:

- ✚ Cartografía: Se utilizan para la creación y actualización de mapas detallados de la Tierra, incluyendo mapas topográficos, mapas de uso del suelo y mapas de recursos naturales.
- ✚ Monitoreo ambiental: Las imágenes satelitales permiten el seguimiento de cambios en el medio ambiente, como la deforestación, la expansión urbana, la calidad del agua y la detección de incendios forestales.
- ✚ Agricultura de precisión: Ayudan a los agricultores a gestionar sus cultivos, de manera más eficiente, optimizando la irrigación, la fertilización y el control de plagas.

- ✚ Gestión de recursos naturales: Se utilizan para el seguimiento y la gestión de recursos naturales, como la gestión forestal sostenible, la minería y la gestión de cuencas hidrográficas.
- ✚ Planificación urbana y desarrollo: Las imágenes aéreas y satelitales son esenciales para planificar el crecimiento de las ciudades, identificar áreas de riesgo y tomar decisiones sobre el desarrollo urbano.
- ✚ Gestión de desastres: Se emplean para la evaluación, prevención de riesgos y daños causados por desastres naturales, como terremotos, movimientos en masa, inundaciones, huracanes, entre otros, facilitando la prevención, mitigación, respuesta y la recuperación.
- ✚ Seguridad nacional: Son cruciales para la inteligencia militar, la vigilancia de fronteras y la detección de actividades sospechosas.
- ✚ Navegación y posicionamiento: Se emplean en sistemas de navegación por satélite, como el GPS, para determinar la ubicación precisa y la navegación.
- ✚ Estudios geológicos y geodésicos: Sirven en la investigación de la geología de la Tierra, la deformación de la corteza terrestre y la medición precisa de la superficie de la Tierra.
- ✚ Estudios climáticos y meteorológicos: Ayudan en el seguimiento del clima y la predicción meteorológica, al proporcionar información sobre patrones atmosféricos y condiciones terrestres.

3.2 Movimientos en masa

Se acota que los movimientos en masa “incluyen aquellos movimientos ladera abajo de una masa de roca, de detritos o de tierras por efectos de la gravedad” (Cruden, 1991, citado por GEMMA, 2007, p. 1). Se diferencian entre ellos, “por sus velocidades, y algunos pueden definirse con límites claros” (GEMMA, 2007, p. 1).

Ahora bien, los movimientos en masa son fenómenos naturales que influyen en la configuración del relieve terrestre. De acuerdo con lo señalado por GEMMA (2007): “su génesis se atribuye a una diversa gama de fenómenos, que abarcan desde procesos geológicos, hidrometeorológicos, químicos y mecánicos que tienen lugar tanto en la corteza terrestre como en la interacción entre esta última, la hidrosfera y la atmósfera” (GEMMA, 2007, p. 26). Se añade que:

el levantamiento tectónico es responsable de la formación de montañas, pero, posteriormente, factores como la meteorización, las lluvias, los sismos, entre otros (incluida la actividad humana), presentan la posibilidad de desestabilizar las laderas, por tanto, altera el relieve, y es ahí donde ocurren los movimientos en masa, principalmente, cuando se construye un talud artificial. (GEMMA, 2007, p. 25).

Las clasificaciones de los movimientos en masa son variadas, sin embargo, la más aceptada y ampliamente conocida es la propuesta por Varnes (1978) y actualizada por Cruden y Varnes (1996), haciéndola, principalmente, por el tipo de movimiento y de material, de donde proponen las variables: caídas, volcamientos, deslizamientos, flujos, y propagación lateral. A su vez, los materiales se clasifican en suelos y rocas. Empero, “la combinación de estos criterios simples puede dar lugar a una amplia variedad de movimientos con una gran complejidad” (Aristizábal et al., 2010, p. 211).

Varios autores han propuesto una clasificación de materiales en dos principales jerarquías: rocas y suelos, o detritos y tierra, con la posibilidad de diversas combinaciones entre el tipo de movimiento y el tipo de material (GEMMA, 2007); no obstante, categorizar los movimientos en masa puede resultar complicado, en ocasiones, dado a que la mayoría de estos procesos son complejos y evidencian distintos comportamientos a lo largo de su desarrollo, los cuales “están influenciados por las propiedades de los materiales. Además, factores externos como la humedad también desempeñan un papel significativo en esta dinámica” (Crozier & Glade, 2005, citado por GEMMA, 2007, p. 30).

Para el caso de Colombia, se identifican cinco movimientos en masa más frecuentes: **“caídas; volcamientos; deslizamientos; flujos, avalanchas y deslizamientos por flujo; y reptación”** (Montero, 2017, p. 96). Además, pone de manifiesto que la combinación cinemática de los movimientos básicos puede generar movimientos complejos.

De acuerdo con Montero (2017) y GEMMA (2007), los conceptos de los tipos de movimientos en masa son:

Caídas: Desprendimiento de material en movimiento aéreo, saltando o rodando.

Volcamientos: Rotación de masas de uno o varios bloques de roca o suelo, a partir de un punto sin desprenderse.

Deslizamientos: Es una masa que se desplaza a lo largo de una superficie de falla o por una deformación cortante.

Flujos, avalanchas y deslizamientos por flujo: Son movimientos en masa en lo que se desplaza a largas distancias, en su mayoría, semejante como un fluido; puede ser saturado o seco, lento o rápido. En muchos casos, surgen a partir de otros tipos de movimientos, como deslizamientos o caídas.

Reptación: Es un movimiento lento del terreno, sin una superficie de falla claramente distinguible.

3.3 Factores geoambientales en la ocurrencia de movimientos en masa

En la comprensión del medio ambiente y territorio que nos rodea, se emplean herramientas que hacen parte de una caracterización geoambiental, entendiendo que este último deriva de sus raíces Geología y Ambiental, siendo definido por Bates y Jackson (1980, citado por Hermelin (1990) como: “la aplicación de los principios y conocimientos de la geología a los problemas creados por la ocupación y la explotación del entorno físico por el hombre” (p. 48). Además, “esta acción se manifiesta principalmente en la superficie terrestre, involucrando rocas, geoformas, suelos y ecosistemas como parte de procesos naturales y como resultado de la historia del entorno natural” (Zavala, 2014, p. 10).

La importancia de las ciencias geoambientales radica en el uso de herramientas de la zonificación ambiental para un territorio. “Los elementos clave, como la vegetación, el clima y la fauna, desempeñan un papel importante en este proceso, entre otros” (Zavala, 2014, p. 10). Otro enfoque es dado en el documento: “Guía metodológica para la zonificación de amenaza por movimientos en masa” (E. Rodríguez et al. (2017), en donde los autores proponen que la caracterización geoambiental es clave y que en esta etapa:

se adelantan las actividades de recopilación de información, interpretación visual de imágenes y trabajo de campo que permiten conocer las particularidades de la zona de estudio y generar las hipótesis para los mecanismos identificados en relación con los factores que condicionan su ocurrencia (p. 19).

En la misma línea, Corominas et al. (2013) establecen la relevancia de tener en cuenta:

el tipo e importancia de cada factor considerado al explicar la posible ocurrencia de un movimiento en masa, dependiendo del “marco geoambiental (condiciones climáticas, relieve, marco geológico, evolución geomorfológica y procesos)” en el que se desarrolle la zonificación y puede diferir sustancialmente de un área a otra debido a diferentes condiciones del terreno (p. 215).

En el mismo orden de ideas, anteriormente mencionado por Corominas et al. (2013), es fundamental considerar las causas que originan los movimientos en masa para lograr comprenderlos, debido a que las causas son diversas e impredecibles. Entre estos se encuentran factores geoambientales que facilitan la ocurrencia de estos fenómenos. Por su parte, Montero (1991, citado por Montero, 2017, pp. 98-99) y E. Rodríguez et al. (2017) reconocen los factores internos, como el estado original o condición inicial, y los factores externos contribuyentes o desencadenantes, que cumplen un rol en el desarrollo de un movimiento en masa. Para el primer tipo se tiene:

- La pendiente, causa inestabilidad en una vertiente.
- El tipo de roca y sus suelos, asociados porque influyen en la posibilidad de ocurrencia por la composición mineral y las estructuras asociadas.
- Las unidades geomorfológicas, debido a que ciertas formas de las vertientes favorecen la ocurrencia, como las cóncavas.

- Los procesos geomorfológicos, dado a que hay mayor probabilidad en las zonas donde ya se han presentado movimientos en masa, que en otras donde no.
- Las propiedades hidráulicas, ya sea por la cantidad de agua y la forma o cómo circula en las rocas y los suelos, es un factor que influye en la ocurrencia.
- El clima, como las altas precipitaciones, los cambios bruscos de la temperatura, pueden ocasionar inestabilidad en las vertientes. La lluvia es el factor principal, siendo fundamental conocer la intensidad, duración y frecuencia.

Por otro lado, están los de tipo detonantes:

- Los usos del suelo, la acción del hombre puede inducir la ocurrencia.
- Los sismos, debido a que desencadenan la licuación de suelos.

3.4 Documentos de política educativa relacionados con la comprensión geoambiental de los movimientos en masa a través de herramientas tecnológicas

Los documentos de política educativa de Colombia contienen los principios, objetivos, metas y estrategias que orientan el desarrollo del sistema educativo colombiano. Se elaboran de manera participativa, con la presencia de diversos actores del sector educativo y se actualizan periódicamente, para responder a las necesidades y desafíos del país, los cuales contienen las competencias que deben alcanzar en cada grado escolar, con la finalidad de promover la equidad educativa y reducir las brechas de aprendizaje entre los diferentes grupos poblacionales. Así, con base en las directrices del MEN, competencias y habilidades, los docentes desarrollan los contenidos curriculares y las pedagogías innovadoras, elaborados en sus planeaciones de clase para abordar los temas que apuntan a los logros.

En cuanto a los documentos de política educativa, vinculados con la comprensión geoambiental de los movimientos en masa, se encuentran:

- ✚ Lineamientos Curriculares para Ciencias Naturales y Educación Ambiental del MEN (1998a).
- ✚ Lineamientos Curriculares para Matemáticas del MEN (1998b).
- ✚ Lineamientos Curriculares para Ciencias Sociales del MEN (2002).

- ✚ Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales del MEN (2004).
- ✚ Estándares Básicos de Competencias en Matemáticas del MEN (2006).
- ✚ Derechos Básicos de Aprendizaje – Ciencias Naturales del MEN (2016a).
- ✚ Derechos Básicos de Aprendizaje – Ciencias Sociales del MEN (2016b).
- ✚ Derechos Básicos de Aprendizaje – Matemáticas del MEN (2016c).
- ✚ Guía No. 30 Ser competente en tecnología del MEN (2020a).
- ✚ Orientaciones curriculares para el área de Tecnología e Informática del MEN (2020b).

La selección de los anteriores documentos obedece a la relación con los siguientes aspectos: Ciencias naturales, Ciencias sociales, Matemáticas y Tecnología, dentro de estos se enfoca el tema principal de los movimientos en masa, desde su visión geoambiental y mediado este tema con herramientas tecnológicas de la geomática, lo cual apunta a un abordaje interdisciplinar en el aula, gracias a la competencia digital, la cual es de importancia dentro de las TIC, asumidas como recurso educativo valioso, que puede ayudar a los estudiantes a aprender de forma más atractiva, motivadora y eficaz; les permite acercarse a los fenómenos biológicos y geológicos, lo que puede ayudarles a comprenderlos mejor; a su vez, pueden ayudar a los estudiantes a desarrollar su competencia digital, que es la capacidad de usar las tecnologías de forma creativa, crítica y segura.

La relevancia de los documentos de política educativa con los factores geoambientales radica en la relación de características del entorno, como la cobertura del suelo, las precipitaciones, la actividad biológica y humana, entre otros, que puede alterar el paisaje y modifica la ocurrencia, periodicidad y peligrosidad de los movimientos en masa. Además, se indica que, por medio de las herramientas tecnológicas, se facilita el uso digital de fotografías aéreas o imágenes satelitales, que reflejan estos cambios en el medioambiente, y por medio de la interacción y procesamiento, a través de las herramientas geomáticas. Así que, al emplear la información geográfica, se logran identificar eventos antiguos, áreas de amenazas y cicatrices de actuales fenómenos de movimientos en masa.

4. Diseño metodológico

4.1 Enfoque cualitativo

El enfoque de investigación que se utilizó es cualitativo, específicamente de tipo exploratorio-descriptivo, lo cual se debe a la escasez de experiencias previas en el ámbito nacional y especialmente local, en lo referente a la comprensión de los movimientos en masa, como se evidencia en la revisión del estado de la cuestión existente.

El enfoque cualitativo, en concordancia con las palabras de Hernández-Sampieri y Mendoza (2018), es aquello que: “se enfoca en comprender los fenómenos explorándolos desde la perspectiva de los participantes en su ambiente natural y en relación con el contexto” (p. 390). En ese sentido, este estudio pretende diseñar una propuesta didáctica para la comprensión de los fenómenos de movimientos en masa, desde los factores geoambientales, y a través del involucramiento de los contenidos curriculares y de las herramientas de la ciencia de la geomática, dirigida a los estudiantes del grado décimo de la Institución Educativa Barrio Olaya Herrera, siendo este el contexto y los participantes relacionados.

Asimismo, en las palabras de los anteriores autores, se refiere a que en el enfoque cualitativo: “las unidades de muestreo pueden ser obviamente personas” (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018, p. 426). Para el presente estudio, la unidad de muestreo son los estudiantes del grado décimo de la institución educativa, debido a que, como se manifiesta en el planteamiento de problema, la comunidad desconoce las características y lo que representan la ocurrencia de los movimientos en masa que intervienen en su territorio y, en general, en las zonas montañosas de Colombia, como la ciudad de Medellín. Los autores citan a Lofhland et al. (2005), quienes proponen en las unidades de muestreo: “Procesos: Conjuntos de actividades, tareas o acciones que se realizan o suceden de manera sucesiva o simultánea con un fin determinado, por ejemplo, de enseñanza-aprendizaje” (p. 426). Para este caso correspondería al diseño de una propuesta didáctica, que les apuesta a los procesos de enseñanza-aprendizaje.

4.2 Población

A la población a la cual va dirigida el presente estudio son los estudiantes, pertenecientes al grado décimo de la Institución Educativa Barrio Olaya Herrera del municipio de Medellín, Antioquia. Se cuenta con 89 estudiantes del grado décimo, organizados en el grupo 01 y el grupo 02. Los estudiantes se encuentran entre los 14 a 17 años (ver figura 4).

Figura 4.

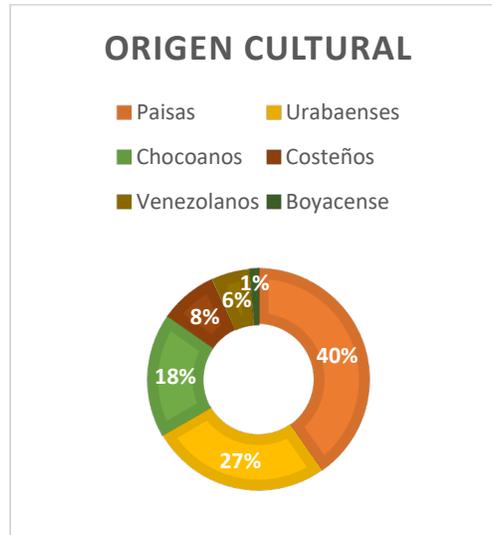
Rango de edad de los participantes



Los estudiantes provienen de diversas regiones y orígenes culturales de Colombia y de Venezuela. Entre las cuales están, en orden descendente, paisas, urabaenses, chocoanos, costeños (región Caribe), extranjeros del país de Venezuela y boyacenses (ver figura 5).

Figura 5.

Origen cultural de los participantes

**4.3 Unidad de análisis**

En esta investigación, la unidad de análisis han sido específicamente los estudiantes del grado décimo de la Institución Educativa Barrio Olaya Herrera, a quienes va dirigida la propuesta didáctica. Se identificaron las falencias conceptuales y de contextualización del territorio, de manera que las categorías conceptuales de movimientos en masa y factores geoambientales buscan incidir en los futuros participantes.

4.4 Técnicas e instrumentos de recolección de la información

De acuerdo con el enfoque de la investigación y los objetivos específicos, las técnicas e instrumentos de recolección de la información han sido las siguientes (ver Tabla 3):

La técnica de **análisis documental** pretende revisar los documentos que son utilizados por el investigador, lo cual permite “descubrir conceptos y categorías” (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018, p. 440). En este punto, con base en el anterior referente, los autores destacan “la importancia de verificar que el material sea auténtico” (p. 463). Asimismo, Andréu (2001) indica que “el análisis documental se hace principalmente por clasificación e indexación temática (...) donde se sigue el criterio de clasificación por categorías temáticas, es decir, buscar que tienen los elementos en común” (p. 9-15).

Esta técnica se aplicó para realizar los análisis de datos del primer y segundo objetivo específico; de modo que, para el primero, ha correspondido el análisis documental de los **contenidos curriculares** que se citaron en el capítulo 3.4. del presente estudio. Para el segundo objetivo específico, ha correspondido al análisis de herramientas y aplicaciones digitales. La técnica de análisis documental, para el **análisis de herramientas y aplicaciones** digitales de la geomática, pretendió revisar cuáles son las herramientas y aplicaciones disponibles en internet, que pertenezcan a la geomática y apoyen a la conceptualización de los movimientos en masa, desde los factores geoambientales, por medio de las tecnologías.

Tabla 3.

Técnicas e instrumentos de recolección de la información, con base en los objetivos específicos

Objetivo específico	Técnica	Instrumento	Mecanismo de validación
1. Reconocer cuáles son los contenidos curriculares de distintas áreas de la educación básica y media, que permiten aportar a la comprensión geoambiental de los movimientos de masa, desde las herramientas geomáticas, a los estudiantes del grado décimo de la Institución Educativa Barrio Olaya Herrera.	Análisis documental.	Matriz de análisis documental (Ver anexo 3).	Juicio de expertos.

2. Caracterizar las herramientas disponibles en internet de la geomática, que permiten la comprensión geoambiental de los movimientos en masa y que pueden ser aplicadas a los estudiantes del grado décimo de la Institución Educativa Barrio Olaya Herrera.	Análisis de herramientas y aplicaciones digitales de la geomática.	Lista de chequeo (Ver anexo 4)	Juicio de expertos
3. Integrar en una propuesta didáctica los contenidos curriculares y las herramientas TIC de geomática para el logro de la comprensión geoambiental de los movimientos en masa, a los estudiantes del grado décimo de la Institución Educativa Barrio Olaya Herrera.	Diseño de la propuesta didáctica		

Para desarrollar el análisis del primer objetivo específico, se implementó una **matriz de análisis documental**, donde se recopiló la revisión de los documentos de política pública para los contenidos curriculares, que aportan a la comprensión geoambiental de los movimientos en masa, empleando herramientas tecnológicas de la geomática. En este punto, se incluyen las áreas del currículo que son transversales frente al objeto de la presente investigación. El mecanismo de validación de este instrumento fue el **juicio de expertos**, que verifica la precisión y completitud, asimismo, sirven de ayuda para aspectos a mejorar en sugerencias, como claridad, organización, relevancia, entre otros.

Para el segundo objetivo específico, se implementó una **lista de chequeo**, para el análisis de las herramientas y aplicaciones digitales de la geomática, disponibles en internet. Así como se menciona en el anterior párrafo, se utilizó el anterior mecanismo de validación.

4.5 Plan de análisis

En la investigación cualitativa, la recolección y el análisis ocurre muchas veces de manera paralela, es decir, “no es uniforme y dependiendo del tipo de estudio se involucran categorías o un esquema peculiar, con base en el criterio del investigador” (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018, p. 465). Por tanto, para esta investigación se menciona cómo se desarrolló el análisis y los elementos que intervienen para tal fin.

El primer aspecto para considerar es cómo se analizaron los datos cualitativos, teniendo en cuenta que son variados. La información incluida han sido textos escritos: documentos de política pública y los vinculados a las herramientas geomáticas; además, para este último, también se ha incorporado la visita a canales de vídeos de Youtube y la experticia de la investigadora. Para el respectivo análisis, teniendo en cuenta a los autores Hernández-Sampieri y Mendoza (2018), se establecen las categorías, lo cual permite “descubrir sus conceptos, temas y patrones presentes en los datos, así como sus vínculos” (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018, p. 465), de modo que den respuesta al planteamiento del problema.

En el análisis de contenido cualitativo se destaca la técnica de la “triangulación”, tal como la menciona Andréu (2001), la cual “viene siendo una de las mejores en la actualidad. En esta, se combinan métodos de estadística multivariante con las técnicas cualitativas como árboles jerárquicos, análisis de intensidad, análisis de redes semánticas” (p. 9). Para este caso, los documentos se analizan, comparan, y se agrupan. En este sentido, se determinan, de los documentos, “las categorías presentes mediante dos etapas, en la primera, se realiza un Inventario, es decir, un aislamiento de los elementos, y segundo, se realiza la Clasificación para distribuir los elementos” (Andréu, 2001, p. 16). Como menciona el autor, las categorías, también asumidas como variables, se deben construir en base a los siguientes criterios: “Tener un criterio único, complejas, exhaustivas, mutuamente excluyentes, ser significativas, ser claras, ser replicables, según los niveles de análisis posteriores” (Andréu, 2001, p. 16).

Los procesos de categorización se ejecutaron de la siguiente manera. En primera medida, a los documentos de política pública se les realizó un inventario, tal como se ha realizado en el capítulo anterior. Por otro lado, para el caso del análisis de las herramientas geomáticas, se ha efectuado el inventario, teniendo en cuenta los documentos y archivos disponibles en internet, como artículos, páginas oficiales de las herramientas, videos, juicio de expertos y el conocimiento de la presente investigadora. Esta diversidad de información ha permitido caracterizar los usos, aplicaciones, de una manera más amplia, para posteriormente clasificarlos.

5. Análisis de resultados

A continuación, se presentan los resultados, de acuerdo con los objetivos planteados en la investigación. De esta manera, se indica lo obtenido para el primer objetivo, correspondiente a los contenidos curriculares de distintas áreas de educación básica y media, lo cual ha permitido aportar a la comprensión geoambiental de los movimientos en masa. Además, los resultados alcanzados para el segundo objetivo específico, que son las herramientas digitales de geomática disponibles en internet, las cuales aportan a esa comprensión.

5.1 Categorización de los documentos curriculares

Este proceso va en línea con el primer objetivo específico, por tanto, las variables que resultaron en el análisis de los documentos correspondientes a los contenidos curriculares de la política pública educativa se encuentran en el Anexo 3. Para su análisis, en torno a los temas de la **comprensión geoambiental de los movimientos en masa, a través de herramientas tecnológicas de la geomática**, se destacan 3:

- Movimientos en masa.
- Factores geoambientales en la ocurrencia de movimientos en masa.
- La Ciencia de la Geomática.

Estas se apoyaron en el marco conceptual, en donde se procede a catalogar cada uno de los subcapítulos, en categorías macros, con el objetivo de apoyar el análisis y la ubicación de los contenidos curriculares.

5.1.1 Subcategorías de la comprensión geoambiental de los movimientos en masa, a través de herramientas tecnológicas de la geomática, para el análisis de los documentos curriculares

Teniendo en cuenta lo descrito en el apartado anterior, se analizan las categorías y subcategorizarse, tal como se muestra en la Tabla 4. La primera variable general es Movimientos en masa se subdivide en: 1. Tipos de movimientos en masa, se tienen ejemplos como las caídas, volcamientos, entre otros. La segunda es Factores geoambientales en la ocurrencia de movimientos en masa, se pueden dividir en: 1. Factores internos o de condición inicial, se tienen ejemplos de esos factores para tener presente, como el relieve, las condiciones climáticas (como la lluvia), entre otros, y 2. Factores externos o detonantes, se tienen ejemplos de esos factores para tener en cuenta, como los usos del suelo (urbanismo, agricultura, etc.) y los sismos. La tercera es Ciencia de la Geomática, se pueden dividir en: 1. Tipos de herramientas geomáticas, se tienen ejemplos de los tipos como los sistemas de información geográfica (SIG), entre otros, y 2. Aplicaciones con herramientas geomáticas, se tienen ejemplos de las aplicaciones, que permiten esas herramientas, como la cartografía, el monitoreo ambiental, entre otros.

Tabla 4.

Categorías y subcategorías de la comprensión geoambiental de los movimientos en masa, mediante herramientas tecnológicas de la geomática

Categorías	Subcategorías	Ejemplos (Ej) de subcategorías
Movimientos en masa	<i>Tipos de movimientos en masa</i>	Ej: Caídas, Volcamientos, Deslizamientos, Flujos, Reptación.
Factores geoambientales en la ocurrencia de movimientos en masa	<i>Factores internos o de condición inicial</i>	Ej: Relieve, Condiciones climáticas, Evolución geomorfológica y procesos, Marco geológico, Cobertura vegetal.
	<i>Factores externos o detonantes</i>	Ej: Usos del suelo, sismos.
Categorías de la Ciencia de la Geomática	<i>Tipos de herramientas geomáticas</i>	Ej: SIG, GPS, Globos terráqueos virtuales, Teledetección, Fotogrametría.
	<i>Aplicaciones con herramientas geomáticas</i>	Ej: Cartografía, Monitoreo ambiental.

5.1.2 Agrupación de los contenidos curriculares

En la misma línea, gracias a los análisis que se encuentran en las anteriores clasificaciones y categorizaciones, se identificaron los documentos de política pública, cuáles son las competencias de los contenidos curriculares, que se ajustan frente a las anteriores categorías mencionadas. Para esto, se organizaron todas las competencias presentes, relacionadas con el objeto de la investigación y se procedió a ubicarlos en las variables temáticas que pertenezcan y se pueden agrupar.

5.1.3 Contenidos curriculares de distintas áreas de la educación básica y media, que permiten aportar a la comprensión geoambiental de los movimientos de masa, a los estudiantes

En esta sección se da respuesta al primer objetivo específico y va en relación con los anteriores resultados, lo cual permite clasificar y categorizar los grandes aspectos de las herramientas geomáticas, los movimientos en masa y los factores geoambientales, que se pueden asociar y ver inmersos en las competencias de los contenidos curriculares de las políticas del MEN. Los resultados se presentan en el Anexo 3 y se nombran a continuación.

En el análisis de los documentos de política pública se hallaron que las competencias presentes en las áreas de Ciencias Naturales y Educación Ambiental, Ciencias Sociales, Matemáticas, y Tecnología e Informática, van desde los grados 4° y 5° de la educación básica a los grados de 10° y 11° de la educación media. Estas competencias se identificaron, con base en los siguientes temas:

- **Ciencias Naturales y Educación Ambiental, y Ciencias Sociales:** Temas de relieve, cambios del paisaje, los peligros naturales de un territorio, cuestiones ambientales actuales, procesos naturales de nuestro planeta Tierra.
- **Matemáticas:** Temas de lenguaje simbólico, pensamiento espacial – matemático, debido a que se relacionan en cómo se dimensionan los objetos, la profundidad y diferencias en imágenes satelitales o en fotografías aéreas. Esto incluye también:
- **Tecnología e Informática:** Temas interdisciplinarios, mediante los conocimientos tecnológicos e informáticos, donde el estudiante, desde una manera crítica, puede hacer uso de las tecnologías, para dar respuestas y posturas responsables con la sociedad, naturaleza y su entorno.

En el Anexo 3 se evidencia que estas competencias se ajustaron, en algunos casos, a una sola categoría dentro de los Movimientos en masa, Factores geoambientales, en la ocurrencia de movimientos en masa o Ciencia de la Geomática, algunas veces se ajustaron a dos, tres, cuatro o hasta cinco subcategorías presentes. Por otro lado, existe el caso opuesto, es decir, no se encontraron competencias que se ajustaran a categorías y subcategorías de la temática objetivo. En el Anexo 3 se evidencian los recuadros rellenos con una línea inclinada, tal como aconteció para el caso de la ciencia de la geomática, interceptado con ciencias naturales de grado 4° a 5°, ciencias sociales de grado 6° a 7° y en matemáticas de grado 10° a 11°.

Se inicia con el análisis de las competencias, en relación con la variable la ciencia de la geomática, la cual presenta una estrecha relación con las Orientaciones generales para la educación en tecnología del MEN (2020a), en los grados décimo a once, porque se “tienen en cuenta principios para la utilización eficiente de los sistemas tecnológicos del entorno de los estudiantes” (p. 24); asimismo, el estudiante reconoce “las implicaciones éticas, sociales y ambientales de las manifestaciones tecnológicas del mundo en que vivo, y actúo responsablemente” (p. 25).

Las variables, los factores geoambientales y los movimientos en masa, se relacionan con las áreas de ciencias sociales y ciencias naturales. Para el caso del documento de los Lineamientos Curriculares de Ciencias Naturales y Educación Ambiental del MEN (1998a), se refiere a que “las ciencias naturales abarcan los eventos y procesos del mundo natural” (p. 48), reconociendo que esos eventos y procesos naturales son intrínsecos a las poblaciones, un ejemplo de proceso natural es un movimiento en masa o comúnmente llamado “deslizamiento”.

Finalmente, las dos categorías mencionadas anteriormente, se encuentran en el grado once según el MEN (2016a), cuando se “analiza cuestiones ambientales desde una visión sistémica” (p. 39). Es así como los factores geoambientales repercute en los factores que origina un movimiento en masa, y se observa que afecta a la comunidad residente de esa zona, desde lo social, económico, ambiental y cultural. Finalmente, en ciencias sociales para el grado sexto según el MEN (2016b), “se comprende que las transformaciones del planeta Tierra se reflejan en el relieve y en la vida de las comunidades que la habitan” (p. 29).

5.2 Categorización de las herramientas geomáticas

Este proceso va en línea con el segundo objetivo específico, por tanto, las variables que resultaron en el análisis de las herramientas digitales disponibles en internet, sustentadas en geomática, se encuentran en el Anexo 4.

5.2.1 Herramientas geomáticas

Aquí se realiza un análisis de las categorías más generales, entre las que se destacan 6. Esta información se recopiló del marco conceptual y son los tipos de herramientas de geomática más usadas actualmente:

- ✓ Sistemas de información geográfica (SIG).
- ✓ Sistemas de Posicionamiento Global (GPS).
- ✓ Globos terráqueos virtuales.
- ✓ Teledetección.
- ✓ Fotogrametría.
- ✓ Aplicaciones Móviles SIG.

Cada herramienta permite la manipulación, modificación, visualización o edición de la información geográfica adquirida, por medio de imágenes satelitales o fotografías aéreas. Dentro de cada uno de estos se encuentran múltiples programas o aplicaciones en el mercado, las cuales son usadas ampliamente en estudios, por ejemplo, cartografía, monitoreo ambiental, entre otros.

5.2.2 Subcategorías de las herramientas geomáticas

Teniendo en cuenta la anterior categorización, sigue la identificación de las subcategorías, desde las cuales se analizan las características de cada uno de los tipos de herramientas geomáticas, en donde se encuentra que, para comprender el comportamiento de cada uno de los temas, se pueden categorizar por:

-  Nombre.
-  Definición.

- ✚ Descripción.
- ✚ Tipo de acceso.
- ✚ Equipo de uso.
- ✚ Uso de internet.
- ✚ Variedad de funciones.
- ✚ Dificultad de uso.
- ✚ Posibilidades que ofrece.

5.2.3 Análisis de las herramientas geomáticas

En la misma línea, gracias a los análisis, se identifican las herramientas principales para cada grupo de tipo de herramientas geomáticas, entre esas se encuentra cada nombre de las herramientas geomáticas, según su tipo, como se muestra en la Tabla 5.

Tabla 5.

Herramientas geomáticas según su tipo general

<i>Tipo de herramienta de geomática</i>	Nombre
<i>Sistemas de información geográfica (SIG)</i>	ArcGIS
	QGIS
	GRASS GIS
<i>Sistemas de Posicionamiento Global (GPS)</i>	Garmin BaseCamp
	Google Maps
<i>Globos terráqueos virtuales</i>	Google Earth Pro
<i>Teledetección</i>	Google Earth Engine
	ENVI
<i>Fotogrametría</i>	Pix4D
	Regard3D
<i>Aplicaciones Móviles SIG</i>	ArcGIS Earth

Dichos programas o aplicaciones geomáticas son los más conocidas en el mercado, y son usados para proyectos de ingeniería, la gestión de riesgos, la educación, entre otros.

5.2.4 Herramientas geomáticas disponibles en internet, que permitan la comprensión geoambiental de los movimientos en masa a los estudiantes

Esta sección da respuesta al segundo objetivo específico, y su plan de análisis se llevó a cabo en el capítulo 4.5.2., y los resultados se presentan en el Anexo 4. En el análisis de las herramientas disponibles en internet se encontraron 6 grandes grupos de tipos de herramientas geomáticas, que habían sido identificadas en el marco conceptual. Dentro de cada uno de esos grupos de tipo de herramienta geográfica se analizaron las empleadas comúnmente. A continuación, se listan los programas y/o herramientas, según su tipo para analizar las posibilidades y limitaciones, las cuales se presentan, con base al objeto de la presente investigación:

✚ Sistemas de información geográfica:

- a) ArcGIS: Es un software de sistema de información geográfica que requiere licencia de instalación para trabajar en computador. Permite usarse sin internet, sin embargo, para acceder a algunas funciones de datos geográficos de Esri, se requiere la conexión a internet. Es un potente software, con un nivel de complejidad medio, el cual es ampliamente utilizado, gracias a sus capacidades completas de SIG. Entre las posibilidades que ofrece para estudiantes de nuestro contexto se encuentra:
 - Cargue de imágenes satelitales para mapear los tipos de movimientos en masa; de esta forma, ayuda a comprender la distribución y los factores que los causan.
 - Analizar los datos de movimientos en masa, para identificar patrones y tendencias, y así comprender la variación con el tiempo y las condiciones.
 - Visualizar los datos de movimientos en masa, para comunicar sus hallazgos a otros.

Las características del computador:

- Procesador de 2 núcleos a 2 GHz o más.
- Memoria RAM de 8 GB o más.
- Sistema operativo: Windows 11, Windows 10, Windows 8.1, Windows 8, Windows 7, macOS 12, macOS 11, macOS 10.15, Linux.
- Tarjeta gráfica: Se recomienda una tarjeta gráfica, con un mínimo de 1 GB de memoria.
- Pantalla: Una pantalla, con una resolución de 1280 x 720 o superior.

- b) QGIS: Es un software de sistema de información geográfica gratuito y de código abierto para trabajar en computador, permite usarse sin internet; sin embargo, para acceder a algunas funciones, requiere la conexión a internet. Es un software versátil con facilidad de uso, el cual es ampliamente utilizado, gracias a sus capacidades de SIG. Las posibilidades que ofrece para estudiantes de nuestro contexto son similares a las nombradas en ArcGIS.

Las características del computador:

- Procesador de 1 GHz o más.
- Memoria RAM de 2 GB o más.
- Sistema operativo: Windows 7, Windows 8.1, Windows 10, macOS 10.11, macOS 10.12, macOS 10.13, macOS 10.14, macOS 10.15, macOS 11, macOS 12, Linux.
- Tarjeta gráfica: No se requiere una tarjeta gráfica.
- Pantalla: Una pantalla, con una resolución de 1024 x 768 o superior.

- c) GRASS GIS: Es un software de sistema de información geográfica gratuito y de código abierto para trabajar en computador, puede usarse sin internet; aunque para acceder a algunas funciones, requiere la conexión a internet. Es un software potente con un nivel de complejidad medio, el cual es ampliamente utilizado, gracias a sus capacidades de SIG. Las posibilidades que ofrece para estudiantes de nuestro contexto son similares a las nombradas en ArcGIS y QGIS.

Las características del computador:

- Procesador de 1 GHz o más.

- Memoria RAM de 2 GB o más.
- Sistema operativo: Windows, macOS, Linux.
- Tarjeta gráfica: No se requiere una tarjeta gráfica.
- Pantalla: Una pantalla, con una resolución de 1024 x 768 o superior.

En general, ArcGIS es la opción más completa y potente de las tres. QGIS es una buena opción para usuarios que buscan un software SIG asequible y de código abierto, que sea fácil de aprender y usar. GRASS GIS es una buena opción para usuarios que buscan un software SIG altamente personalizable y extensible. Por consiguiente, para el contexto de la investigación, **QGIS** es una potente herramienta de SIG, debido a que está disponible gratuitamente, es un software más ligero; por tanto, no requiere de un equipo potente, y en comparación con los demás, se puede facilitar el aprendizaje y uso.

Sistemas de Posicionamiento Global (GPS):

- a) Garmin BaseCamp: Es un software de navegación GPS gratuito, para trabajar en computador y smartphone, permite usarse sin internet, sin embargo, para acceder a algunas funciones requiere la conexión a internet. Es un software limitado en funciones, con facilidad de uso, el cual su acceso es reducido y es utilizado como software de escritorio, para la gestión y planificación de rutas. Entre las posibilidades que ofrece para estudiantes de nuestro contexto, se encuentra como navegación para:
 - Planificación de rutas.
 - Gestión de datos GPS.
 - Visualización de mapas.
- b) Google Maps: Es un servicio web de mapas de navegación GPS gratuito para trabajar en computador, tableta y smartphone, permite usarse sin internet; no obstante, para acceder a algunas funciones requiere la conexión a internet. Es un servicio limitado en funciones con facilidad de uso, el cual es ampliamente usado como aplicación web y móvil, para navegación y direcciones. Entre las posibilidades que ofrece a estudiantes de nuestro contexto se encuentra como navegación para:

- Visualización de mapas.
- Trazar rutas.
- Búsqueda de información geoespacial.

En general, ambas herramientas son útiles para usarse como navegación GPS, son gratuitas, de fácil uso, y se pueden usar en smartphone, lo que es potente para nuestro contexto. Empero, Garmin BaseCamp es usado principalmente para un público especializado, haciéndolo menos común que **Google Maps**; esta última es popular, su interfaz, gracias a que es una herramienta de Google y viene instalada en la mayoría de los smartphones, por tanto, pertinente para el contexto de la investigación.

Globos terráqueos virtuales:

a) Google Earth Pro: Es un software de visualización geográfica gratuito para trabajar en computador, tableta y smartphone. Para uso requiere de conexión a internet. Es un software limitado en funciones con facilidad de uso, el cual es ampliamente utilizado como plataforma de visualización 3D, que permite explorar datos geoespaciales en todo el mundo. Entre las posibilidades que ofrece para estudiantes de nuestro contexto se encuentra como herramienta de visualización y accesibilidad para:

- Visualización de mapas.
- Búsqueda de información geoespacial.
- Exploración de la Tierra.

Este software potencia sus funciones en su versión de escritorio, el cual es de descarga gratuita y compatible con computadores ligeros de capacidad. Además, **Google Earth Pro** es popular en el ámbito educativo, como se evidencia en el estado de la cuestión. Por tal razón, para nuestro contexto es una herramienta potente en la facilidad de uso y la versatilidad de funciones, como agregar lugares geográficos, realizar cálculos, revisar el registro histórico de fotos, entre otras.

Teledetección:

a) Google Earth Engine: Es un servicio de análisis de datos geoespaciales gratuito para trabajar en computador. Para su uso requiere de conexión a internet. Es un servicio en la nube, con amplia variedad de funciones y un nivel de complejidad medio, el cual es ampliamente usado como plataforma en línea para el análisis de imágenes satelitales. Entre las posibilidades que ofrece para estudiantes de nuestro contexto, se encuentra como herramienta de accesibilidad y de modelado para:

- Análisis y visualización de datos geoespaciales.
- Recopilación de datos.
- Imágenes y datos crudos.
- Enfoque espacial.
- Capacidad de monitorización.
- Modelos digitales de elevación (MDE).

b) ENVI: Es un software de análisis de procesamiento de imágenes, que demanda licencia de instalación para trabajar en computador. Para uso requiere de conexión a internet. Es un servicio con amplia variedad de funciones, con un nivel de complejidad medio, el cual es ampliamente utilizado como software especializado para procesar imágenes de teledetección. Entre las posibilidades que ofrece para estudiantes de nuestro contexto se encuentra como herramienta de procesamiento de imágenes para:

- Análisis y visualización de imágenes.
- Recopilación de datos.
- Imágenes y datos crudos.
- Enfoque espacial.
- Capacidad de monitorización.
- MDE.

Las características del computador:

- Procesador de Intel Core i5 o superior con 4 núcleos.
- Memoria RAM de 8 GB o más.
- Sistema operativo: Windows 10 o macOS 10.15 o posterior.

- Tarjeta gráfica: Se recomienda una tarjeta gráfica, con un mínimo de 4 GB de memoria VRAM.
- Pantalla: Una pantalla, con una resolución de 1920 x 1080 o superior.

En general, las dos herramientas son potentes para la teledetección. Empero, **Google Earth Engine** es una mejor opción para los usuarios que necesitan una herramienta de procesamiento de imágenes fácil de usar, “que pueda escalar para satisfacer las necesidades de proyectos grandes, gracias a que trabaja con una infraestructura de nube de Google para procesar datos lo que la hace más ligera en su uso” (Kholoshyn et al., 2020, p. 480). ENVI es una mejor opción para los usuarios que necesitan una herramienta de procesamiento de imágenes más compleja y potente, que pueda manejar imágenes de alta resolución y complejidad, aunque está limitado por los recursos del sistema de una computadora individual, razón por la cual puede ser más lento para procesar grandes cantidades de datos.

Fotogrametría

a) Pix4D: Es un software de fotogrametría, que requiere licencia de instalación para trabajar en computador. Para uso requiere de conexión a internet. Es un software con amplia variedad de funciones, con un nivel de complejidad medio, el cual es ampliamente utilizado como software, que usa imágenes aéreas o satelitales para medir y modelar objetos tridimensionales. Entre las posibilidades que ofrece para estudiantes de nuestro contexto se encuentra como herramienta de procesamiento de imágenes aéreas para:

- Análisis y visualización de datos de fotografías aéreas.
- Creación de modelos 3D, a partir de imágenes.

Las características del computador:

- Procesador de 4 núcleos o más.
- Memoria RAM de 8 GB o más.
- Sistema operativo: Windows 10 o macOS 10.15 o posterior.
- Tarjeta gráfica: Se recomienda una tarjeta gráfica, con un mínimo de 2 GB de memoria VRAM.
- Pantalla: Una pantalla, con una resolución de 1920 x 1080 o superior.

b) **Regard3D**: Es un software de fotogrametría gratuito y de código abierto, para trabajar en computador, permite usarse sin internet. Es un software limitado en algunas funciones, con un nivel de complejidad medio, el cual es ampliamente empleado para crear ortomosaicos, nubes de puntos y modelos digitales del terreno, a partir de una serie de imágenes. Entre las posibilidades que ofrece para estudiantes de nuestro contexto se encuentra como herramienta de procesamiento de imágenes aéreas para:

- Análisis y visualización de datos de fotografías aéreas.
- Creación de modelos 3D, a partir de imágenes.

Las características del computador:

- Procesador de 4 núcleos o más.
- Memoria RAM de 8 GB o más.
- Sistema operativo: Windows 10 o macOS 10.15 o posterior.
- Tarjeta gráfica: Se recomienda una tarjeta gráfica, con un mínimo de 2 GB de memoria VRAM.
- Pantalla: Una pantalla, con una resolución de 1920 x 1080 o superior.

En general, las dos herramientas son potentes para la fotogrametría, siendo Pix4D más completo; sin embargo, **Regard3D** es una mejor opción para los usuarios, debido a que es un software gratuito. Entre las limitaciones que poseen ambos softwares están los altos requerimientos en las características de cómputo para ejecutarlos, además, la dificultad de adquisición de fotografías aéreas de alta resolución, ya que se necesitan para un buen resultado en el modelado 3D. Por tanto, para nuestro contexto, se limita emplear la fotogrametría.

Aplicaciones Móviles SIG:

a) **ArcGIS Earth**: Es una aplicación para la recopilación de datos geoespaciales gratuita para trabajar en computador, tableta y smartphone. Para uso requiere de conexión a internet. Es una aplicación limitada en funciones, con facilidad de uso, el cual es utilizado como apoyo al trabajo de campo, en la recolección de datos geoespaciales. Entre las posibilidades que ofrece para estudiantes de nuestro contexto se encuentra:

- Recopilación de datos geoespaciales en campo
- Creación y visualización de mapas.

Esta aplicación es bastante útil en el trabajo de campo y como es gratuita, sus datos se pueden exportar y es compatible con computadores ligeros de capacidad. Además, **ArcGIS Earth** es fácil de usar, lo que, para nuestro contexto, la hace una herramienta potente en funciones, como agregar rutas, lugares geográficos, realizar cálculos, entre otros.

6. Propuesta didáctica

El diseño metodológico de la propuesta didáctica inicia con la comprensión del funcionamiento de las unidades didácticas, como la unidad mínima del currículo del alumno, las cuales tienen un pleno sentido en sí mismas, ya que abordan un tema concreto y se desarrollan de forma coherente. Empero, también contienen unidades más pequeñas, llamadas sesiones, las cuales se secuencian para conformar un todo más global, que es la programación de aula (Viciano, 2002, citado por Corrales, 2010, p. 4). Es así como la propuesta didáctica se compone de unidades didácticas que, a su vez, se subdividen en sesiones para trabajar en el aula con los estudiantes. Esta propuesta didáctica posee un carácter interdisciplinar, el cual parte de una delimitación de unos objetivos didácticos, con los contenidos de aprendizaje de la unidad, momentos de cada sesión, las actividades a realizar y los aspectos metodológicos para la evaluación.

Cabe anotar que, este apartado responde al tercer objetivo específico: integrar en una propuesta didáctica los contenidos curriculares y las herramientas TIC de geomática para el logro de la comprensión geoambiental de los movimientos en masa, a los estudiantes del grado décimo de la Institución Educativa Barrio Olaya Herrera.

6.1 Modelo pedagógico en la propuesta didáctica

El enfoque socioconstructivista es una teoría del aprendizaje que enfatiza el papel de la interacción social en el desarrollo cognitivo. Lev Vygotsky, psicólogo ruso, es considerado el padre de este enfoque. Su teoría enfatiza en “el papel de la interacción social en el desarrollo cognitivo, los estudiantes aprenden a través de la interacción con los demás, compartiendo sus ideas y conocimientos, y construyendo significados juntos” (Borjas & Osorio, 2020, p. 94-95).

Según Vygotsky, los estudiantes aprenden mediante la interacción con los demás, compartiendo sus ideas y conocimientos, y construyendo significados juntos. Este proceso se conoce como zona de desarrollo proximal que “es la diferencia entre lo que un estudiante puede hacer por sí mismo y lo que puede hacer con la ayuda de un adulto o un compañero más capaz. Vygotsky creía que los estudiantes aprenden mejor cuando se les presenta un desafío que está dentro de su zona de desarrollo proximal” (Borjas & Osorio, 2020, p. 94-95).

Dicho enfoque es importante en el aula, porque favorece el aprendizaje activo y significativo. Los estudiantes no son receptores pasivos de información, sino que participan activamente en el proceso de construcción de su conocimiento, lo cual se logra a través de actividades que requieren que los estudiantes piensen críticamente, resuelvan problemas y colaboren con otros. Por estas razones, se adopta este modelo para el desarrollo de la propuesta didáctica, respondiendo a esas implicaciones importantes para la educación. Por tanto, los maestros que utilizan un enfoque socioconstructivista, deben crear oportunidades para que los estudiantes interactúen con los demás, compartan sus ideas y construyan significados juntos.

Por tanto, esta propuesta didáctica responde a:

- ✓ Centrarse en el estudiante. El estudiante debe ser el protagonista del aprendizaje, de manera que la propuesta debe estar diseñada para desarrollar sus competencias y habilidades de forma autónoma.
- ✓ Ser contextualizada. La propuesta debe estar relacionada con el entorno del estudiante, de modo que pueda comprender los movimientos en masa, en su contexto real.
- ✓ Ser interdisciplinar. Debe integrar la geología con otras disciplinas, como las ciencias sociales, las matemáticas o la tecnología.

- ✓ Utilizar las TIC. Las nuevas tecnologías pueden ayudar a los estudiantes a acceder a información y recursos, de manera interactiva y atractiva, lo cual facilita el aprendizaje. De esta forma, se apoya en:
- ✓ Análisis de imágenes y mapas geoespaciales. Los estudiantes podrían emplear imágenes de satélite, mapas topográficos, para identificar las zonas propensas a movimientos en masa.
- ✓ Simulaciones y modelización. Los estudiantes podrían utilizar simulaciones y modelos geomáticos, para la comprensión de los procesos que provocan los movimientos en masa.
- ✓ Trabajo de campo. Los estudiantes podrían realizar visitas a zonas afectadas por movimientos en masa, para observar los efectos de estos fenómenos.
- ✓ Trabajo en equipo y participación activa.

6.2 Estructura propuesta didáctica

La propuesta didáctica busca integrar los contenidos curriculares y las herramientas de la geomática, para comprender, desde los factores geoambientales, los movimientos en masa, en 25 sesiones de trabajo. Para ello, se organizan 5 unidades para ser desarrolladas en 5 sesiones, con una duración de cada sesión de 2 horas y son recorridas por 3 momentos: inicio, desarrollo y cierre. En cada unidad se plantea desarrollar el concepto de un tipo de movimiento en masa, a través de una herramienta geomática, como se observa en la Tabla 6. Por su parte, cada unidad se ejecuta mediante 5 sesiones, las cuales se muestran en la Tabla 7, es decir, cada tipo de movimiento en masa se aborda mediante 5 sesiones, en las cuales se emplea una herramienta geomática.

El desarrollo de cada sesión se guiaría por el docente, especialmente, en los momentos de interacción con las herramientas geomáticas. También, se promueve el trabajo colaborativo entre los estudiantes para el desarrollo de las actividades, mediante grupos de 3 o 4 estudiantes.

Tabla 6.*Esquema de la propuesta didáctica*

Unidades	Tipos de movimientos en masa	Herramienta geomática
1	Caídas	ArcGIS Earth
2	Volcamientos	Google Maps
3	Deslizamientos	QGIS
4	Flujos	Google Earth Engine
5	Reptación	Google Earth Pro

Tabla 7.*Estructura general de las sesiones*

Sesiones				
1. Comprendo uno de los movimientos en masa.	2. Represento a través de imágenes y dibujos.	3. Uso una herramienta geomática.	4. Aplico lo aprendido, a partir de una situación real.	5. Evalúo lo aprendido.

6.3 Construcción de la propuesta didáctica

El diseño de una propuesta didáctica es un proceso complejo, que implica considerar una serie de factores, como los objetivos de aprendizaje, el contexto del estudiante, las estrategias de enseñanza y los recursos disponibles. En el caso de la enseñanza de los movimientos en masa, con herramientas geomáticas, es necesario tener en cuenta los siguientes aspectos:

Los movimientos en masa son fenómenos naturales, que pueden tener consecuencias devastadoras: por tal motivo, es vital que los estudiantes comprendan los riesgos de estos fenómenos, para su entorno.

Las herramientas geomáticas son una herramienta poderosa, que puede ayudar a los estudiantes a comprender los movimientos en masa. Estos recursos posibilitan a los estudiantes visualizar datos y procesos geoespaciales, de manera que les ayuda a desarrollar una comprensión más profunda de estos fenómenos.

Con base en estos aspectos, el proceso de diseño de la propuesta didáctica se lleva a cabo de la siguiente manera:

1. Definición de los objetivos de aprendizaje: Se definieron, en función de las necesidades de los estudiantes y los resultados de aprendizaje esperados. En este caso, los objetivos de aprendizaje se centran en que los estudiantes:

- ✚ Comprendan los conceptos básicos de los movimientos en masa.
- ✚ Identifiquen las zonas propensas a movimientos en masa, en su entorno.
- ✚ Utilicen herramientas geomáticas para comprender los movimientos en masa.

2. Análisis del contexto del estudiante: El análisis del contexto del estudiante se realizó para determinar las necesidades y los intereses de los estudiantes. En este caso, se consideró que los estudiantes eran de un entorno urbano y tenían interés en aprender sobre los riesgos naturales, que representan los movimientos en masa para el contexto de la ciudad de Medellín, especialmente, el barrio Olaya Herrera.

3. Selección de estrategias de enseñanza: Las estrategias de enseñanza se seleccionaron, en función de los objetivos de aprendizaje y el contexto del estudiante. En este caso, se eligieron estrategias, que permitan a los estudiantes aprender de forma activa y significativa, como el trabajo en equipo, la participación activa, el análisis de imágenes y mapas geoespaciales, y la simulación de procesos.

4. Selección de recursos: Los recursos se seleccionaron, en función de las estrategias de enseñanza y los objetivos de aprendizaje. En este caso, se utilizaron recursos, como vídeos, fotografías, esquemas, imágenes de satélite, mapas topográficos, simulaciones geomáticas y software de análisis espacial, mediante celulares, computadores, acceso a internet, carteleras, marcadores, lanas, rocas, tierra y agua. Dichas herramientas son de gran utilidad para los estudiantes y docentes, ya que les proporcionan una guía visual de cómo utilizar los recursos geomáticos.

5. Estructura de la propuesta didáctica: La propuesta didáctica se estructuró en cinco unidades, cada una se centró en un tipo de movimiento en masa y una herramienta geomática. Cada unidad se dividió en cinco sesiones de dos horas.

6. Desarrollo de las unidades: Cada unidad tiene en cuenta los siguientes momentos de la clase:

- ✚ Inicio: En el inicio de la clase, se comparten los objetivos de la sesión.
- ✚ Desarrollo: En el desarrollo de la clase, se comparten los conceptos básicos y las instrucciones para el docente, con los estudiantes se realizan actividades, que ayuden a alcanzar los objetivos de aprendizaje.
- ✚ Cierre: En el cierre de la clase, se realiza una evaluación, para que el docente pueda determinar el nivel de aprendizaje de los estudiantes, y se promueve la autoevaluación por parte de los estudiantes.

6.4 Recursos visuales y audiovisuales para cada unidad

Las imágenes, esquemas, dibujos, fotografías y vídeos son recursos visuales, que ayudan a los estudiantes a comprender los conceptos complejos de los movimientos en masa. En la propuesta didáctica, estos recursos se emplean para representar los diferentes tipos de movimientos en masa, sus causas y sus efectos; a su vez, se usan como recurso para ver el paso a paso, para ejecutar procedimientos en las herramientas geomáticas, por ejemplo, se utilizan imágenes de satélite, de manera que se muestren las zonas propensas a movimientos en masa. También, se pueden usar esquemas, para representar los procesos que provocan los movimientos en masa, comprender cómo ocurren. Además, se pueden utilizar dibujos y fotografías para ilustrar los efectos de los movimientos en masa.

En el Anexo 5 se presentan los recursos visuales por cada unidad, los cuales se proponen en las sesiones de clase. Por otro lado, los recursos audiovisuales se presentan en las planeaciones de las sesiones de clase.

6.5 Sesiones de la propuesta didáctica

➤ Unidad 1. Caídas – ArcGIS Earth

Sesión 1: Comprendo uno de los movimientos en masa			Movimiento en masa: Caídas	
Inicio	Desarrollo			Cierre
Objetivo de la clase	Conceptos	Indicaciones del docente	Actividades de aprendizaje	Evaluación
<p>Al finalizar la clase, los estudiantes serán capaces de:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Definir las caídas. - Describir las características y factores de las caídas. 	<p><i>Para contextualizar: ¿Qué son los movimientos en masa? ¿Cuáles son los tipos de movimientos en masa? ¿Cómo ocurren, las causas? ¿Cuál es la diferencia entre talud (corte por acción del hombre) y ladera (montaña natural)?</i></p> <p>Caídas: Son un tipo de movimiento en masa, en el cual los materiales (rocas grandes=rocas y detritos=fragmentos pequeños de suelo o rocas) se desplazan verticalmente por la gravedad. También se les conoce como caídas de rocas y detritos, por los materiales intervenidos.</p> <p><i>Factores que causan las caídas de rocas y detritos:</i></p> <p>Pendiente: Inclinación de la ladera, con un ángulo mayor a 45°, respecto a la horizontal.</p> <p>Erosión natural: La acción de las lluvias intensas,</p>	<p>Comienza la clase presentando el tema de las caídas, como un tipo de movimiento en masa.</p> <p>Explica los conceptos básicos de las caídas, sus características y los factores que los causan.</p> <p>Utiliza imágenes, esquemas y videos (SGC, 2016c, d) para ilustrar los conceptos explicados.</p> <p>Divide a los</p>	<p>Actividad 1: Creación de una definición de las caídas de rocas y detritos, con sus propias palabras, incluir cómo se forman las caídas.</p> <p>Actividad 2: Identificación de las características y los factores que causan las caídas de rocas y detritos.</p>	<p>En el cuaderno escribe un párrafo en el que exprese lo aprendido en la clase, relaciona las palabras claves.</p>

	<p>especialmente, en zonas de alta precipitación, puede desgastar y debilitar las ladera y las fracturas de las rocas, contribuyendo a la caída de rocas y detritos.</p> <p>Sismos: Colombia presenta actividad sísmica, especialmente, en algunas zonas como la región andina, los terremotos pueden desencadenar caídas de rocas, desde laderas escarpadas.</p> <p>Inestabilidad geológica: Zonas con suelos inestables o con presencia de fallas geológicas, fracturas en las rocas pueden experimentar caídas de rocas.</p> <p>Actividad humana: La deforestación, la construcción de carreteras, la minería y otras actividades humanas pueden debilitar las laderas, aumentando el riesgo de caídas de rocas.</p> <p>Lluvias intensas: Dada la variabilidad climática en Colombia, las lluvias intensas, especialmente durante la temporada de lluvias, pueden saturar el suelo y aumentar el riesgo de caídas de rocas y de detritos.</p>	<p>estudiantes en grupos de 3 para que trabajen en las actividades propuestas.</p>	<p>Pregunta orientadora: ¿Cuáles son las características de las caídas de rocas y detritos?</p>	
<p>Recursos: * Imágenes y vídeos de caídas de rocas y detritos (ver imágenes 1 a la 6 del Anexo 5). * Cuaderno. * Lápices. * Video beam.</p>				

Sesión 2: Represento a través de imágenes y dibujos		Movimiento en masa: Caídas		
Inicio	Desarrollo			Cierre
Objetivo de la clase	Conceptos	Indicaciones del docente	Actividades de aprendizaje	Evaluación
<p>Al finalizar la clase, los estudiantes serán capaces de:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Representar las características de las caídas, a través de imágenes y dibujos. 	<p>Características de las caídas:</p> <p>Tamaño: El tamaño de una caída de rocas y detritos se mide en función de la cantidad de material que se desplaza.</p> <p>Velocidad: La velocidad de una caída de rocas y detritos se mide en función de la rapidez con la que se desplaza el material.</p> <p>Tipo de material: El tipo de material que se desplaza en una caída de rocas y detritos suele ser rocas y otros materiales sólidos.</p>	<p>Comienza la clase repasando los conceptos básicos de las caídas de rocas y detritos.</p> <p>Explica las características de las caídas de rocas y detritos.</p> <p>Utiliza imágenes y esquemas para ilustrar los conceptos explicados.</p> <p>Divide a los estudiantes en grupos para que trabajen en las actividades propuestas.</p>	<p>Actividad 1: Proporcionar esquemas en fotocopia para que de manera individual los estudiantes realicen escalas y dimensionen los tamaños de los bloques de roca y detritos caídos.</p> <p>Actividad 2: Creación de esquemas y dibujos de las características de las caídas de rocas y detritos.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Los estudiantes trabajan en grupos para crear una serie de dibujos que representen las características de las caídas de rocas y detritos. - El docente proporciona a los estudiantes una serie de indicaciones para crear sus dibujos. - El dibujo o esquema debe representar las tres características principales de las caídas de rocas y detritos: tamaño, velocidad y tipo de material para esto pueden emplear bolitas de papel, para mostrar cómo ocurren las caídas. - El dibujo debe ser preciso, detallado, original y creativo. 	<p>Los estudiantes presentan sus dibujos y esquemas a la clase. El docente evalúa los trabajos de los estudiantes en función de los criterios establecidos en las indicaciones.</p>
<p>Recursos: * Imágenes de caídas de rocas y detritos (ver imágenes 1 a la 6 del Anexo 5). * Fotocopias. * Lápices de colores. * Video beam.</p>				

Sesión 3: Uso una herramienta geomática: ArcGIS Earth			Movimiento en masa: Caídas	
Inicio	Desarrollo			Cierre
Objetivo de la clase	Conceptos	Indicaciones del docente	Actividades de aprendizaje	Evaluación
Al finalizar la clase, los estudiantes serán capaces de usar la herramienta geomática ArcGIS Earth, para ubicar y representar las características de las caídas de rocas y detritos.	<p>Herramientas geomáticas: Son herramientas que nos permiten ver y entender el mundo que nos rodea, por medio de datos provenientes de los satélites que están en el espacio como imágenes satelitales. Estas herramientas pueden ser programas en computadora, aplicaciones en el celular.</p> <p>Satélite: Es un objeto que orbita alrededor de otro objeto más grande. Los satélites pueden ser naturales, como la Luna, o artificiales, construidos por el ser humano. Los satélites artificiales son una parte importante de nuestra vida moderna, ya que, mediante sus cámaras, sensores, radares, antenas, entre otros, nos permiten comunicarnos, navegar, observar la Tierra e investigar el universo, por ejemplo, podemos usar herramientas geomáticas para:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1- Ver cómo se ve una ciudad desde el cielo. 2- Encontrar el camino más corto a casa. 	<p>Inicio de la clase: Explica cómo descargar y usar ArcGIS Earth, para agregar puntos.</p> <p>Desarrollo de la actividad: Divide a los estudiantes en grupos.</p> <p>Cierre de la clase: Los estudiantes comparten sus puntos con el resto de la clase.</p> <p>El docente evalúa los trabajos de los estudiantes, en función de los</p>	<p>Actividad: Identificación de zonas de caída de rocas</p> <p>- Los estudiantes utilizan ArcGIS Earth, para identificar zonas de caída de rocas en su barrio o en los alrededores de Medellín.</p> <p>Para esto, se ubican geográficamente en los alrededores de Medellín, con el mapa de vista satélite y exploran los otros; identifican zonas con áreas desprotegidas de vegetación, que consideren puede involucrarse la caída de rocas y detritos; finalmente emplean las herramientas de medición y de marcación de punto para guardar la información identificada.</p> <p>Los estudiantes deben tener en cuenta los siguientes factores, al identificar las zonas de caída de rocas:</p> <p>- Topografía: Las pendientes pronunciadas, las rocas expuestas y los suelos sueltos son factores de riesgo.</p> <p>Clima: Las lluvias, las heladas y las</p>	<p>Los estudiantes serán evaluados, en función de la precisión y la claridad de sus identificaciones de zonas de caída de rocas. Los estudiantes también serán evaluados, en función de la calidad de sus puntos en ArcGIS Earth.</p> <p>La próxima clase se socializará la identificación de lugares donde ocurran caídas en el</p>

	<p>3-Aprender sobre la historia de un lugar. 4-Predecir dónde es probable que ocurran deslizamientos de tierra. Las herramientas geomáticas son muy útiles, para resolver problemas y tomar decisiones, con respecto a la información geoespacial.</p> <p>Uso de ArcGIS Earth: Es una aplicación móvil geomática, que permite a los usuarios recopilar datos geoespaciales. La aplicación se puede usar para crear encuestas, mapas y recopilar datos de campo.</p>	<p>criterios establecidos en las indicaciones.</p>	<p>sequías pueden debilitar las rocas y el suelo, aumentando el riesgo de caídas de rocas. Actividades humanas: Las actividades humanas, como la construcción y la tala, pueden aumentar el riesgo de caídas de rocas.</p> <p>- Los estudiantes deben agregar puntos en ArcGIS Earth, para marcar las zonas de caída de rocas que identificaron.</p>	<p>barrio.</p>
<p>Recursos: * Celulares, internet, espacio de almacenamiento para descargar la aplicación.</p> <p>Después de clase: Si los lugares identificados son cercanos a su barrio, pueden verificar los puntos que guardaron después de la clase, registrando las condiciones climáticas en el momento de la verificación. Observar si hay signos de inestabilidad, como rocas sueltas o desprendidas. Tomar fotos de las zonas de caída de rocas que verifiquen, para socializarlo en la siguiente clase.</p>				

Sesión 4: Aplico lo aprendido, a partir de una situación real		Movimiento en masa: Caídas		
Inicio	Desarrollo			Cierre
Objetivo de la clase	Conceptos	Indicaciones del docente	Actividades de aprendizaje	Evaluación
Los estudiantes serán capaces de aplicar lo aprendido, sobre las caídas y la herramienta geomática ArcGIS Earth, a una situación real.	<p>Socialización de la verificación de la clase anterior, de los puntos marcados como posibles caídas de rocas.</p> <p>Situación real: Un caso o hecho que ocurre en la realidad y puede ser estudiado o analizado.</p> <p>Análisis: Proceso de descomposición de un todo en sus partes, para</p>	<p>Inicio de la clase: El docente inicia la clase con la socialización de la tarea anterior.</p> <p>El docente presenta ejemplos a nivel nacional, donde se den muchas caídas de rocas permanentemente (Ruta del Sol, entre los departamentos de Cundinamarca, Meta y Huila).</p> <p>El docente explica el objetivo de la clase.</p> <p>Actividad 1: Análisis de una situación real</p> <ul style="list-style-type: none"> - El docente divide a los estudiantes en grupos. 	<p>Actividad 1: Análisis de una situación real</p> <ul style="list-style-type: none"> - Los estudiantes deben elegir una situación real de caídas de rocas en Colombia. - Los estudiantes deben utilizar ArcGIS Earth, para recopilar información sobre la situación real. - Los estudiantes pueden recopilar información sobre la ubicación de las caídas de rocas, el tamaño de las rocas, los factores que contribuyen a las caídas de rocas y las medidas de mitigación tomadas. - Los estudiantes deben analizar la situación real y elaborar un informe. - El informe debe incluir una descripción de la situación real, un análisis de los factores que contribuyen a las caídas de rocas y una recomendación sobre las medidas de mitigación a tomar en cuenta. <p>Sugerencias para la actividad:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Puede proporcionar a los estudiantes una lista de indicaciones, para que los sigan al recopilar información sobre la situación real. - Puede proporcionar a los estudiantes una lista de factores, que contribuyen a las caídas de rocas. - Puede proporcionar a los estudiantes una lista de medidas de 	En el cuaderno escribe un párrafo con lo que has aprendido hasta el momento.

	<p>comprenderlo mejor.</p> <p>Juego de roles: Actividad en la que los participantes representan un papel o personaje ficticio.</p>	<p>Actividad 2: Juego de roles</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se conforman dos grupos. <p>Cierre de la clase:</p> <p>Los grupos presentan sus informes a la clase.</p> <p>El docente evalúa los trabajos de los estudiantes, en función de los criterios establecidos en las indicaciones.</p>	<p>mitigación, que se pueden tomar para reducir el riesgo de caídas de rocas.</p> <p>Actividad 2: Juego de roles</p> <ul style="list-style-type: none"> - Los estudiantes deben dividirse en dos grupos. - Un grupo representa a las autoridades locales, que están encargadas de la gestión del riesgo de caídas de rocas. - El otro grupo representa a los ciudadanos, que viven en una zona propensa a las caídas de rocas. - Los estudiantes se reúnen para discutir la situación real. - Los estudiantes juegan sus roles y tratan de llegar a un acuerdo sobre las medidas de mitigación que se deben tomar. - Los estudiantes intercambian los roles entre los grupos para vivir la experiencia desde otra perspectiva. 	
<p>Recursos: * Celulares, internet para abrir la aplicación. * Cuadernos.</p>				

Sesión 5: Evalúo lo aprendido		Movimiento en masa: Caídas		
Inicio	Desarrollo			Cierre
Objetivo de la clase	Conceptos	Indicaciones del docente	Actividades de aprendizaje	Evaluación
Los estudiantes serán capaces de evaluar lo aprendido sobre las caídas de rocas y la herramienta ArcGIS Earth, además de reflexionar sobre las potencialidades	Repaso de las ideas previas aprendidas de las caídas, las características y los factores que los originan. Así como la utilización de ArcGIS Earth.	<p>Inicio de la clase: El docente inicia la clase, revisando el objetivo de la clase.</p> <p>Actividad 1: Dramatizado El docente divide a los estudiantes, en grupos de 5 a 7 personas.</p> <p>Actividad 2: Mesa redonda Los estudiantes se reúnen en una mesa redonda.</p> <p>Cierre de la clase: El docente comparte sus reflexiones sobre la actividad.</p>	<p>Actividad 1: Dramatizado</p> <ul style="list-style-type: none"> - Los estudiantes deben elegir una situación real de caídas de rocas en Colombia. - Los estudiantes deben pensar en los personajes que participarán en el dramatizado. - Los estudiantes deben escribir un guion para el dramatizado. - Los estudiantes deben ensayar el dramatizado. - Los estudiantes presentan el dramatizado al resto de la clase. <p>Sugerencias para la actividad 1:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Puede proporcionar a los estudiantes una lista de indicaciones, para que los ayuden a preparar su dramatizado. - Puede proporcionar a los estudiantes un tiempo límite para completar la actividad. <p>Actividad 2: Mesa redonda</p> <ul style="list-style-type: none"> - El docente inicia la mesa redonda, presentando el tema. <p>Los estudiantes participan en la discusión, compartiendo sus ideas y experiencias sobre el tema de las caídas de rocas y detritos.</p> <ul style="list-style-type: none"> - El docente modera la discusión, para garantizar que todos tengan la oportunidad de participar. - Los estudiantes discuten sobre las potencialidades de ArcGIS Earth. 	<p>Los estudiantes serán evaluados, en función de su participación en el dramatizado y la mesa redonda.</p> <p>Los estudiantes serán evaluados, en función de su comprensión del tema de las caídas de rocas y detritos y el empleo de la herramienta ArcGIS Earth.</p>

➤ Unidad 2. Volcamientos – Google Maps

Sesión 6: Comprendo uno de los movimientos en masa			Movimiento en masa: Volcamientos	
Inicio	Desarrollo			Cierre
Objetivo de la clase	Conceptos	Indicaciones del docente	Actividades de aprendizaje	Evaluación
<p>Al finalizar la clase, los estudiantes serán capaces de:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Definir los volcamientos - Describir las características y factores de los volcamientos. 	<p>Volcamiento: Caída de un bloque de roca, cuando su centro de gravedad está por debajo de su punto de apoyo.</p> <p>Factores que contribuyen a los volcamientos:</p> <p>Pendiente: Inclinación de la ladera, con un ángulo mayor a 45°, respecto a la horizontal. Las pendientes pronunciadas, las rocas expuestas son factores de riesgo.</p> <p>Inestabilidad geológica: Zonas con rocas inestables o con presencia de fallas geológicas, fracturas, grietas o fisuras en las rocas pueden experimentar volcamientos a partir del punto de apoyo o zona de pivote desde donde ocurre el volcamiento de los bloques de roca.</p> <p>Clima: Las lluvias, las heladas y las sequías pueden debilitar las rocas, aumentando la ocurrencia de volcamientos.</p> <p>Actividades humanas: La construcción y</p>	<p>Inicio de la clase: El docente inicia la clase, presentando el objetivo de la clase.</p> <p>El docente explica el concepto de volcamiento. Utiliza imágenes, esquemas y vídeo (SGC (2016j)), para ilustrar los conceptos explicados.</p> <p>Actividad: Identificación de factores que contribuyen a la ocurrencia de volcamientos. -El docente divide a los estudiantes en grupos.</p> <p>Cierre de la clase: El docente comparte los resultados de la actividad</p>	<p>Actividad:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cada grupo recibe una imagen de una zona con volcamientos. - Los grupos identifican los factores que contribuyen a la ocurrencia de volcamientos, que se observan en la imagen. - Topografía: ¿Son las pendientes pronunciadas? ¿Hay rocas expuestas? - Clima: ¿Hay evidencia de lluvias, heladas o sequías? Actividades humanas: ¿Hay evidencia de construcción o tala? - Los estudiantes marcan sobre la fotocopia, los aspectos importantes que observan. 	<p>La actividad se socializa para ser evaluada.</p>

	la tala pueden aumentar el riesgo de volcamientos.	con los estudiantes.	- Los grupos socializan la actividad.	
Recursos: * Imágenes y vídeo de volcamientos (ver imágenes 7 a la 10 del Anexo 5). * Video beam.				

Sesión 7: Represento a través de imágenes y dibujos		Movimiento en masa: Volcamientos		
Inicio	Desarrollo			Cierre
Objetivo de la clase	Conceptos	Indicaciones del docente	Actividades de aprendizaje	Evaluación
Los estudiantes podrán representar los volcamientos, a través de imágenes y dibujos.	Repaso de los conceptos vistos en la anterior clase: Volcamientos, punto de apoyo o pivote, fracturas, lluvia que afecta a las fracturas.	<p>Inicio de la clase: El docente inicia la clase, presentando el objetivo de la clase.</p> <p>Actividad 1: Representación de volcamientos con imágenes.</p> <p>El docente divide a los estudiantes en grupos.</p> <p>Actividad 2: Representación de volcamientos con</p>	<p>Actividad 1: Representación de volcamientos, con imágenes.</p> <p>- Proporcionar esquemas en fotocopia para que, de manera individual, los estudiantes realicen escalas y dimensionen los tamaños de los bloques de roca y detritos volcados y en su posición inicial.</p> <p>Actividad 2: Creación de dibujos de las características de los volcamientos.</p> <p>- Los estudiantes trabajan en grupos para crear una serie de dibujos, que representan las características de los volcamientos.</p> <p>- El docente proporciona a los estudiantes una serie de indicaciones para crear sus dibujos.</p> <p>- El dibujo debe representar las tres características principales de los volcamientos: fracturas, bloques de roca, punto de apoyo o pivote.</p>	Los estudiantes presentan sus dibujos a la clase. El docente evalúa los trabajos de los estudiantes, en función de los criterios establecidos en las indicaciones.

		dibujos, y mediante bolitas de papel.	- El dibujo debe ser preciso y detallado. - El dibujo debe ser original y creativo.	
Recursos: * Imágenes de volcamientos (ver imágenes 7 a la 10 del Anexo 5). * Fotocopias. * Video beam.				

Sesión 8: Uso una herramienta geomática: Google Maps		Movimiento en masa: Volcamientos		
Inicio	Desarrollo			Cierre
Objetivo de la clase	Conceptos	Indicaciones del docente	Actividades de aprendizaje	Evaluación
Al finalizar la clase, los estudiantes serán capaces de usar Google Maps, para ubicar y representar las características de los volcamientos.	Google Maps: Herramienta geomática de Google, que permite visualizar mapas, imágenes y datos geográficos, guardar lugares y sus características.	<p>Inicio de la clase: El docente inicia la clase, presentando el objetivo de esta.</p> <p>El docente explica cómo descargar la aplicación y los conceptos de Google Maps, capas y opciones.</p> <p>Desarrollo de la actividad: - Divide a los</p>	<p>Actividad 1: Búsqueda de volcamientos en Google Maps</p> <p>- Los estudiantes utilizan Google Maps para identificar zonas de volcamientos en su barrio o en los alrededores de Medellín.</p> <p>- Para esto, se ubican geográficamente en los alrededores de Medellín, con el mapa de vista satélite o en relieve (pueden explorar los otros, identifican zonas con áreas desprotegidas de vegetación que consideren, puede involucrarse los volcamientos de rocas, finalmente, marcan el lugar y guardan el lugar con las características que encontraron).</p> <p>- Los estudiantes deben tener presente los siguientes factores, al identificar las zonas de caída de rocas: - Topografía: Las pendientes pronunciadas, las rocas</p>	Los estudiantes serán evaluados, en función de la precisión y la claridad de sus identificaciones de zonas de volcamientos. Los estudiantes también serán evaluados, en función de la calidad de sus puntos en Google

		<p>estudiantes en grupos.</p> <p>Cierre de la clase: El docente comparte los resultados de las actividades con los estudiantes.</p>	<p>expuestas son factores de riesgo.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Clima: Las lluvias, las heladas y las sequías pueden debilitar las rocas, aumentando el riesgo de volcamientos. - Actividades humanas: Las actividades humanas, como la construcción y la tala, pueden aumentar el riesgo de volcamientos. <p>Los estudiantes deben agregar puntos en Google Maps para marcar las zonas de volcamientos que identificaron.</p>	<p>Maps.</p> <p>La próxima clase se socializará la identificación de lugares donde ocurran caídas en el barrio.</p>
<p>Recursos: * Celulares con internet y espacio de almacenamiento para descargar la aplicación.</p> <p>Después de clase: Si los lugares identificados son cercanos a su barrio, pueden verificar los puntos que guardaron después de la clase, registrando las condiciones climáticas en el momento de la verificación. Observar si hay signos de inestabilidad, como rocas sueltas o desprendidas. Tomar fotos de las zonas de caída de rocas que verifiquen. Para socializarlo en la siguiente clase.</p>				

Sesión 9: Aplico lo aprendido, a partir de una situación real		Movimiento en masa: Volcamientos		
Inicio	Desarrollo			Cierre
Objetivo de la clase	Conceptos	Indicaciones del docente	Actividades de aprendizaje	Evaluación
Los estudiantes serán capaces de aplicar lo aprendido, sobre los volcamientos y la herramienta geomática Google Maps, a una situación real.	Socialización de la verificación de la clase anterior, de los puntos marcados como posibles volcamientos.	<p>Inicio de la clase:</p> <p>El docente inicia la clase, presentando el objetivo de la clase.</p> <p>El docente presenta una situación real, relacionada con los volcamientos en Colombia.</p> <p>Actividad 1: Investigación</p> <p>El docente divide a la clase en grupos de 4 personas.</p> <p>Actividad 2: Elaboración de carteleras</p> <p>Presentación oral.</p>	<p>Actividad 1: Investigación</p> <p>El docente divide a la clase en grupos de 4 personas. Cada grupo investiga una situación real de volcamientos, utilizando Google Maps.</p> <p>Actividad 2: Elaboración de carteleras</p> <p>Los estudiantes de cada grupo elaboran carteleras con lanas y marcadores, que representen el esquema del volcambio investigado.</p> <p>Presentación oral:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Los grupos presentan sus carteleras a la clase. - Una persona del equipo se queda en su lugar para responder preguntas, mientras que el resto del equipo visita las carteleras de los otros grupos. 	En el cuaderno escribe un párrafo de lo que te llamó la atención, de las presentaciones de tus compañeros, con respecto a los volcamientos.
Recursos: * Celulares con internet. * Carteleras, marcadores, lanas y pegamento. * Cuadernos.				

Sesión 10: Evalúo lo aprendido		Movimiento en masa: Volcamientos		
Inicio	Desarrollo			Cierre
Objetivo de la clase	Conceptos	Indicaciones del docente	Actividades de aprendizaje	Evaluación
<p>Los estudiantes serán capaces de:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Evaluar lo aprendido sobre los volcamientos y la herramienta Google Maps, relacionándolo con el tema de anterior de la unidad 1, sobre las caídas de rocas y la herramienta ArcGIS Earth. - Reflexionar sobre las potencialidades de las herramientas geomáticas. 	<p>Repaso de las ideas previas aprendidas de los volcamientos, las características y los factores que los originan. Así como la utilización de Google Maps. También, se repasarán el tema de la anterior unidad 1, sobre las caídas y ArcGIS Earth.</p>	<p>Inicio de la clase:</p> <p>El docente inicia la clase presentando el objetivo de la clase.</p> <p>El docente realiza una breve recapitulación de los conceptos sobre los volcamientos y las caídas de rocas y detritos.</p> <p>Actividad 1: Recopilación de datos</p> <p>El docente divide a la clase, en grupos de 4 personas.</p> <p>Actividad 2: Elaboración del cuadro comparativo en grupos.</p>	<p>Actividad 1: Recopilación de datos</p> <ul style="list-style-type: none"> - El docente divide a la clase, en grupos de 4 personas. - Cada grupo socializa los aprendizajes hasta la fecha sobre volcamientos, caídas de rocas y detritos, y las herramientas geomáticas Google Maps y ArcGIS Earth. <p>Actividad 2: Expansión del cuadro comparativo</p> <ul style="list-style-type: none"> - Los estudiantes continuarán expandiendo el cuadro comparativo de la unidad 1, con la información recolectada en la actividad 1. - En el cuadro plasmarán las semejanzas y diferencias entre los volcamientos y las caídas de rocas y detritos, y sobre los usos de las herramientas Google Maps y ArcGIS Earth. 	<p>Presentación de los cuadros comparativos</p> <p>Los grupos presentan sus cuadros comparativos a la clase.</p>
<p>Recursos: * Celulares con internet. * Carteleras, marcadores.</p>				

➤ Unidad 3. Deslizamientos – QGIS

Sesión 11: Comprendo uno de los movimientos en masa			Movimiento en masa: Deslizamientos	
Inicio	Desarrollo			Cierre
Objetivo de la clase	Conceptos	Indicaciones del docente	Actividades de aprendizaje	Evaluación
<p>Al finalizar la clase, los estudiantes serán capaces de:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Definir los deslizamientos - Describir las características y, tipos y factores de los deslizamientos. 	<p>Deslizamiento: Desplazamiento de masas de suelo o rocas, por la acción de la gravedad, a través de una superficie o plano de rotura.</p> <p>Tipos de deslizamientos: Clasificación de los deslizamientos, según su mecanismo de movimiento.</p> <p>Deslizamiento rotacional: El material se desplaza como una unidad, deslizando sobre un plano de deslizamiento curvo.</p> <p>Deslizamiento traslacional: El material se desplaza como una unidad, deslizando sobre un plano de deslizamiento inclinado. Existen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Deslizamiento traslacional en cuña: El material se desplaza como una cuña, es decir, en la intersección de dos planos formando una pirámide de material, que se desplaza hacia abajo por la gravedad. - Deslizamiento traslacional planar y planar escalonado: El material se desplaza por un plano, o por varios planos en forma de escalones, respectivamente. <p>Los deslizamientos rotacionales son los más comunes. Los</p>	<p>Inicio de la clase:</p> <ul style="list-style-type: none"> - El docente inicia la clase, presentando el objetivo de la clase. - El docente explica el concepto de deslizamiento. - Utiliza imágenes, esquemas y vídeos (SGC, 2016e, f, g), para ilustrar los conceptos explicados. 	<p>Actividad</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cada grupo recibe una imagen de una zona con deslizamientos. - Los grupos identifican las partes del deslizamiento, el tipo de deslizamiento, los factores que contribuyen a la ocurrencia de deslizamientos, que se observan en la imagen: - Topografía: ¿Son las 	<p>La actividad se socializa.</p>

	<p>deslizamientos traslacionales necesitan planos en las rocas para formarse y pueden ser muy peligrosos. También, los deslizamientos pueden combinarse y ser complejos de identificar su tipo.</p> <p>Partes generales de un deslizamiento: Corona: Parte superior donde se desprende el suelo y rocas. Escarpe principal: Pared que deforma, justo debajo de la corona. Cuerpo: Es el suelo y rocas desplazadas hacia abajo. Grietas: Fracturas presentes en todo el deslizamiento. Pie: La finalización del deslizamiento.</p> <p>Factores que contribuyen a los deslizamientos:</p> <p>Pendiente: Inclinación de la ladera o talud, con un ángulo mayor a 20°, respecto a la horizontal. Las pendientes pronunciadas, las rocas y suelos expuestos, son factores de riesgo, que contribuyen a la ocurrencia de deslizamientos. Inestabilidad geológica: Zonas con rocas inestables o con presencia de fallas geológicas, fracturas en las rocas o suelos pueden experimentar deslizamientos. Clima: Las lluvias, las heladas y las sequías pueden debilitar las rocas, aumentando la ocurrencia de deslizamientos. Actividades humanas: La construcción y la tala pueden aumentar el riesgo de deslizamientos, porque se cambian las condiciones iniciales de los materiales.</p>	<p>Actividad: Identificación del deslizamiento.</p> <p>- El docente divide a los estudiantes, en grupos de a 4.</p> <p>Cierre de la clase: El docente comparte los resultados de la actividad con los estudiantes.</p>	<p>pendientes pronunciadas? ¿Hay rocas y suelos expuestos? - Clima: ¿Hay evidencia de lluvias o sequías? ¿Se evidencia contenido de humedad en los deslizamientos? Descripción basada en la imagen 16 del Anexo 5. - Actividades humanas: ¿Hay evidencia de construcción o tala? - Los estudiantes conversan sobre los lugares donde han evidenciado deslizamientos en el barrio: el tipo, fecha, frecuencia y causas.</p>	
<p>Recursos: * Imágenes y vídeos de deslizamientos (ver imágenes 11 a la 27 del Anexo 5), con algunos ejemplos de lugares en Colombia, que muestran deslizamientos. * Fotocopias. * Lápices de colores.</p>				

Sesión 12: Represento a través de imágenes y dibujos		Movimiento en masa: Deslizamientos		
Inicio	Desarrollo			Cierre
Objetivo de la clase	Conceptos	Indicaciones del docente	Actividades de aprendizaje	Evaluación
<p>Los estudiantes podrán:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Representar, a través de imágenes, dibujos y maquetas los deslizamientos. 	<p>Repaso de los conceptos vistos en la anterior clase:</p> <p>Deslizamientos, sus tipos, formas, partes y características y factores que los originan.</p>	<p>Inicio de la clase:</p> <p>El docente inicia la clase, presentando el objetivo de la clase.</p> <p>El docente realiza una breve introducción a los deslizamientos.</p> <p>Actividad 1: Recopilación de información</p> <p>El docente divide a la clase, en grupos de 4 personas y proyecta en el video beam imágenes de deslizamientos.</p> <p>Actividad 2: Representación creativa de deslizamientos.</p>	<p>Actividad 1: Recopilación de información</p> <ul style="list-style-type: none"> - El docente divide a la clase en grupos, de 4 personas. - Cada grupo discute y organiza la información aprendida sobre los deslizamientos, sus causas, tipos, partes, características y consecuencias. - Los estudiantes pueden utilizar diferentes fuentes de información, como apuntes, libros, sitios web o videos. <p>Actividad 2: Representación creativa de deslizamientos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Luego de recolectada la información de la actividad 1, los estudiantes representan a través de dibujos y maquetas los deslizamientos. - Para las maquetas, los estudiantes pueden utilizar tierra, rocas y agua, como se muestra en el vídeo en STS Global (2013). 	<p>Presentación de las representaciones.</p> <p>Los grupos dan a conocer sus representaciones y qué ocurre en las maquetas a la clase.</p>
<p>Recursos: * Imágenes de deslizamientos (ver imágenes 11 a la 27 del Anexo 5). * Video beam. * Tierra, rocas y agua.</p>				

Sesión 13: Uso una herramienta geomática: QGIS		Movimiento en masa: Deslizamientos		
Inicio	Desarrollo			Cierre
Objetivo de la clase	Conceptos	Indicaciones del docente	Actividades de aprendizaje	Evaluación
Al finalizar la clase, los estudiantes serán capaces de usar QGIS, para estudiar los deslizamientos.	<p>QGIS: Es un software libre y de código abierto, que permite a los usuarios crear, visualizar, editar, analizar e interpretar datos espaciales.</p> <p>Modelo de elevación digital (MDE o DEM por sus siglas en inglés): Representación digital de la superficie terrestre.</p>	<p>Inicio de la clase: - El docente inicia la clase, presentando el objetivo de la clase. - El docente explica cómo descargar el software de QGIS.</p> <p>Desarrollo de las actividades: Divide a los estudiantes, en parejas, por computador.</p>	<p>Actividad 1: Instalación del software QGIS. El docente explica cómo descargar el software de QGIS, a través del paso a paso en MappingGIS (2023) para la instalación QGIS.</p> <p>Actividad 2: Descarga de un modelo de elevación digital. - El docente explica cómo descargar un Modelo de Elevación Digital, con el vídeo paso a paso, del Instituto Científico del Pacífico (2023), descargado gratuitamente en la página de Earth Explorer del Servicio Geológico de Estados Unidos (USGS, por sus siglas en inglés). - El área que se descargará es una zona de Antioquia, para eso, los estudiantes elegirán la ubicación del polígono con el que deseen trabajar, esa zona previamente la visualizarán en Google Maps, para que se ubiquen e identifiquen los límites de la zona a elegir.</p> <p>Actividad 3: Interactúo en QGIS con los deslizamientos. Con los siguientes pasos se busca contextualizar a los estudiantes con las herramientas y la interfaz de QGIS, aplicando procedimientos relacionados con la visualización de zonas susceptibles a la ocurrencia de deslizamientos en la macroescala del departamento de Antioquia.</p>	<p>El docente pasará por los puestos de las parejas de estudiantes, para verificar la realización de las actividades y el resultado obtenido.</p> <p>Finalmente, el docente propone a los estudiantes que se autoevalúen. Para ello, se pide que respondan las siguientes preguntas, sobre los temas que se han</p>

	<p>Sombreado: Representación de la luz y la sombra en una superficie.</p> <p>Mapa de pendientes: Representación de la inclinación de una superficie.</p>	<p>Cierre de la clase: El docente comparte los resultados de las actividades con los estudiantes.</p>	<p>- El docente explicará cada función y botón necesario, para hacer el procedimiento: Abro el software QGIS y cargo el DEM descargado haciendo clic en Capas > Agregar capa > Agregar capa de archivo. Seleccione el archivo DEM y haga clic en Abrir.</p> <p>- Aplique sombreado al DEM. Para ello, haga clic en Capas > Estilos > Estilos de capa. En la ventana de estilos de capa, seleccione el DEM y haga clic en Modificar. En la ventana de modificación de estilos, seleccione la pestaña Sombreado. En la sección Método de sombreado, seleccione Sombreado de Gouraud. En la sección Ángulo de luz, ingrese un ángulo de luz de 45 grados. Haga clic en Aceptar.</p> <p>- Cree un mapa de pendientes. Para ello, haga clic en Herramientas > Clasificar > Clasificar capa. En la ventana de clasificación de capas, seleccione el DEM y haga clic en Siguiente. En la sección Clasificación, seleccione la opción Pendiente. En la sección Intervalos, ingrese los intervalos de pendiente que aparece en la sección de deslizamientos del capítulo 6.4. (ver El blog de Franz (2021), para seguir el paso a paso del mapa de pendientes). Haga clic en Aceptar.</p> <p>- Aplique un estilo de mapa de pendientes. Para ello, haga clic en Capas > Estilos > Estilos de capa. En la ventana de estilos de capa, seleccione el mapa de pendientes y haga clic en Modificar. En la ventana de modificación de estilos, seleccione la pestaña Colores. En la sección Rangos, seleccione los colores que desee utilizar, para representar los diferentes intervalos de pendiente (ver imagen 11) (se recomienda escoger colores verdes para las zonas más bajas, es decir de baja pendiente, y colores rojos para las zonas altas o de alta pendiente). Haga clic en Aceptar.</p> <p>- Crea polígonos en QGIS, tomar como referencia el paso a paso en NAT GIS PRO (2022) de las zonas de mayor pendiente, es decir,</p>	<p>cubierto.</p> <p>Por ejemplo, podría pedirles a los estudiantes que se autoevalúen sobre los siguientes temas:</p> <p>¿Puedo descargar e instalar QGIS? ¿Puedo descargar un DEM? ¿Puedo crear un mapa de pendientes? ¿Puedo identificar las zonas que son más susceptibles a deslizamientos?</p>
--	--	---	--	---

			<p>las que resultaron en color rojo del anterior paso, que son las más susceptibles de que ocurra un deslizamiento como vimos en los conceptos.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Para esto anterior, haga clic en Capas > Agregar capa > Agregar capa de archivo. - Cambie al modo de edición. <p>Para ello, haga clic en el botón Conmutar edición en la barra de herramientas.</p> <p>Seleccione la herramienta Poligonal.</p> <ul style="list-style-type: none"> - La herramienta Poligonal se encuentra en la barra de herramientas. <p>Dibuje los polígonos que desee.</p> <p>Puede dibujar polígonos haciendo clic en el mapa, para establecer los vértices del polígono.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Haga clic en Guardar para conservar los cambios. <p>Esto guardará los cambios que realizó en la capa de datos.</p>	
<p>Recursos: * Computadores con internet y espacio de almacenamiento, para descargar el software. * Celulares con internet. * Vídeo beam. * Imagen 11 del Anexo 5.</p>				

Sesión 14: Aplico lo aprendido, a partir de una situación real		Movimiento en masa: Deslizamientos		
Inicio	Desarrollo		Cierre	
Objetivo de la clase	Conceptos	Indicaciones del docente	Actividades de aprendizaje	Evaluación
<p>Los estudiantes serán capaces de:</p> <ul style="list-style-type: none"> . Aplicar lo aprendido sobre los deslizamientos y la herramienta geomática QGIS, a una situación real del contexto de la ciudad de Medellín. 	<p>Repaso de las ideas previas aprendidas de los deslizamientos, las características, los tipos y los factores que los originan. Así como la utilización de QGIS, las herramientas de agregar capa del DEM, crear mapa de pendientes, según los rangos y la creación de polígonos.</p>	<p>Inicio de la clase:</p> <ul style="list-style-type: none"> - El docente inicia la clase, presentando el objetivo de la clase. - El docente explica cómo descargar un DEM de la página de la Alcaldía de Medellín. <p>Desarrollo de las actividades:</p> <p>Divide a los estudiantes en parejas por computador.</p> <p>Cierre de la clase:</p> <p>El docente comparte los resultados de las actividades con los estudiantes.</p>	<p>Actividad 1:</p> <p>Descarga de un modelo de elevación digital.</p> <p>El docente explica cómo descargar un Modelo de Elevación Digital desde Alcaldía de Medellín (2021), en el cual se podrá reconocer a mesoescala los deslizamientos del Barrio Olaya Herrera y sus alrededores, hacer uso de Google Maps, para guiarse en la localización de los lugares.</p> <p>Actividad 2:</p> <p>Interactúo en QGIS con los deslizamientos, después de ejecutar la Actividad 1.</p>	<p>El docente pasará por los puestos de las parejas de estudiantes, para verificar la realización de las actividades y el resultado obtenido.</p> <p>Finalmente, el docente propone a los estudiantes que se autoevalúen. Para ello, se pide que respondan las siguientes preguntas sobre los temas que se han cubierto.</p> <p>Por ejemplo, podría pedirles a los estudiantes, que se autoevalúen sobre los siguientes temas:</p> <ul style="list-style-type: none"> ¿Puedo descargar e instalar QGIS? ¿Puedo descargar un DEM? ¿Puedo crear un mapa de pendientes? ¿Puedo identificar las zonas que son más susceptibles a deslizamientos? ¿Cuáles son las zonas del barrio Olaya Herrera susceptibles a deslizamientos?
<p>Recursos: * Computadores con internet y espacio de almacenamiento. * Celulares con internet.</p>				

Sesión 15: Evalúo lo aprendido		Movimiento en masa: Deslizamientos		
Inicio	Desarrollo			Cierre
Objetivo de la clase	Conceptos	Indicaciones del docente	Actividades de aprendizaje	Evaluación
<p>Los estudiantes serán capaces de:</p> <ul style="list-style-type: none"> . Evaluar lo aprendido sobre los deslizamientos y la herramienta geomática QGIS, relacionándolo con el tema de las anteriores unidades 1 y 2 sobre: las caídas de rocas y la herramienta ArcGIS Earth, los volcamientos y la herramienta Google Maps. . Reflexionar sobre las potencialidades de las herramientas geomáticas. 	<p>Repaso de las ideas previas aprendidas de los deslizamientos, las características, los tipos y los factores que los originan. Así como la utilización de QGIS, las herramientas de agregar capa del DEM, crear mapa de pendientes, según los rangos y la creación de polígonos. También, se repasarán el tema de las anteriores unidades 1 y 2, sobre las caídas y ArcGIS Earth, y los volcamientos y Google Maps.</p>	<p>Inicio de la clase:</p> <ul style="list-style-type: none"> - El docente inicia la clase, presentando el objetivo de la clase. - El docente realiza una breve recapitulación de los conceptos sobre los deslizamientos, volcamientos y las caídas de rocas y detritos, las herramientas geomáticas Google Maps, ArcGIS Earth y QGIS. <p>Actividad 1: Recopilación de datos El docente divide a la clase, en grupos de 4 personas.</p> <p>Actividad 2: Elaboración del cuadro comparativo, en grupos.</p>	<p>Actividad 1: Recopilación de datos</p> <ul style="list-style-type: none"> - El docente divide a la clase, en grupos de 4 personas. - Cada grupo socializa los aprendizajes, hasta la fecha sobre deslizamientos, volcamientos, caídas de rocas y detritos, y las herramientas geomáticas Google Maps, ArcGIS Earth y QGIS. <p>Actividad 2: Expansión del cuadro comparativo</p> <ul style="list-style-type: none"> - Los estudiantes continuarán expandiendo el cuadro comparativo de la unidad 1 y 2, con la información recolectada en la actividad 1, en el cuadro plasmarán las semejanzas y diferencias entre los deslizamientos, volcamientos y las caídas de rocas y detritos, y sobre los usos de las herramientas Google Maps, ArcGIS Earth y QGIS. 	<p>Presentación de los cuadros comparativos</p> <p>Los grupos presentan sus cuadros comparativos a la clase.</p>
<p>Recursos: * Celulares con internet. * Cartelera, marcadores.</p>				

➤ Unidad 4. Flujos – Google Earth Engine

Sesión 16: Comprendo uno de los movimientos en masa			Movimiento en masa: Flujos	
Inicio	Desarrollo			Cierre
Objetivo de la clase	Conceptos	Indicaciones del docente	Actividades de aprendizaje	Evaluación
<p>Al finalizar la clase, los estudiantes serán capaces de:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Definir los flujos. - Describir las características y tipos, y factores de los flujos. 	<p>Flujo: Es un movimiento de masa de material suelto, compuesto principalmente de lodo, rocas, agua y sedimentos. Los flujos se producen, cuando el material suelto de una ladera se desplaza por la acción de la gravedad, y el agua le da la característica de un fluido.</p> <p>Los flujos se caracterizan por presentar tres partes (algo similar a los deslizamientos), una zona de suministro o de escarpe (donde ocurre el desprendimiento del material o desde donde se suministró), una zona de tránsito, en donde se mueve el material y el flujo, y una zona de depósito en la cual los sólidos se acumulan, formando un frente curvo.</p> <p>Se pueden clasificar por su composición, donde se tiene:</p> <p>Flujo de lodo: Está compuesto principalmente de lodo, agua y sedimentos. Se caracteriza por ser rápido a muy rápido.</p> <p>Flujo de detritos: Está compuesto principalmente de detritos, agua y sedimentos. Su velocidad es media, no tan rápido como el flujo de lodo. Se caracteriza por presentar un frente de bloques de roca muy grande, a medida que va fluyendo, los bloques van saltando y como si flotaran en el fluido de agua con detritos pequeños.</p>	<p>Inicio de la clase:</p> <ul style="list-style-type: none"> - El docente inicia la clase, presentando el objetivo de la clase. - El docente explica el concepto de flujos. - Utiliza imágenes, esquemas y vídeo (SGC (2016a, b, h, i), Storyful News y Weather, 2016; CBC News, 2018), 	<p>Actividad:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cada grupo recibe una imagen de una zona propensa a flujos. - Los grupos identifican los factores de riesgo, que se observan en la imagen. - Los estudiantes deben identificar los siguientes factores de riesgo en la imagen: <ul style="list-style-type: none"> - Topografía: ¿Son las pendientes 	<p>La actividad se socializará.</p>

	<p>Por otro lado, se pueden clasificar por su trayectoria:</p> <p>Flujos canalizados o de canal: El material se mueve por un canal definido, es decir, una quebrada, un río.</p> <p>Flujos no canalizados: El material se mueve por cualquier lugar de las laderas o taludes, no por canales definidos.</p> <p>Factores que contribuyen a los flujos:</p> <p>Pendiente: Inclinación de la ladera con un ángulo mayor a 20° respecto a la horizontal. Las pendientes pronunciadas, las rocas y suelos expuestos son factores de riesgo, que contribuyen a la ocurrencia de flujos.</p> <p>Inestabilidad geológica: Zonas con rocas inestables o con presencia de fallas geológicas, fracturas en las rocas o suelos pueden experimentar flujos.</p> <p>Erupción volcánica: En volcanes que tienen nieve, al momento de ocurrir una erupción volcánica, la nieve se derrite por el calor que sale del volcán y causa un flujo de material volcánico que principalmente se componen de arcillas o lodos, por lo cual se le llama a este tipo: flujo de lodo. Un ejemplo de este es el ocurrido, en Armero, en la catástrofe de 1985, cuando fallecieron aproximadamente 20.000 personas.</p> <p>Clima: Las lluvias, las heladas y las sequías pueden debilitar las rocas, aumentando la ocurrencia de flujos.</p> <p>Actividades humanas: La construcción y la tala pueden aumentar el riesgo de flujos.</p>	<p>para ilustrar los conceptos explicados.</p> <p>Actividad: Identificación de los tipos de flujos, sus características y los factores que contribuyen a la ocurrencia de flujos.</p> <p>- El docente divide a los estudiantes en grupos.</p> <p>Cierre de la clase: El docente comparte los resultados de la actividad con los estudiantes.</p>	<p>pronunciadas? ¿Hay rocas y suelos expuestos? - Clima: ¿Hay evidencia de lluvias, heladas o sequías? -Actividades humanas: ¿Hay evidencia de construcción o tala? - ¿Dónde está localizado el flujo? - ¿Qué material se está transportando?</p> <p>Estas preguntas nos permite responder: los tipos de flujos, sus características y los factores que contribuyen a la ocurrencia de flujos.</p>	
<p>Recursos: * Imágenes y vídeos de flujos (ver imágenes 28 a la 40 del Anexo 5), con algunos ejemplos de lugares en Colombia, que muestran flujos. * Fotocopias. * Lápices de colores. * Video beam.</p>				

Sesión 17: Represento a través de imágenes y dibujos		Movimiento en masa: Flujos		
Inicio	Desarrollo			Cierre
Objetivo de la clase	Conceptos	Indicaciones del docente	Actividades de aprendizaje	Evaluación
Los estudiantes podrán representar, a través de imágenes, dibujos y maquetas los flujos.	Repaso de los conceptos vistos en la anterior clase: Flujos, sus tipos, formas y características y factores que los originan.	<p>Inicio de la clase:</p> <p>El docente inicia la clase, presentando el objetivo de la clase.</p> <p>El docente realiza una breve introducción a los flujos.</p> <p>Actividad 1: Recopilación de información.</p> <p>El docente divide a la clase, en grupos de 4 personas y proyecta en el video beam imágenes y esquemas de flujos.</p> <p>Actividad 2: Representación creativa de flujos.</p>	<p>Actividad 1: Recopilación de información</p> <ul style="list-style-type: none"> - El docente divide a la clase, en grupos de 4 personas. Cada grupo discute y organiza la información aprendida sobre los flujos, sus causas, tipos y consecuencias. - Los estudiantes pueden utilizar diferentes fuentes de información, como apuntes, libros, sitios web o videos. <p>Actividad 2: Representación creativa de flujos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Luego de recolectada la información de la actividad 1, los estudiantes representan a través de dibujos y maquetas los flujos. - Los estudiantes representan, por medio de dibujos y maquetas los flujos. - Para las maquetas, los estudiantes pueden utilizar tierra, rocas y agua, como vieron en los videos reales de los flujos de lodo y de detritos. 	<p>Presentación de las representaciones.</p> <p>Los grupos presentan sus representaciones a la clase.</p>
<p>Recursos: * Imágenes y esquemas de flujos (ver imágenes 28 a la 40 del Anexo 5), con algunos ejemplos de lugares en Colombia, que muestran flujos. * Fotocopias. * Lápices de colores. * Video beam. * Tierra, rocas y agua.</p>				

Sesión 18: Uso una herramienta geomática: Google Earth Engine		Movimiento en masa: Flujos		
Inicio	Desarrollo			Cierre
Objetivo de la clase	Conceptos	Indicaciones del docente	Actividades de aprendizaje	Evaluación
Al finalizar la clase, los estudiantes serán capaces de: . Usar Google Earth Engine, para estudiar los flujos.	Google Earth Engine (GEE): Es una plataforma de análisis de datos geoespaciales, que permite a los usuarios acceder a una gran cantidad de datos de satélite y otras fuentes de información, albergadas en la nube. Para manipular la información se requiere proporcionar una	Inicio de la clase: - El docente inicia la clase, presentando el objetivo de la clase. - El docente explica cómo abrir la plataforma GEE, desde Google Earth Engine (s.f.), y crear un usuario para ingresar con el correo de Gmail. Desarrollo de las	Actividad 1: Acceso a GEE. El docente explica cómo abrir la página desde Google Earth Engine (s.f.). Esta herramienta geomática funciona con la nube, por tanto, solo requiere ingresar a la página web. Ir a Datasets >View all datasets, se encuentran una serie de mapas temáticos, de los cuales se puede escoger LANDSAT o de SENTINEL para copiar el editor de código o code editor de JavaScript y clic en > run, se explica cómo es la interfaz. Actividad 2: Interacción en GEE, para comprender los flujos. El docente indica cómo acceder a los siguientes datos de GEE: - Sentinel-1 SAR Data: Muestra datos de radar, que penetran las nubes y proporcionan información sobre la deformación del terreno. Es útil para detectar desplazamientos y deformaciones del terreno, que podrían estar asociados con movimientos en masa, como deslizamientos, flujos de detritos. - Sentinel-2 Optical Data: Muestra datos que permiten la observación de la cobertura del suelo,	El docente pasará por los puestos de las parejas de estudiantes para verificar la realización de las actividades y el resultado obtenido. Finalmente, el docente propone a los estudiantes que se autoevalúen. Para ello, se pide que respondan las siguientes preguntas sobre los temas que se

	<p>programación de códigos; sin embargo, existen unos códigos preestablecidos en la plataforma.</p> <p>GEE incluye: Imágenes satelitales: Fotografías tomadas desde los satélites llamados: Landsat, Sentinel-2, MODIS, entre otros.</p> <p>Datos de elevación: De los lugares de la superficie terrestre, como las montañas, los valles y las costas.</p> <p>Datos de</p>	<p>actividades: Divide a los estudiantes, en parejas por computador.</p> <p>Cierre de la clase: El docente comparte los resultados de las actividades, con los estudiantes.</p>	<p>cambios en la vegetación y alteraciones en la superficie. Es útil para identificar cambios en la cobertura del suelo y vegetación, que podrían indicar movimientos en masa, como deslizamientos, flujos de lodo.</p> <p>- Landsat Surface Reflectance: Muestra datos que permiten el análisis de cambios en el uso del suelo y la cobertura. Es útil para monitorear cambios en la superficie terrestre y, posiblemente, identificar movimientos en masa como deslizamientos, cambios en el uso del suelo.</p> <p>- ASTER Global Digital Elevation Model (GDEM): Muestra un modelo digital de elevación global, que proporciona información sobre la topografía del terreno. Esencial para evaluar la topografía y la pendiente del terreno, lo que puede afectar la susceptibilidad a los movimientos en masa, como deslizamientos, flujos de lodo.</p> <p>- MODIS Land Cover Type Yearly Global 500m: Muestra datos de clasificación del tipo de cobertura del suelo a nivel global, permite identificar áreas propensas a cambios en la cobertura del suelo y movimientos en masa, como deslizamientos.</p> <p>- NASA Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) 1 Arc-Second Global: Muestra un modelo digital de elevación global, que proporciona información detallada sobre la topografía. Esencial para evaluar la topografía, la pendiente del terreno y movimientos en masa como deslizamientos, flujos de detritos.</p> <p>El área que se trabajará es a nivel de Colombia. Se propone ver</p>	<p>han cubierto.</p> <p>Por ejemplo, podría pedirles a los estudiantes que se autoevalúen sobre los siguientes temas:</p> <p>- ¿Puedo acceder a Google Earth Engine? - ¿Puedo seleccionar diversos satélites? - ¿Puedo visualizar los diferentes conjuntos de datos? - ¿Puedo identificar las zonas que son más susceptibles a los flujos o a los deslizamientos?</p>
--	--	---	--	---

	<p>cobertura terrestre: De la vegetación, la agricultura y el uso del suelo.</p> <p>Datos de clima: Como datos de temperatura, precipitación y humedad.</p>		<p>Armero en diferentes años, antes de 1985 y después para identificar el flujo de lodos, que se originó del volcán Nevado del Ruiz, acercarse hasta la zona con el zoom, esa zona previamente la visualizarán en Google Maps, para que se ubiquen e identifiquen los límites de la zona a analizar. Recorrer otras zonas de Colombia para identificar flujos.</p> <p>Para ejecutar un código, da clic en > run. En el código cambiar los años, para identificar cambios en el tiempo, en línea que diga: filterDate.</p> <p>Para pegar un nuevo código, da clic en Reset > Clear script.</p>	
<p>Recursos: * Computadores con internet y espacio de almacenamiento, para descargar el software.</p>				

Sesión 19: Aplico lo aprendido, a partir de una situación real		Movimiento en masa: Flujos		
Inicio	Desarrollo			Cierre
Objetivo de la clase	Conceptos	Indicaciones del docente	Actividades de aprendizaje	Evaluación
Los estudiantes serán capaces de: . Aplicar lo aprendido sobre los flujos y la herramienta geomática Google Earth Engine, a una situación real del contexto de la ciudad de Medellín.	Repaso de las ideas previas aprendidas de los flujos, las características, los tipos y los factores que los originan. Así como la utilización de Google Earth Engine, la selección y visualización de mapas.	<p>Inicio de la clase: El docente inicia la clase, presentando el objetivo de la clase.</p> <p>Desarrollo de las actividades: Divide a los estudiantes en parejas por computador.</p> <p>Cierre de la clase: El docente comparte los resultados de las actividades con los estudiantes.</p>	<p>Actividad 1: Interactúo en Google Earth Engine con los flujos.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ingresa a Google Earth Engine, explora los diversos mapas de satélites, para identificar zonas de flujos en el Valle de Aburrá y, específicamente, en la quebrada La Iguaná. - Cambia las fechas para observar los cambios en el tiempo, en el paisaje en la línea del código que diga: filterDate., o ver cuándo existe mayor material de flujo en los canales (quebradas, ríos). <p>Actividad 2: Indagación lugares de flujo en Medellín y en el barrio Olaya Herrera.</p> <p>Las parejas de estudiantes conversan en torno a las siguientes preguntas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ¿Qué tipos de flujos pueden ocurrir en Medellín? ¿Por qué? - ¿Cuáles son los lugares dónde se pueden dar los flujos en Medellín?" - ¿En el barrio Olaya Herrera dónde pueden ocurrir flujos y de qué tipo? ¿Qué efectos puede traer la ocurrencia de flujos? 	<p>El docente pasará por los puestos de las parejas de estudiantes, para verificar la realización de las actividades y el resultado obtenido.</p> <p>Finalmente, el docente propone a los estudiantes que se autoevalúen. Para ello, se pide que respondan las preguntas de la actividad 2.</p>
Recursos: * Computadores con internet y espacio de almacenamiento. * Celulares con internet.				

Sesión 20: Evalúo lo aprendido		Movimiento en masa: Flujos		
Inicio	Desarrollo			Cierre
Objetivo de la clase	Conceptos	Indicaciones del docente	Actividades de aprendizaje	Evaluación
<p>Los estudiantes serán capaces de:</p> <ul style="list-style-type: none"> . Evaluar lo aprendido sobre los flujos y la herramienta geomática Google Earth Engine, relacionándolo con el tema de las anteriores unidades 1, 2 y 3. . Reflexionar sobre las potencialidades de las herramientas geomáticas. 	<p>Repaso de las ideas previas aprendidas de los flujos, las características, los tipos y los factores que los originan. Así como la utilización de Google Earth Engine.</p> <p>También, se repasarán el tema de las anteriores unidades 1, 2 y 3.</p>	<p>Inicio de la clase:</p> <ul style="list-style-type: none"> - El docente inicia la clase, presentando el objetivo de la clase. - El docente realiza una breve recapitulación de los conceptos sobre los flujos, los deslizamientos, volcamientos y las caídas de rocas y detritos, las herramientas geomáticas Google Earth Engine, QGIS, Google Maps y ArcGIS Earth. <p>Actividad 1: Recopilación de datos El docente divide a la clase, en grupos de 4 personas.</p> <p>Actividad 2: Elaboración del cuadro comparativo en grupos.</p>	<p>Actividad 1: Recopilación de datos</p> <ul style="list-style-type: none"> - El docente divide a la clase, en grupos de 4 personas. - Cada grupo socializa los aprendizajes hasta la fecha sobre los flujos, deslizamientos, volcamientos, caídas de rocas y detritos, y las herramientas geomática Google Earth Engine, Google Maps, ArcGIS Earth y QGIS. <p>Actividad 2: Expansión del cuadro comparativo</p> <ul style="list-style-type: none"> - Los estudiantes continuarán, expandiendo el cuadro comparativo de la unidad 1, 2 y 3, con la información recolectada en la actividad 1, en el cuadro plasmarán las semejanzas y diferencias entre los flujos, los deslizamientos, volcamientos y las caídas de rocas y detritos, y sobre los usos de las herramientas Google Earth Engine, Google Maps, ArcGIS Earth y QGIS. 	<p>Presentación</p> <p>Los grupos presentan sus cuadros comparativos a la clase.</p>
<p>Recursos: * Celulares con internet. * Carteleras. * Marcadores.</p>				

➤ Unidad 5. Reptación – Google Earth Pro

Sesión 21: Comprendo uno de los movimientos en masa			Movimiento en masa: Reptación	
Inicio	Desarrollo			Cierre
Objetivo de la clase	Conceptos	Indicaciones del docente	Actividades de aprendizaje	Evaluación
<p>Al finalizar la clase, los estudiantes serán capaces de:</p> <ul style="list-style-type: none"> . Definir la reptación. . Describir las características y factores de la reptación. 	<p>Reptación: Es el movimiento lento en el tiempo, imperceptible y difuso en los suelos.</p> <p>Características de la reptación: Se observa el terreno rugoso, líneas paralelas que dejan escalones entre ellas. Sobre el terreno que está siendo afectado por la reptación, las bases de los árboles se curvan, los postes eléctricos y las cercas de las fincas se inclinan. Posterior a la reptación puede ocurrir un flujo o un deslizamiento, dependiendo de la cantidad de agua que ingrese al suelo.</p> <p>Factores que originan la reptación:</p> <p>La pendiente de la ladera: Las laderas con pendientes pronunciadas tienen un mayor riesgo de reptación.</p> <p>El tipo de suelo: Los suelos arcillosos son más propensos a la reptación que los suelos arenosos.</p> <p>La presencia de agua: En el suelo aumenta el riesgo de</p>	<p>Inicio de la clase: El docente inicia la clase, presentando el objetivo de la clase. El docente explica el concepto de reptación. Utiliza imágenes, esquemas y vídeo (Pres Currylea Geography Pres Currylea Geography, 2018), para ilustrar los conceptos explicados.</p> <p>Actividad 1: Identificación de factores que contribuyen a la ocurrencia de la reptación.</p>	<p>Actividad 1</p> <p>Cada grupo recibe una imagen de una zona propensa a reptación. Los grupos identifican los factores de riesgo que se observan en la imagen. Los estudiantes deben identificar los siguientes factores de riesgo en la imagen:</p> <p>Topografía: ¿Son las pendientes pronunciadas? ¿Hay rocas y suelos expuestos? Clima: ¿Hay</p>	<p>La actividad 1 se socializará.</p>

	<p>reptación.</p> <p>La construcción: La construcción de carreteras, edificios y otras infraestructuras puede alterar la estabilidad de las laderas y aumentar el riesgo de reptación.</p> <p>La agricultura: La agricultura puede alterar la estructura del suelo y aumentar el riesgo de reptación.</p> <p>La deforestación: La deforestación puede eliminar la vegetación, que ayuda a estabilizar las laderas y aumentar el riesgo de reptación.</p>	<p>El docente divide a los estudiantes en grupos.</p> <p>Cierre de la clase: El docente comparte los resultados de la actividad con los estudiantes.</p>	<p>evidencia de lluvias, heladas o sequías?</p> <p>Actividades humanas: ¿Hay evidencia de construcción o tala? ¿Cómo se observan los árboles o los postes eléctricos? ¿Ves algunas marcas en el suelo?</p>	
<p>Recursos: * Imágenes y esquemas de reptación (ver imágenes 41 a la 44 del Anexo 5). * Fotocopias. * Lápices de colores.</p>				

Sesión 22: Represento a través de imágenes y dibujos		Movimiento en masa: Reptación		
Inicio	Desarrollo			Cierre
Objetivo de la clase	Conceptos	Indicaciones del docente	Actividades de aprendizaje	Evaluación
Los estudiantes podrán: . Representar, a través de imágenes, dibujos y maquetas la reptación.	Repaso de los conceptos vistos en la anterior clase: Reptación, características y factores que la origina.	<p>Inicio de la clase:</p> <p>El docente inicia la clase, presentando el objetivo de la clase.</p> <p>El docente realiza una breve introducción a la reptación.</p> <p>Actividad 1: Recopilación de información</p> <p>El docente divide a la clase, en grupos de 4 personas.</p> <p>Actividad 2: Representación creativa de la reptación.</p>	<p>Actividad 1: Recopilación de información</p> <p>El docente divide a la clase, en grupos de 4 personas.</p> <p>Cada grupo discute y organiza la información aprendida sobre la reptación, sus causas y consecuencias.</p> <p>Los estudiantes pueden utilizar diferentes fuentes de información, como apuntes, libros, sitios web o videos.</p> <p>Actividad 2: Representación creativa de la reptación</p> <p>Los estudiantes representan, mediante dibujos y maquetas la reptación.</p> <p>Para las maquetas, los estudiantes pueden utilizar tierra, árboles, postes eléctricos y cercas de las fincas.</p>	<p>Presentación de las representaciones</p> <p>Los grupos presentan sus representaciones a la clase.</p>
Recursos: * Lápices de colores. * Tierra, rocas y agua. * Celulares con internet.				

Sesión 23: Uso una herramienta geomática: Google Earth Pro		Movimiento en masa: Reptación		
Inicio	Desarrollo			Cierre
Objetivo de la clase	Conceptos	Indicaciones del docente	Actividades de aprendizaje	Evaluación
<p>Al finalizar la clase, los estudiantes serán capaces de:</p> <ul style="list-style-type: none"> . Usar QGIS para estudiar la reptación. 	<p>Google Earth Pro: Es un software que ofrece una amplia gama de posibilidades y herramientas, para la visualización, análisis y colaboración de datos geoespaciales. Permite visualizar en 3D, editar: crear líneas, polígonos, puntos, observar imágenes satelitales, a lo largo del tiempo.</p> <p>Shape: Traduce "forma", en el contexto de las herramientas</p>	<p>Inicio de la clase: El docente inicia la clase, presentando el objetivo de la clase. El docente explica cómo descargar el software de Google Earth Pro.</p> <p>Desarrollo de las actividades: Divide a los estudiantes en parejas por</p>	<p>Actividad 1: Instalación del software Google Earth Pro. El docente explica cómo descargar el software de Google Earth Pro, desde la página oficial en Google Earth (s.f.).</p> <p>Actividad 2: Los estudiantes descargan el mapa del barrio Olaya Herrera en Medellín (shape), con la explicación del docente. El shape o las siluetas de los barrios de la ciudad de Medellín, contiene los límites y formas de los barrios de la ciudad, específicamente, se busca el barrio Olaya Herrera. Se realiza el siguiente procedimiento: - Ingresar al link de Alcaldía de Medellín. (s.f.), el cual contiene el portal GEOMEDELLÍN, al ingresar > Escribir en la barra de búsqueda: barrios > BUSCAR AHORA > clic en IR A en Datos abiertos Barrios y Veredas > Conoce más... > baja hasta donde dice Descargar formatos > seleccionar KMZ > guardarlo en una carpeta en el escritorio.</p>	<p>El docente pasará por los puestos de las parejas de estudiantes, para verificar la realización de las actividades y el resultado obtenido.</p> <p>Finalmente, el docente propone a los estudiantes que se autoevalúen. Para ello, se pide que respondan las siguientes preguntas sobre los temas que se han cubierto.</p> <p>Por ejemplo, podría pedirles a los estudiantes que se autoevalúen sobre los siguientes temas:</p> <p>- ¿Puedo descargar e instalar Google Earth Pro?</p>

	<p>geomáticas, un shape es una capa que contiene líneas, polígonos de representaciones de carreteras, ríos, límites políticos de un área, entre otros. Los archivos shape nos sirven para medir distancias, áreas y volúmenes. Para esta clase, se utilizará un shape de los barrios de Medellín, es decir, las líneas que me marcan cada barrio.</p>	<p>computador. Cierre de la clase: El docente comparte los resultados de las actividades con los estudiantes.</p>	<p>Actividad 3: Los estudiantes interactúan en Google Earth Pro, con la reptación. - El docente explicará cada función y botón necesario para hacer el procedimiento. Abro el software Google Earth Pro y abro el archivo descargado del barrio, haciendo clic en Archivo > Abrir... > Busco el archivo en el computador y clic en Abrir. - Podrá visualizar el barrio ubicado en el globo terráqueo. Interactúa conociendo los límites del barrio, calcula su área, usando la herramienta de crear polígono, traza líneas para visualizar perfiles de elevación, que servirán para calcular las pendientes más pronunciadas del barrio. - Luego, pondremos en práctica lo aprendido del movimiento en masa: reptación, identifica en las características que consideres corresponden a este tipo de movimiento en masa, traza polígonos y guárdalos con una etiqueta que sea fácil recordar después. - Utiliza la herramienta de: Mostrar el historial de imágenes, para visualizar los cambios en el paisaje.</p>	<p>- ¿Puedo descargar los barrios de Medellín? ¿Puedo visualizar en 3D el relieve en Google Earth Pro? - ¿Puedo identificar las zonas que son más susceptibles a la reptación? ¿Puedo dar ejemplos de shapes? El docente pedirá que, en casa, descarguen la aplicación de Google Earth y se vayan familiarizando con las herramientas disponibles en esa versión y con la visualización.</p>
<p>Recursos: * Computadores con internet y espacio de almacenamiento para descargar el software.</p>				

Sesión 24: Aplico lo aprendido a partir de una situación real		Movimiento en masa: Reptación		
Inicio	Desarrollo			Cierre
Objetivo de la clase	Conceptos	Indicaciones del docente	Actividades de aprendizaje	Evaluación
<p>Los estudiantes serán capaces de:</p> <ul style="list-style-type: none"> Aplicar lo aprendido, sobre la reptación y la herramienta geomática Google Earth Pro, a una situación real del contexto de la ciudad de Medellín. 	<p>Repaso de las ideas previas aprendidas de la reptación, las características, y los factores que los originan. Así como la utilización de Google Earth Pro, abrir shapes, las herramientas de visualización en 3D, la creación de polígonos.</p>	<p>Inicio de la clase: El docente inicia la clase, presentando el objetivo de la clase.</p> <p>Desarrollo de las actividades: Divide a los estudiantes en parejas por computador.</p> <p>Cierre de la clase: El docente comparte los</p>	<p>Actividad 1: Diseño de una historieta, a partir de una situación real de reptación, con Google Earth Pro, su evolución y las afectaciones que puede causar.</p> <p>El docente socializa la actividad, la cual consiste en desarrollar una historia completa en torno a la reptación, para eso se hará uso de Google Earth Pro:</p> <ul style="list-style-type: none"> Identifica una situación real, en la que se evidencie la reptación y se vean involucradas casas e infraestructura. Desarrolla múltiples cálculos, con los cuales logres identificar, en cuánto tiempo, con qué velocidad, cuánto volumen y qué afectaciones puede causar el desarrollo o el aumento de la reptación (recuerda que la reptación es un proceso lento). Puedes suponer eventos múltiples de movimientos en masa, condiciones climáticas adversas, acciones humanas negativas en la 	<p>El docente pasará por los puestos de las parejas de estudiantes, para verificar la realización de las actividades y el resultado obtenido.</p> <p>Finalmente, el docente propone a los estudiantes que se autoevalúen. Para ello, se pide que respondan las siguientes preguntas sobre los temas que se han cubierto.</p> <p>Por ejemplo, podría pedirles a los estudiantes que se autoevalúen. Para ello, se pide que respondan las siguientes preguntas sobre los temas que se han cubierto.</p> <p>También, podría pedirles a los estudiantes que se autoevalúen sobre los siguientes temas:</p> <ul style="list-style-type: none"> ¿Qué factores tuviste en cuenta para

		resultados de las actividades con los estudiantes.	intervención del terreno, puedes imaginar los factores que desees. - La historieta se debe realizar con herramientas digitales haciendo uso del computador. También, puedes usar los celulares para apoyarte.	la creación de la historieta? - ¿Cuáles fueron los personajes y ellos que hacían? - ¿Puedo apoyarme de Google Earth Pro, para comprender la reptación, o algún otro movimiento en masa? - ¿Cómo me sirve las matemáticas para ayudar y prevenir a la comunidad, frente a los movimientos en masa?
Recursos: * Computadores con internet y espacio de almacenamiento. * Celulares con internet.				

Sesión 25: Evalúo lo aprendido		Movimiento en masa: Reptación		
Inicio	Desarrollo			Cierre
Objetivo de la clase	Conceptos	Indicaciones del docente	Actividades de aprendizaje	Evaluación
<p>Los estudiantes serán capaces de:</p> <ul style="list-style-type: none"> . Evaluar lo aprendido, sobre la reptación y la herramienta geomática Google Earth Pro, relacionándolo con el tema de las anteriores unidades 1, 2, 3 y 4. . Reflexionar sobre las potencialidades de las herramientas geomáticas. 	<p>Repaso de las ideas previas aprendidas de la reptación, las características, y los factores que los originan. Así como la utilización de Google Earth Pro, abrir shapes, las herramientas de visualización en 3D, la creación de polígonos. También, se repasarán el tema de las anteriores unidades 1, 2, 3</p>	<p>Inicio de la clase:</p> <ul style="list-style-type: none"> - El docente inicia la clase, presentando el objetivo de la clase. - El docente realiza una breve recapitulación de los conceptos sobre la reptación, los flujos, los deslizamientos, volcamientos y las caídas de rocas y detritos, las herramientas geomáticas Google Earth Engine, QGIS, Google Maps, ArcGIS Earth y Google Earth Pro. <p>Actividad 1: Recopilación de datos. El docente divide a la clase, en grupos de 4 personas.</p> <p>Actividad 2: Elaboración del cuadro comparativo en grupos.</p> <p>Actividad 3:</p>	<p>Actividad 1: Recopilación de datos El docente divide a la clase en grupos de 4 personas. Cada grupo socializa los aprendizajes hasta la fecha sobre la reptación, los flujos, deslizamientos, volcamientos, caídas de rocas y detritos, y las herramientas geomáticas Google Earth Pro, Google Earth Engine, Google Maps, ArcGIS Earth y QGIS.</p> <p>Actividad 2: Expansión del cuadro comparativo Los estudiantes continuarán expandiendo el cuadro comparativo de la unidad 1, 2,3 y 4, con la información recolectada en la actividad 1, en el cuadro plasmarán las semejanzas y diferencias entre la reptación, los flujos, los deslizamientos, volcamientos y las caídas de rocas y detritos, y sobre los usos de las herramientas vistas.</p> <p>Actividad 3: Identificación de los movimientos en masa mediante Google Earth. Se realiza una mesa redonda y en grupo de 3 estudiantes analizarán Google Earth desde el</p>	<p>Los grupos de la actividad 3 intercambian sus ideas con otro equipo, conversando sobre qué les llamó la atención y cuáles de esos ven más peligrosos y por qué.</p> <p>Presentación de los cuadros comparativos Los grupos presentan sus cuadros comparativos a la clase.</p>

	y 4.	Identifico los movimientos en masa mediante Google Earth Pro.	celular, para identificar cualquier movimiento en masa en la zona cercana a la quebrada La Iguaná, identificando la zona dónde se encuentra la valla de “Esta zona no es habitable”, se les solicita qué características observan.	
Recursos: * Celulares con internet. * Carteleras. * Marcadores.				

7. Conclusiones

La enseñanza de la geología es importante, para la formación de ciudadanos conscientes de los riesgos geológicos y del funcionamiento del planeta. La geología posibilita comprender nuestro entorno natural y tomar decisiones informadas para protegernos de los fenómenos geológicos.

En la actualidad, la enseñanza de la geología se encuentra subordinada a otras disciplinas, como las ciencias naturales, las ciencias sociales o la biología. Esto se debe a una serie de factores, como la falta de formación de los docentes en geología, la falta de recursos didácticos y la falta de reconocimiento de la importancia de la geología en el currículo escolar.

La integración de las TIC en la enseñanza de la geología puede contribuir a mejorar la comprensión de esta disciplina por parte de los estudiantes. Las TIC permiten a los estudiantes acceder a información y recursos de manera interactiva y atractiva, lo que facilita el aprendizaje.

Es necesario desarrollar propuestas didácticas interdisciplinarias, que integren la geología con otras disciplinas. Este enfoque ayuda a los estudiantes a desarrollar una visión holística del mundo y aplicar sus conocimientos para resolver problemas reales.

El análisis de las competencias del currículo colombiano de educación básica y media evidencia, que existen oportunidades para desarrollar el tema de los movimientos en masa, desde una perspectiva interdisciplinar, permitiendo abordar desde las tecnologías de la geomática con el análisis matemático del posible volumen o área afectada de los movimientos en masa en particular, que afecta a las comunidades. De esta forma, se logra conocer el comportamiento de ellos y la convivencia armónica de las comunidades, frente a esta respuesta natural del planeta. En particular, se encontraron competencias pertinentes en las áreas de ciencias naturales, ciencias sociales, matemáticas y tecnología. Entre estas se encuentran:

- “Análisis características ambientales de mi entorno y peligros que lo amenazan”
(MEN, 2004, p. 17)

- “Comprende que la Tierra es un planeta en constante transformación cuyos cambios influyen en las formas del relieve terrestre y en la vida de las comunidades que la habitan” (MEN, 2016 b, p. 29)
- “Selecciono y uso técnicas e instrumentos para medir longitudes, áreas de superficies, volúmenes y ángulos con niveles de precisión apropiados” (MEN, 2006, p. 87).
- “Uso argumentos geométricos para resolver y formular problemas en contextos matemáticos y en otras ciencias” (MEN, 2006, p. 87).
- "Uso las tecnologías de la información y la comunicación, para procesar información, comunicar ideas creativamente, trabajar colaborativamente y generar representaciones de la realidad en múltiples formatos" (MEN, 2020 b, p. 60).
- "Relaciono saberes, conocimientos tecnológicos e informáticos con los conocimientos de otras disciplinas" (MEN, 2020 b, p. 58).

En cuanto a la propuesta didáctica para el estudio de los movimientos en masa, se basa en un diseño interdisciplinar, que integra las unidades didácticas y sesiones de clases orientadoras instructivas para los docentes. Este diseño permite abordar el tema de manera integral y significativo para los estudiantes. Las competencias del currículo se ajustaron a categorías y subcategorías del tema de los movimientos en masa. Empero, también se encontraron casos en los que no se encontraron competencias pertinentes, lo cual se debe a que el tema de los movimientos en masa es un tema complejo, que involucra varios conceptos de diferentes áreas del conocimiento y en la formación educativa básica del sistema colombiano se debe adicionar competencias que maneje estos temas de manera más específico, es decir, profundizar sobre los peligros que amenazan al entorno, sean los procesos geológicos exógenos o endógenos, integrados, con la tecnología para destacar el aprendizaje significativo, según el contexto de cada región.

Las herramientas geomáticas tienen un gran potencial para ser utilizadas en la educación, ya que permiten a los estudiantes aprender sobre el mundo que los rodea, de una manera más visual e interactiva. En este caso, por medio de las tecnologías en las imágenes satelitales y los sistemas de información geográfica, los cuales abren posibilidades de cautivar la imaginación y la creatividad de los estudiantes.

El contexto del colegio de esta investigación permitió que, dentro de la propuesta los estudiantes, puedan estudiar los alrededores del colegio y de su barrio, comprendiendo los factores geoambientales como la relación entre los suelos, las rocas, el agua, la pendiente y la actividad humana, en correspondencia con la ocurrencia de los movimientos en masa.

Para el diseño de una propuesta de estas características, que contiene herramientas geomáticas, se debe tener en cuenta o partir de las necesidades de los estudiantes, las capacidades de infraestructura con las que cuenta la institución, el nivel de conocimiento y la versatilidad para comprender el tema de los movimientos en masa.

Para el caso de las herramientas geomáticas, durante los procesos de categorización en la metodología, se encontraron 5 tipos potenciales para el contexto de la institución educativa, las cuales son, los Sistemas de Información Geográfica (SIG), los Sistemas de Posicionamiento Global (GPS), los Globos terráqueos virtuales, la Teledetección, y las Aplicaciones móviles SIG. Principalmente, se destacan la incorporación de Google Maps y Google Earth, las cuales son populares y fáciles de usar, haciéndolas accesibles para la mayoría de los estudiantes. Además, son útiles para el estudio de los movimientos en masa, su interacción, reconocimiento y dimensionamiento.

Por otra parte, se destaca la importancia de aprovechar las oportunidades tecnológicas que existen para desarrollar el tema de los movimientos en masa, desde una perspectiva interdisciplinar: las ciencias naturales, ciencias sociales, matemáticas y tecnología. Esto permitiría a los estudiantes comprender el tema de manera integral y relacionarlo con otros campos del conocimiento, posibilitando innovar en el área de formación educativa, con el diseño de unidades didácticas y clases, que permiten organizar el contenido de manera secuencial y coherente, para un aprendizaje más efectivo.

La propuesta didáctica para la enseñanza de los movimientos en masa, con herramientas geomáticas centradas en los estudiantes y está contextualizada, es interdisciplinar y emplea las TIC. Para lograr estos objetivos, la propuesta se apoya en el análisis de imágenes y mapas geoespaciales, simulaciones y modelización, trabajo de campo y trabajo en equipo. La incorporación de imágenes, esquemas, dibujos y fotografías, así como videos de YouTube, contribuyen a que la propuesta didáctica sea más efectiva y atractiva para los estudiantes. Esta propuesta se diseñó de manera sistemática, teniendo en cuenta los aspectos mencionados anteriormente, de modo que los estudiantes desarrollen sus competencias y habilidades de forma autónoma, comprendan los movimientos en masa en su contexto real e integren la geología con otras disciplinas.

8. Recomendaciones

Para otros contextos, se puede vislumbrar la posibilidad de incorporar otras herramientas o también se podría integrar varias herramientas de una sola categoría; por ejemplo, se podría aplicar ArcGIS y QGIS para el grupo de los sistemas de información geográfica, y así sucesivamente con las otras categorías de análisis de esta investigación. La incorporación de otras herramientas o la integración de varias herramientas de una sola categoría podría ofrecer a los estudiantes una gama más amplia de posibilidades para aprender y explorar el mundo geoespacial.

Para futuras investigaciones se puede promover el uso de las TIC en estos temas de riesgos geológicos, con la intención de sensibilizar sobre la importancia de la geología para la comunidad educativa, y así aumentar su conciencia en la toma de decisiones informadas, para protegerse de ellos.

Se recomienda continuar con investigaciones y profundizaciones, que vinculen herramientas geomáticas, para diversificar los temas de la geología de este tipo, debido a que la bibliografía actual es escasa en el contexto de Colombia, y se hace necesario divulgar estas áreas del conocimiento por la situación geográfica, geológica, climática de Colombia.

Realizar estudios más profundos sobre la situación actual de la enseñanza de la geología en diferentes contextos. Estos estudios deberían analizar los factores que contribuyen a la subordinación de la geología en el currículo escolar, así como las estrategias que se están implementando para promover su enseñanza.

Referencias

- Aguirre, R. (2009). Conceptos de Geomática y estudios de caso en México. México: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geografía.
<http://www.publicaciones.igg.unam.mx/index.php/ig/catalog/book/18>
- Alcaldía de Medellín. (2014). Acuerdo 48 de 2014. Por medio del cual se adopta la revisión y ajuste de largo plazo del Plan de Ordenamiento Territorial del Municipio de Medellín y se dictan otras disposiciones complementarias”. 17 de diciembre de 2014. <https://www.medellin.gov.co/es/wp-content/uploads/2022/10/POT-Medellin.pdf>
- Alcaldía de Medellín. (2015). Personas encuestadas y clasificadas en el Sisbén por nivel educativo alcanzado, según comuna o corregimiento - Base de datos certificada por el D.N.P. - Corte diciembre de 2015. https://www.medellin.gov.co/irj/go/km/docs/pccdesign/SubportaldelCiudadano_2/PlandeDesarrollo_0_17/Publicaciones/Shared%20Content/sisben/01G_PoblComunaBarrioVeredaNivelEducat_Certificada_17122015.pdf
- Alcaldía de Medellín. (2021, noviembre 07). Modelo Digital de Terreno DTM-LIDAR de Medellín, Escala 1:1.000. Año 2021. <https://www.medellin.gov.co/giscatalogacion/srv/api/records/440571dd-7f89-40aa-bcf9-0b99b311ca1d>
- Alcaldía de Medellín. (2022, mayo 24). 9.700 habitantes del barrio Olaya Herrera, en Robledo, se benefician con obra de mitigación entregada por la Alcaldía de Medellín. <https://www.medellin.gov.co/es/sala-de-prensa/noticias/9-700-habitantes-del-barrio-olaya-herrera-en-robledo-se-benefician-con-obra-de-mitigacion-entregada-por-la-alcaldia-de-medellin/>
- Alcaldía de Medellín. (s.f.). GEOMEDELLÍN Portal Geográfico del Municipio de Medellín. <https://www.medellin.gov.co/geomedellin/>

- Almeida, B., & Ofredi, M. (2013). O uso do Google Earth em aulas de matemática. *Linhas Críticas*, 19(39), 373-390.
http://educa.fcc.org.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1981-04312013000200007&lng=pt&tlng=
- Álvarez, D. (2019). *Estrategias de comunicación de condiciones de amenaza geológica, San Eduardo, Boyacá*. [tesis de pregrado, Universidad de los Andes Bogotá]. Biblioteca Digital Universidad de los Andes Colombia.
<https://repositorio.uniandes.edu.co/handle/1992/45417>
- Amores, A., & De-Casas, P. (2019). El uso de las TIC como herramienta de motivación para alumnos de enseñanza secundaria obligatoria estudio de caso Español. *Hamut'ay*, 6(3), 37-49. <http://dx.doi.org/10.21503/hamu.v6i3.1845>
- Andréu, J. (2001). Las técnicas de Análisis de Contenido: Una revisión actualizada. Fundación Centro Estudios Andaluces, Universidad de Granada. 10(2), 1-34.
<https://datos.bne.es/edicion/bimo0001791863.html>
- Araque, F., Flores, F., De Sá, J., Entrena, M., & Rebolledo, R. (2014). Manual de capacitación básica en Geomática para las comunidades organizadas. Caracas: Centro de Procesamiento Digital de Imágenes, Fundación Instituto de Ingeniería.
https://www.researchgate.net/publication/280091168_Manual_de_Geomatica
- Araujo, E., & Toledo, M. (2014). Ciências da Terra em cursos que habilitam ao magistério de Ciências Naturais para o ensino fundamental. *Terræ Didática*, 10(3), 319-330.
https://www.ige.unicamp.br/terraedidatica/V10_3/PDF/TDv10-3-123.pdf
- Area, M. (2008). La innovación pedagógica con TIC y el desarrollo de las competencias informacionales y digitales. *Revista de Investigación en la Escuela*, 64, 5-17.
https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/60859/R64_1.pdf
- Aristizábal, E., López, S., Sánchez, O., Vásquez, M., Rincón, F., Ruiz-Vásquez, D., Restrepo, S., & Valencia, J. (2019). Evaluación de la amenaza por movimientos en masa detonados por lluvias para una región de los Andes colombianos estimando la probabilidad espacial, temporal, y magnitud. *Boletín De Geología*, 41(3), 85–105.
<https://doi.org/10.18273/revbol.v41n3-2019004>

- Aristizábal, E., Martínez, H., & Vélez, J. (2010). Una revisión sobre el estudio de movimientos en masa detonados por lluvias. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.* 34 (131): 209-227. https://www.accefyn.com/revista/Vol_34/131/209-227.pdf
- Aristizábal, E., & Yokota, S. (2008). Evolución geomorfológica del Valle de Aburrá y sus implicaciones en la ocurrencia de movimientos en masa. *Boletín de Ciencias de la Tierra*, (24), 5–18. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/rbct/article/view/9268>
- Bates, R., & Jackson, J. (1980). Glossary of geology. Virginia (Estados Unidos): American Geological Institute Falls Church.
- Bodzin, A., Qiong, F., Peffer, T. & Kulo, V. (2013) Developing Energy Literacy in US Middle-Level Students Using the Geospatial Curriculum Approach. *International Journal of Science Education.* 35(9), 1561-1589, DOI: 10.1080/09500693.2013.769139.
- Boix, G., Olivella, R., & Sitjar, J. (2009). Los Sistemas de Información Geográfica en las aulas de educación secundaria. *Geografía y Sistemas de Información Geográfica.* (GESIG-UNLU, Luján). Año 1, N° 1, Sección I:17-36. https://ri.unlu.edu.ar/xmlui/bitstream/handle/rediunlu/692/Boix_Sistemas%20de%20informaci%C3%B3n%20Geogr%C3%A1fica.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Bonett, R., Blandón, C., Gallego, J., Aristizábal, E., Pujol, S., & Penagos, J. (2021). Escuelas Rurales Seguras. Universidad de Medellín, Universidad EIA, Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, University of Canterbury. <https://investigaciones-pure.udem.edu.co/es/projects/escuelas-rurales-seguras>
- Borjas, M., & Osorio, M. (2020). Modelo pedagógico y currículo: una relación necesaria en la escuela. Barranquilla: Universidad del Norte. <https://manglar.uninorte.edu.co/handle/10584/9252#page=1>
- Bosque, J., Gómez, M., Aguilera, F., Rodríguez, V., Barreira, P., & Salado, M. (2015). La enseñanza de las tecnologías de la información geográfica (TIG) en España y en Europa. *Ciencias Espaciales*, 8(1), 47–67. <https://doi.org/10.5377/ce.v8i1.2041>
- Botero, G. (1963). Contribución al conocimiento de la Geología de la zona central de Antioquia. Medellín: Científicos de Antioquia. <https://repositorio.accefyn.org.co/handle/001/476>

- Burgos, A., & Díaz, L. (2018). Enseñar geología desde la Mega minería en la provincia de Santa Cruz, usando Tic para una sustentabilidad ambiental. *Revista de Educación en Biología*. Número Extraordinario. 934-938. <http://congresos.adbia.org.ar/index.php/congresos/article/view/464/408>
- Buzai, G., & Baxendale, C. (1998). Perspectivas para la enseñanza de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) en la Educación Polimodal. CONSUDEC, parte I, 833, p. 42; parte II, 834, p. 40 y parte III, 835, p. 42. https://www.researchgate.net/publication/251835248_Perspectivas_para_la_ensenanza_de_los_Sistemas_de_Informacion_Geografica_SIG_en_la_educacion_polimodal
- Campos, A., Holm-Nielsen, N., Diaz, C., Rubiano, D., Costa, C., Ramírez, F., & Dickson, E. (2011). Análisis de la gestión del riesgo de desastres en Colombia: un aporte para la construcción de políticas públicas - Resumen Ejecutivo (Vol. 1). Washington, DC: World Bank.
- Carlos-Valerio, V., García-Palomo, A., López-Miguel, C., & Galván-García, A. (2007). Geología y procesos de remoción en masa asociados a un domo volcánico tipo couleé: cerro El Tenayo, Tlalnepantla, Estado de México. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 59(2), 183-201. <https://doi.org/10.18268/bsgm2007v59n2a4>
- Carneiro, C., Barbosa, R., & Piranha, J. (2007). Bases teóricas do projeto Geo-Escola: uso de computador para ensino de Geociências. *Revista Brasileira de Geociências*, 37, 90-100. <https://www.ppegeo.igc.usp.br/index.php/rbg/article/view/9290>
- Casas, N., Maguregi, G., Zamalloa, T., Echevarría, I., Fernández, M., & Sanz, J. (2016). Las salidas de campo y la Geología. El perfil académico y la actitud del profesorado de la ESO en la CAPV. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 24(2), 213-220. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5779655>
- CBC News. (2018, Agosto 09). Mudslide barrels through Swiss town [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=791o4LPqJWc>
- Congreso de la República. (1994). Ley 115 de 1994. Por la cual se expide la Ley General de Educación. Gobierno de Colombia. 29 de diciembre de 1992. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=292>

- Congreso de la República. (2012). Ley 1523 de 2012. Por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se dictan otras disposiciones. Gobierno de Colombia. <https://www.minambiente.gov.co/cambio-climatico-y-gestion-del-riesgo/amenaza-vulnerabilidad-y-riesgo/>
- Corominas, J., & Garcia, A. (1997). Terminología de los movimientos de laderas, en Memorias, IV Simposio Nacional sobre Taludes y Laderas Inestables, Granada, España, p. 1051–1072.
- Corominas, J., van Westen, C., Frattini, P., Cascini, L., Malet, J., & Fotopoulos, S. (2013). Recommendations for the quantitative analysis of landslide risk. *Bulletin of Engineering Geology and the Environment*, 73, 209-263. <https://doi.org/10.1007/s10064-013-0538-8>
- Coupé, F, Arboleda Guzmán, E y García L., C. (2007). Villatina: algunas reflexiones 20 años después de la tragedia. *Gestión y Ambiente*, 10(2), 31-52. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/22754>
- Cruden, D., & Varnes D. (1996). Landslide Types and Processes. In Special Report 247 Landslides Investigation and Mitigation. Turner, A. K. and Schuster R. L. (eds.) TRB-NRC, National Academy Press: Washington, pp. 36-75.
- Cruz, D. (2020). Estudio del entorno geológico mediante una investigación dirigida en Biología y Geología de 1º de Bachillerato. [tesis de maestría, Universidad Internacional de La Rioja Córdoba]. Biblioteca Digital Universidad Internacional de La Rioja Argentina. <https://reunir.unir.net/handle/123456789/9874>
- Cuaical, H., & Sánchez, J. (2018). Experiencias de socialización acerca de amenazas volcánicas en instituciones educativas del municipio de Cumbal (Nariño, Colombia). *Boletín De Geología*, 40(3), 181–193. <https://doi.org/10.18273/revbol.v40n3-2018008>
- Cuartero, R. (2016). Innovación didáctica con cartografía digital para la enseñanza de geografía. Una propuesta con Google Earth. [tesis de maestría, Universidad de de Jaén. Bogotá]. Biblioteca Digital Universidad de Jaén España. <https://tauja.ujaen.es/handle/10953.1/2391>

- De Soto, I. (2018a). Flipped Classroom como herramienta para fomentar el trabajo colaborativo y la motivación en el aprendizaje de geología. *Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 66, 44-60. <https://www.edutec.es/revista/index.php/edutec-e/article/view/1239>
- De Soto, I. (2018b). Herramientas de gamificación para el aprendizaje de ciencias de la tierra. *Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 65, 29–39. <https://www.edutec.es/revista/index.php/edutec-e/article/view/1143>
- Díaz, D. (2013). Propuesta didáctica para el estudio de los fenómenos de remoción en masa a partir del planteamiento de situaciones problema. [tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia Bogotá]. Biblioteca Digital Universidad Nacional de Colombia. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/75049>
- Domènech, J. (2017). Proyectando BioGeo: Un itinerario en indagación y naturaleza de la ciencia. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 89, 54-61. https://www.researchgate.net/publication/318041571_Proyectando_BioGeo_un_itinerario_de_trabajo_por_proyectos_contextualizados_basado_en_la_indagacion_y_la_Naturaleza_de_la_Ciencia
- Domènech, J. (2019). Risk Zone, una actividad de estudio de caso y controversia socio-científica para la enseñanza de los riesgos geológicos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 16(3), 3201-1-3201-13. <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/4892/5542>
- Domènech, J. (2022). 16 propuestas ABP-STEM y marcos prácticos para el aula Los itinerarios Minerva y Sarasvati. Uno: Revista de didáctica de las matemáticas, ISSN 1133-9853, 98, 64-71. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8819964>
- Domènech, J., Rotllan, M., Tor, M., & Garcia, A. (2022). Landscapes. Un proyecto STEM sobre geodinámica externa, riesgos geológicos y sostenibilidad. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 19(3), 1-18. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8752578>

- Echeverri, A. (2018). Percepción del riesgo por movimientos en masa en el barrio Santo Domingo Savio n°1, comuna 1 popular de la ciudad de Medellín, Antioquia. [tesis de maestría, Universidad EAFIT Medellín]. Biblioteca Digital Universidad EAFIT Colombia.
https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/13305/AuroraRenee_EcheverriZambrano_2018.pdf?sequence=2
- El blog de Franz. (2021, noviembre 25). Crear y reclasificar un mapa de pendientes en QGIS [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=1LL0EUTEQsc>
- EPM estamos ahí. (2015, marzo 11). EPM – Camino al Barrio –Olaya Herrera-Barrio Querido-Historia [Video]. YouTube.
<https://www.youtube.com/watch?v=IZfl1Yoq10I>
- Escobar, J., Betancur, T., Palacio, C., & Muriel, R. (2008). Los retos de la enseñanza de los sistemas de información geográfica integrados a la gestión del medio ambiente y los recursos naturales. *Gestión y Ambiente*, 11(3), 125-136.
<https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/28213>
- Estrategia Internacional para la Reducción de los Desastres (EIRD), Unidad Regional para América Latina y el Caribe, & UNICEF Costa Rica y Panamá. (2003). ¡Aprendamos a prevenir los desastres! Los niños y las niñas también participamos en la reducción de riesgos. 1-24. <https://www.unisdr.org/2004/campaign/booklet-spa/Booklet-spanish.pdf>
- Facultad de humanidades y ciencias de la educación (FaHCE). (2021). Conociendo los volcanes: Guía didáctica para la enseñanza y aprendizaje del volcanismo, su relación con el ecosistema y el ser humano. Universidad Nacional de La Plata. 1-139.
https://www.academia.edu/62357345/Conociendo_los_volcanes_Gu%C3%ADa_did%C3%A1ctica_para_la_ense%C3%B1anza_y_aprendizaje_del_volcanismo_su_relaci%C3%B3n_con_el_ecosistema_y_el_ser_humano

- Fermeli, G., Meléndez, G., Calonge, A., Dermitzakis, M., Steininger, F., Koutsouveli, A., et al. (2011). Geoschools: innovative teaching of geosciences in secondary schools and raising awareness on geoh heritage in the society. *Avances y retos en la conservación del Patrimonio Geológico en España. Actas de la IX Reunión Nacional de la Comisión de Patrimonio Geológico (Sociedad Geológica de España)* (pp. 120-122). León: Área de Publicaciones, Universidad de León. https://www.researchgate.net/publication/266970563_Geoschools_innovative_teaching_of_geosciences_in_secondary_schools_and_raising_awareness_on_geoh heritage_in_the_society
- Fernández, E., & Morales, G. (2012). *Google Earth para la Enseñanza de la Geografía. Grupo Educar, Santiago de Chile*. <https://www.grupoeducar.cl/noticia/google-earth-para-la-ensenanza-de-la-geografia/>
- Font, X., Serra, J., & Pinto, V. (1995). Los riesgos geológicos en la Ordenación Territorial. *Acta Geológica Hispánica*, 30(1-3), 83-90. <https://diposit.ub.edu/dspace/handle/2445/32982>
- Gil, P. (2012). Propuesta didáctica para la enseñanza del concepto de volcanes y sus amenazas. [tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia Bogotá]. Biblioteca Digital Universidad Nacional de Colombia. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/20271>
- Giraldo, J. (2016). Educación geográfica, riesgos socioambientales y google earth. *Didáctica, Innovación y Multimedia*, 34, 1-19. <https://scholar.google.com/citations?user=HN2hXBoAAAAJ&hl=es>
- Google Earth. (s.f.). Versiones de Earth. <https://www.google.com/intl/es/earth/about/versions/>
- Google Earth Engine. (s.f.). A planetary-scale platform for Earth science data & analysis. <https://earthengine.google.com/>

- Grupo de Estándares para Movimientos en Masa (GEMMA). (2007). Movimientos en Masa en la Región Andina: Una guía para la evaluación de amenazas. Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas. Servicio Nacional de Geología y Minería, Publicación Geológica Multinacional, 4, 432 p., 1 CD-ROM.
<https://repositorio.segemar.gov.ar/handle/308849217/2792;jsessionid=2E37BB43FD692FAB4E32C173418558F7>
- Grupo de trabajo del Concurso Mexicano de Evaluación de Suelos, Comisión de Acción Juvenil de la Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C. (2020). Manual de evaluación de suelos énfasis en memoria edáfica, materia orgánica e hidroedafología.
<https://www.smcsmx.org/files/concurso/2020/Manual3CMES2020.pdf>
- Hermelin, M. (1982). El origen del Valle de Aburrá - Evolución de las ideas. *Boletín de Ciencias de la Tierra*, (7-8), 47–65.
<https://revistas.unal.edu.co/index.php/rbct/article/view/94642>
- Hermelin, M. (1990). Geología y medio ambiente en Colombia: Un balance. *Revista Universidad Eafit*, 80, 45-54.
<https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/16648/document%20-%202020-06-19T130127.670.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Hermelin, M. (2005). Desastres de Origen Natural en Colombia, 1979-2004. ed.1. Medellín: Universidad Eafit, 247 p. ISBN 958-8173-89-2.
<http://hdl.handle.net/10784/17417>
- Hermelin, M. (2007). Valle de Aburrá: ¿Quo vadis? *Gestión y Ambiente*, 10(2), 07–16.
<https://revistas.unal.edu.co/index.php/gestion/article/view/1408>
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. (2018). Metodología de la investigación: las rutas: cuantitativa, cualitativa y mixta. Ciudad de México, México: Editorial Mc Graw Hill Education, <http://repositorio.uasb.edu.bo/handle/54000/1292>

- Humacata, L., & Cáceres, A. (2013). Implementación de Google Earth y SIG en las clases de Geografía: una propuesta didáctica para el análisis ambiental del espacio local. *Geografía y Sistemas de Información Geográfica*, 5, 153-163. https://www.researchgate.net/publication/298213358_Implementacion_de_Google_Earth_y_SIG_en_las_clases_de_Geografia_una_propuesta_didactica_para_el_analisis_ambiental_del_espacio_local
- Ilustre Colegio Oficial de Geólogos (ICOG). (2020). ENGIE, un proyecto europeo para incentivar vocaciones STEM entre las adolescentes. *Novedades ICOG. Tierra y Tecnología. T&T* 56. <https://www.icog.es/TyT/index.php/2020/07/engie-un-proyecto-europeo-para-incentivar-vocaciones-stem-entre-las-adolescentes/>
- Institución Educativa Barrio Olaya Herrera. (s.f.). Reseña histórica. <https://iebarrioolayaherrera.blogspot.com/p/resena-historica.html>
- Instituto Científico del Pacífico. (2023, febrero 22). Descarga de DEM desde earth explorer para QGIS [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=ASo1QhANXIE>
- Islami, N. (2018). The use of google earth as the learning media in geosciences education. *Journal of Educational Sciences*. 2(1), 56-63. <https://jes.ejournal.unri.ac.id/index.php/JES/article/view/4896>
- Jerez, O. (2006). El lenguaje cartográfico como instrumento para la enseñanza de una geografía crítica y para la educación ambiental. 483-501. https://www.researchgate.net/publication/280717488_EL_LENGUAJE_CARTOGRAFICO_COMO_INSTRUMENTO_PARA_LA_ENSEÑANZA_DE_UNA_GEOGRAFIA_CRITICA_Y_PARA_LA_EDUCACION_AMBIENTAL
- Kholoshyn, I., Bondarenko, O., Hanchuk, O., & Varfolomyeyeva, I. (2020). Cloud technologies as a tool of creating Earth Remote Sensing educational resources. *CTE Workshop Proceedings*. 7, 474–486. <https://doi.org/10.55056/cte.388>
- Lacreu, H. (2019). Geolodactica, desafíos para renovar la enseñanza de la Geología. *Terrae Didáctica*. 15, 1-11. <https://doi.org/10.20396/td.v15i0.8654666>
- Lavell, A. (2006). Apuntes para una reflexión institucional en países de la Subregión Andina sobre el enfoque de la Gestión del Riesgo. PREDECAN.

- https://www.academia.edu/31071726/Apuntes_para_una_reflexi%C3%B3n_institucional_en_pa%C3%ADses_de_la_Subregi%C3%B3n_Andina_sobre_el_enfoque_de_la_Gesti%C3%B3n_del_Riesgo_1?auto=download
- MappingGIS. (2023, septiembre 13). Cómo instalar QGIS en Windows [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=ox9H28nzkHM>
- Marchamalo, M., Menéndez, I., Sanz, E., & Martínez, R. (2010). Geología aplicada y geomática: experiencia docente de integración en el currículo del ingeniero civil. En: "I Jornadas sobre Innovación Docente y Adaptación al EEES en las Titulaciones Técnicas". <https://oa.upm.es/32506/>
- Martínez, N., Bodego, A., Payros, A., & Antón, A. (2022). Análisis de la enseñanza de los procesos geológicos externos en la educación secundaria obligatoria del País Vasco. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*. Vol. 19 Núm. 2: 19(2). https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2022.v19.i2.2102
- Melo López, D. (2008). Causas probables de los deslizamientos ocurridos en el barrio El Socorro y el barrio El Poblado urbanización Alto Verde del municipio de Medellín. Universidad Nacional de Colombia. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/2915>
- Menéndez, I., Marchamalo, Mi., Sanz, E., & Martínez, R. (2011). Experiencia de integración curricular basada en el autoaprendizaje: geomática aplicada a la geología. En: "III Congreso Internacional UNIVEST: la autogestión del aprendizaje". <https://oa.upm.es/21179/>
- Meneses, A., & Tatalcha, L. (2015). Objeto virtual de aprendizaje para básica secundaria sobre amenazas geológicas basado en la información temática del Servicio Geológico Colombiano-OVA-AG. [tesis de maestría, Universidad de Nariño]. Biblioteca Digital Universidad de Nariño Colombia. <https://sired.udenar.edu.co/8532/1/91007.pdf>
- Ministerio de Educación Nacional (MEN). (1998a). Lineamientos Curriculares para Ciencias Naturales y Educación Ambiental. Bogotá. Colombia. <https://www.mineduacion.gov.co/1621/article-89869.html>

- Ministerio de Educación Nacional (MEN). (1998b). Lineamientos Curriculares para Matemáticas. Bogotá. Colombia. https://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-89869_archivo_pdf9.pdf
- Ministerio de Educación Nacional (MEN). (2002). Lineamientos Curriculares para Ciencias Sociales. Bogotá. Colombia. https://www.mineduacion.gov.co/1780/articles-339975_recurso_1.pdf
- Ministerio de Educación Nacional (MEN). (2004). Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Educación Ambiental. Bogotá. Colombia. https://www.mineduacion.gov.co/1780/articles-81033_archivo_pdf.pdf
- Ministerio de Educación Nacional (MEN). (2006). Estándares Básicos de Competencias en Matemáticas. Bogotá. Colombia. https://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-116042_archivo_pdf2.pdf
- Ministerio de Educación Nacional (MEN). (2016a). Derechos Básicos de Aprendizaje – Ciencias Naturales. V.1. Gobierno de Colombia. <https://www.colombiaaprende.edu.co/recurso-coleccion/derechos-basicos-de-aprendizaje-en-todas-las-areas>
- Ministerio de Educación Nacional (MEN). (2016b). Derechos Básicos de Aprendizaje – Ciencias Sociales. V.1. Gobierno de Colombia. <https://www.colombiaaprende.edu.co/recurso-coleccion/derechos-basicos-de-aprendizaje-en-todas-las-areas>
- Ministerio de Educación Nacional (MEN). (2016c). Derechos Básicos de Aprendizaje – Matemáticas. V.2. Gobierno de Colombia. https://colombiaaprende.edu.co/sites/default/files/files_public/2022-06/DBA_Matematicas-min.pdf
- Ministerio de Educación Nacional (MEN). (2020a). Guía No. 30 Ser competente en tecnología: ¡una necesidad para el desarrollo! Gobierno de Colombia. <https://www.mineduacion.gov.co/portal/men/Publicaciones/Guias/160915:Guia-No-30-Ser-competente-en-tecnologia-una-necesidad-para-el-desarrollo>

- Ministerio de Educación Nacional (MEN). (2020b). Orientaciones curriculares para el área de Tecnología e Informática en Educación básica y media. Gobierno de Colombia. https://www.colombiaaprende.edu.co/sites/default/files/files_public/2022-11/Orientaciones_Curricules_Tecnologia.pdf
- Montero, J. (2017). Clasificación de movimientos en masa y su distribución en terrenos geológicos de Colombia. Libros del Servicio Geológico Colombiano (SGC). Bogotá: Ministerio de Minas. <https://libros.sgc.gov.co/index.php/editorial/catalog/book/36>
- Morales, S., Muñoz, C., & Acevedo, J. (2012). Trayectorias de socialización de la niñez desplazada por la violencia en los asentamientos de la ciudad de Medellín. Fondo Editorial Luis Amigó. Federación Internacional de Universidades Católicas-FIUC. <https://www.funlam.edu.co/modules/fondoeditorial/item.php?itemid=186>
- Muñoz, J., Joo, J., & García-Bermejo, J. (2015). Herramientas geomáticas utilizadas en educación: situación actual y su relación con procesos educativos. *Enseñanza & Teaching: Revista interuniversitaria de didáctica*, 33(1), 25-56. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5094664>
- Nabel, P., & Becerra, R. (2008). Uso de técnicas geomáticas para el mapeo y caracterización de unidades geomórficas de la Ciudad de Buenos Aires (Argentina) mediante interpretación visual de parámetros morfométricos. *Boletín De La Sociedad Geológica Mexicana*. 60(2), 173-185. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-33222008000200004
- NAT GIS PRO. (2022, septiembre 27). Crear SHAPEFILE en QGIS (Polígono, Línea y Punto) 2022 [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=cTAW2RI0Qlw>
- Nieto, A. (2010). El uso didáctico de los sistemas de información geográfica en el Espacio Europeo de Educación Superior. TEJUELO. *Didáctica de la lengua y la Literatura*, 9, 136-161. <https://tejuelo.unex.es/article/view/2455>

- Núñez, S. & Sosa, N. (2016). Deslizamiento en el sector de Vista Alegre. Región Huancavelica, provincia y distrito de Churcampa. Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico – INGEMMET.
<https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/1185>
- Occhipinti, S. (2019). A Problem-Based Learning Approach Enhancing Students' Awareness of Natural Risks and Hazards in Italian Schools. *Geosciences* 9, no. 7: 283. <https://doi.org/10.3390/geosciences9070283>
- Ochoa, M. (1974). Glaciación al noroeste de Medellín. *Anales de la Fac. de Minas*, 58, 107-117. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/83708>
- Oficina para la Coordinación de Asuntos Humanitarios de las Naciones Unidas (OCHA). (2020). Desastres naturales en América Latina y el Caribe 2000 - 2019. <https://www.sela.org/es/centro-de-documentacion/base-de-datos-documental/bdd/66493/desastres-naturales-en-alc-200-2019>
- Olcese, M. (2018). Importancia de las tecnologías de la información y comunicación en la enseñanza de la geología en la Universidad Nacional de Ingeniería. [tesis de maestría, Universidad Antonio Ruiz de Montoya Lima]. Biblioteca Digital Universidad Antonio Ruíz de Montoya Perú. https://repositorio.uarm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12833/1950/Olcese%20Huerta%2c%20Manuel%20Daniel_Tesis_Maestr%3%ada_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Pascual, J. (2015). Recursos para el aula: Earth Learning Idea: www.earthlearningidea.com. *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*. 82, 81-82. https://www.researchgate.net/publication/283153723_Recursos_para_el_aula_Earth_Learning_Idea_wwearthlearningideacom
- Pedrinaci, E. (2012). Alfabetización en Ciencias de la Tierra, una propuesta necesaria. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 20(2), 133-141. <https://raco.cat/index.php/ECT/article/view/257532>
- Pedrinaci, E., Alcalde, S., Alfaro, P., Almodóvar, G.R., Barrera, J., Belmonte, A., et al. (2013). *Alfabetización en ciencias de la Tierra. Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 21(2), 117-129. <https://rabida.uhu.es/dspace/handle/10272/7919>

- Peña, D., & Arias, C. (2020). La educación en geociencias como eje de formación ciudadana en el contexto ecuatoriano. *Res Non Verba*, 10(1), 1–10. <https://doi.org/10.21855/resnonverba.v10i1.330>
- Perales, F., Carrillo, J., García, A., & Vásquez, M. (2021). Los volcanes: algunas perspectivas para un conocimiento científico y didáctico. *Revista eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 18(3), 1–23. https://doi.org/10.25267/rev_eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i3.3105
- Pérez, M. (2016). Currículo Transversal en la Contemporaneidad. *Escenarios*, 14(1), 85-101. <http://dx.doi.org/10.15665/esc.v14i1.881>
- Petsch, C., Velho, L., & Rosa, K. (2019). Uso de plataformas de datos e google earth engine no ensino da criosfera e mudanças climáticas. *Geosaberes, Fortaleza*. 10(22), 36-48. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8461954>
- Posada, J. (1936). Bosquejo geológico de Antioquia. *Anales de la Escuela Nacional de Minas* 38, 1-51. https://www.accefyn.com/cientificos/pdf/JuanCruz/1936_bosquejoGeologicoAntioquia_analesEscNacionalMinas.pdf
- Pres Currylea Geography Pres Currylea Geography. (2018, julio 23). Evidence of a soil creep [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=iawpBoTcx94>
- Pujol, F. (2017). El aprendizaje basado en proyectos y el aprendizaje guiado como estrategias didácticas en Biología y Geología de 4º de ESO. [tesis de maestría, Universidad Internacional de La Rioja]. Biblioteca Digital Universidad de Universidad Internacional de la Rioja España. <https://reunir.unir.net/bitstream/handle/123456789/6052/PUJOL%20CUNILL%2C%20FRANCISCA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Quintero, J. (2012). Temas selectos geomática: métodos y aplicaciones. Geografía para el Siglo XXI, Serie Libros de investigación. México: Instituto de Geografía UNAM. <http://www.publicaciones.igg.unam.mx/index.php/ig/catalog/view/38/38/114-1>

- Ramón, L. (2022). ¡Previendo los Desastres en la escuela! El Libro Pop-Up: Un recurso didáctico para la enseñanza de la Prevención de Desastres en la escuela. [tesis de maestría, Universidad La Gran Colombia Bogotá]. Biblioteca Digital Universidad La Gran Colombia. <https://repository.ugc.edu.co/handle/11396/7412>
- Rendón, D. (2003). Tectonic and Sedimentary Evolution of the Upper Aburrá Valley, Northern Colombian Andes. [tesis de maestría, Universidad de Shimane Matsue]. Biblioteca Digital Universidad de Shimane Japón.
- Roca, N., & Garcia, M. (2020). Trainee Teacher Experience in Geoscience Education: Can We Do Better? *Geoheritage*, 12, 92.
- Rodríguez, S., & Fernández, M. (2018). Análisis de la implantación de las TIC en la educación secundaria. Tendencias tecnológicas actuales. *Revista De Estilos De Aprendizaje*, 11(22). <https://doi.org/10.55777/rea.v11i22.1082>
- Rodríguez, E., Sandoval, J., Chaparro, J., Trejos, G., Medina, E., Ramírez, K., Castro, E., Castro, J., & Ruiz, G. (Eds.). (2017). Guía metodológica para la zonificación de amenaza por movimientos en masa escala 1: 25.000. Bogotá: Servicio Geológico Colombiano. <https://libros.sgc.gov.co/index.php/editorial/catalog/book/34>
- Rodríguez, G., González, H., Zapata, G., Cossio, U., & Correa, A. (2016). Geología de la Plancha 147 Medellín Oriental Escala 1:50.000 Versión 2016. Bogotá: Servicio Geológico Colombiano. <https://catalogo.sgc.gov.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=73410>
- Román, R. (2018). *Material educativo* infantil sobre desastres naturales desarrollado para CONRED. [tesis de maestría, Universidad de San Carlos de Guatemala]. Biblioteca Digital Universidad de San Carlos de Guatemala. http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/02/02_4787.pdf
- Scheibe, R. (1919). Informe sobre resultados de la comisión científica nacional en Antioquia. https://catalogo.sgc.gov.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=74504&shelfbrowse_itemnumber=74646
- SERGA-UN. (2020, noviembre 20). Movimientos en Masa II – Análisis Técnico [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=wG4WS215iVI>

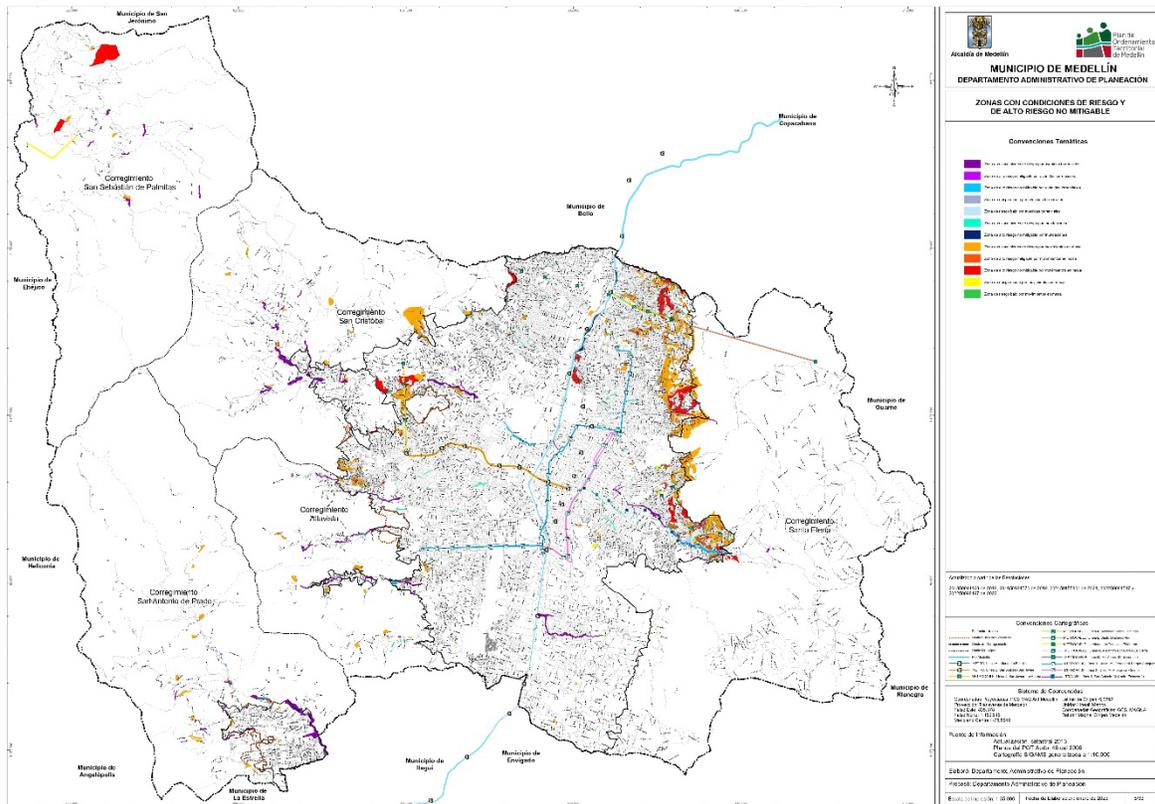
- SERGA-UN. (2021, mayo 08). Marco Teórico: movimientos en masa asociados a dinámica fluvial | Parte 2 [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=9QKHSzgIPyg&t=2159s>
- Servicio Geológico Colombiano (SGC). (2016a, septiembre 19). flujo Canal [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=FqObxunVW2M>
- Servicio Geológico Colombiano (SGC). (2016b, septiembre 19). flujo No canal [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=P5u9uuOJAY0>
- Servicio Geológico Colombiano (SGC). (2016c, septiembre 19). MM Caida Detritos [Video]. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=2R_E8F9B2SQ
- Servicio Geológico Colombiano (SGC). (2016d, septiembre 19). MM Caida Rocas [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=zsIcl6MQewk>
- Servicio Geológico Colombiano (SGC). (2016e, septiembre 19). MM Desliza en Cuna [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=D-A5KSE-whU>
- Servicio Geológico Colombiano (SGC). (2016f, septiembre 19). MM Desliza Rotacional Simple [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=iLoNq-c6XFM>
- Servicio Geológico Colombiano (SGC). (2016g, septiembre 19). MM Desliza Traslacional [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=rF0nTzmxcf8>
- Servicio Geológico Colombiano (SGC). (2016h, agosto 24). MM Flujo Detritos [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=uSzm-AV54Yc>
- Servicio Geológico Colombiano (SGC). (2016i, septiembre 19). MM flujo Lodo [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=2GMIOJQC2Qs>
- Servicio Geológico Colombiano (SGC). (2016j, septiembre 19). MM Volca Rocas [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=pgnR-xNNGCk>
- Sharpe, C. (1938). *Landslide and Related Phenomena*: Columbia University Press, New York. 137p.
- Silva, F., & Compiani, M. (2006). Las imágenes geológicas y geocientíficas en libros didácticos de ciencias. *Enseñanza de las ciencias*. 24(2), 207-218. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3801>

- Solano, M. (1993). Los sistemas de información geográfica: conceptos y utilización. *Revista Geográfica de América Central*, 1(27), 123-135. <https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/geografica/article/view/3002>
- Storyful News & Weather. (2016, julio 29). Amazing Footage of Debris Flow in Illgraben Landslide [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=Fsh5E9m3PrM>
- STS Global. (2013, febrero 08). Do-it-yourself experiments-Landslide [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=6tSnA9I6uL4>
- Torres, A. (2012). Propuesta Didáctica para la Enseñanza del Pensamiento Geoespacial en la Educación Básica. Centro De Investigación En Geografía Y Geomática Ing. Jorge L Tamayo, A.C. CentroGeo. <https://centrogeo.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1012/69/1/44-2012-Tesis-Torres%20G%C3%B3mez%2C%20Aura%20Citlalli-Maestra%20en%20Geom%C3%A1tica.pdf>
- UNESCO. (2019). Geociencias en la educación primaria y secundaria, volumen 1: realidades y oportunidades en América Latina y el Caribe. ISBN: 978-92-3-300123-7. 128 pages. Montevideo: UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000371312>
- Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD). (2013). Guía comunitaria para la gestión del riesgo de desastres. Bogotá: UNGRD. <http://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/bitstream/handle/20.500.11762/157/2-guia-comunitaria-grd.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD), & Céspedes, N. (2013). Monitoreo comunitario de movimientos en masa. <http://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/handle/20.500.11762/27240>
- Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD), Arbeláez, L., & Vallejo, S. (2018a). Vivir en tierra de volcanes. 1-80. <http://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/handle/20.500.11762/27211>
- Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD), Arbeláez, L., & Vallejo, S. (2018b). Propuesta educativa y guía de uso pedagógico. 1-13. <http://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/handle/20.500.11762/27211>

- Vargas, G. (2000). Criterios para la clasificación y descripción de movimientos en masa. *Boletín De Geología*, 22(37), 39–67. <https://revistas.uis.edu.co/index.php/revistaboletindegologia/article/view/3965>
- Villacorta, S., Sellés, J., Greco, R., Oliveira, A., Castillo, A., & Arias, D. (2020). LAIGEO y su contribución a la mejora de la enseñanza y difusión de las geociencias en América Latina y Caribe: actividades realizadas y proyectos futuros. Serie Correlación Geológica. San Miguel de Tucumán. *Instituto Superior de Correlación Geológica*. 35(2), 67-76. <https://hdl.handle.net/20.500.12733/1668107>
- Vega, J. (2013). Estimación del riesgo por deslizamientos de laderas generados por eventos sísmicos en la ciudad de Medellín usando herramientas de la geomática. https://comisiones.ipgh.org/CARTOGRAFIA/Premio/Tesis_2015/Tesis_Johnny_Vega.pdf
- Wyoming State Geological Survey. (s.f.). Types of Landslides. <https://www.wsgs.wyo.gov/hazards/landslides.aspx>
- Zavala, B., Vilchez, M., Rosado, M., Pari, W., & Peña, F. (2014). Estudio geoambiental en la cuenca del río Colca, INGEMMET. *Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica*, 57, 222 p., 11 mapas.
- Zilio, M., Zamponi, A., & Roggiero, M. (2019). Aprender a leer los mapas para aprehender/comprender el territorio: Google Earth Pro como fuente de información: provincias de San Juan y Corrientes. XXI Jornadas de Geografía de la UNLP, 9 al 11 de octubre de 2019, Ensenada, Argentina. http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/trab_eventos/ev.13475/ev.13475.pdf

Anexos

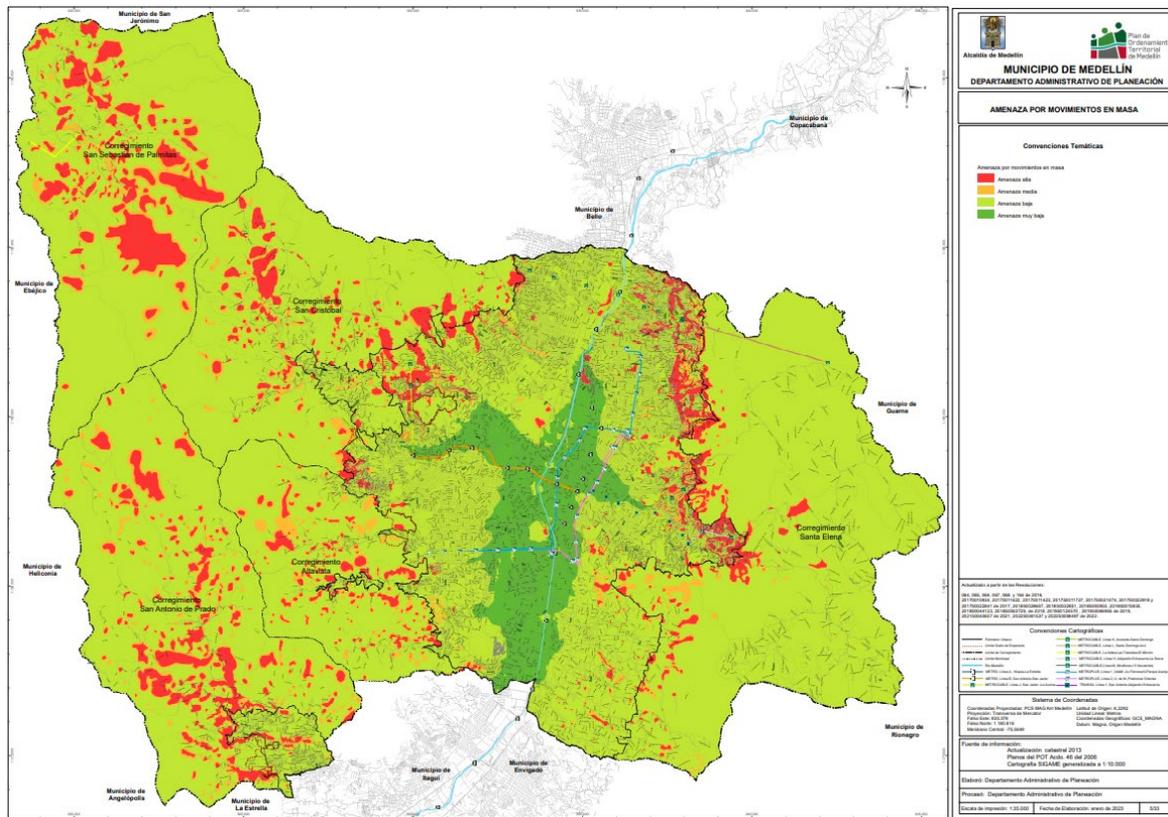
Anexo 1. Mapa de Zonas con condiciones de riesgo y de alto riesgo no mitigable del Municipio de Medellín.



Disponible en

https://www.medellin.gov.co/servicios/metadatos_gis/CatalogoMapas/PDF/8d-ZCondRgoAltoRgoNoMitig-P.pdf

Anexo 2. Mapa de Amenaza por movimientos en masa del Municipio de Medellín.



Disponible en

https://www.medellin.gov.co/servicios/metadatos_gis/CatalogoMapas/PDF/5q-AmzaMovMasa-P.pdf

Anexo 3. Matriz de contenidos curriculares de los documentos de política educativa relacionados con la geomática y la comprensión geoambiental de los movimientos en masa.

Contenidos curriculares relacionados con la comprensión geoambiental de los movimientos en masa a través de herramientas tecnológicas de la geomática								
Documentos de política pública	Área	Grado	Categorías Movimientos en masa	Categorías de los Factores geoambientales en la ocurrencia de movimientos en masa		Categorías de la Ciencia de la Geomática		
			<i>Tipos de movimientos en masa</i>	<i>Factores internos o de condición inicial</i>	<i>Factores externos o detonantes</i>	<i>Tipos de herramientas geomáticas</i>	<i>Aplicaciones con herramientas geomáticas</i>	
			Ej: Caídas; Volcamientos; Deslizamientos; Flujos; Reptación	Ej: Relieve, Condiciones climáticas, Evolución geomorfológica y procesos, Marco geológico, Cobertura vegetal	Ej: Usos del suelo, sismos	Ej: SIG, GPS, Globos terráneos virtuales, Teledetección, Fotogrametría	Ej: Cartografía, Monitoreo ambiental	Ej: Conceptos matemáticos: Plano cartesiano, Figuras Geométricas, Pendiente, Rectas
Competencias	Ciencias Naturales	4° a 5°	“Analizo características ambientales de mi entorno y peligros que lo amenazan” (MEN, 2004, p. 17)					
			“Establezco relaciones entre mareas, corrientes marinas, movimiento de placas tectónicas, formas del paisaje y relieve, y las fuerzas que los generan” (MEN, 2004, p. 17)					
		11°	“Analiza cuestiones ambientales actuales, como el calentamiento global, contaminación, tala de bosques y minería, desde una visión sistémica (económico, social, ambiental y cultural)” (MEN, 2016a, p. 39)					
		N/R	Comprendo que "las ciencias naturales (física, química, biología, ciencias de la tierra y del espacio etc.) por ser ciencias factuales están referidas a las cosas, eventos y procesos del mundo natural” (MEN, 1998a, p. 48).					

Ciencias Sociales	6°	“Comprende que la Tierra es un planeta en constante transformación cuyos cambios influyen en las formas del relieve terrestre y en la vida de las comunidades que la habitan” (MEN, 2016b, p. 29)	/
	6° a 7°	"Reconozco características de la Tierra que la hacen un planeta vivo" (MEN, 2004, p. 35)	
	N/R	Comprendo que la "sobreexplotación de los recursos que parece ser la causa fundamental del creciente aumento de las catástrofes naturales que estamos padeciendo (inundaciones, sequías, cambios climáticos, derrumbes, hambrunas)" (MEN, 2002, p. 58)	
Matemáticas	9°	Represento lo bidimensional del espacio en tridimensión (MEN, 1998b, p. 39).	/
		"Uso representaciones geométricas para resolver y formular problemas en las matemáticas y en otras disciplinas" (MEN, 2006, p. 86)	
		"Identifico y utilizo diferentes maneras de definir y medir la pendiente de una curva que representa en el plano cartesiano situaciones de variación" (MEN, 2006, p. 87)	
	Selecciono y uso técnicas e instrumentos para medir longitudes, áreas de superficies, volúmenes y ángulos con niveles de precisión apropiados (MEN, 2006, p. 87).		
	10°	Uso argumentos geométricos para resolver y formular problemas en contextos matemáticos y en otras ciencias (MEN, 2006, p. 87).	
		Explora y describe las propiedades de los lugares geométricos y de sus transformaciones a partir de diferentes representaciones (MEN, 2016c, p. 76).	
11°	Aplico distintas formas de razonamiento y métodos de argumentación en la vida cotidiana, en las ciencias sociales, en las ciencias naturales y en las matemáticas; análisis de ejemplos y contraejemplos para cambiar la atribución de necesidad o suficiencia a una condición dada (MEN, 1998b, p. 67)	/	
	Diseño experimentos aleatorios (de las ciencias físicas, naturales o sociales) para estudiar un problema o pregunta (MEN, 2006, p. 89).		
	"Modela objetos geométricos en diversos sistemas de coordenadas (cartesiano, polar, esférico) y realiza comparaciones y toma decisiones con respecto a los modelos" (MEN, 2016c, p. 84).		
Tecnología	6° a 7°	"Uso las tecnologías de la información y la comunicación, para procesar información, comunicar ideas creativamente, trabajar colaborativamente y generar representaciones de la realidad en múltiples formatos" (MEN, 2020b, p. 60).	/
		Identifico la influencia de factores ambientales, sociales, culturales y económicos en la solución de problemas (MEN, 2020b, p. 60).	
	8° a 9°	"Relaciono saberes, conocimientos tecnológicos e informáticos con los conocimientos de otras disciplinas" (MEN, 2020b, p. 58)	

		10° a 11°	"Actúo críticamente y de forma argumentada frente a las implicaciones éticas, sociales y ambientales del desarrollo, implementación, uso y disposición final de los productos tecnológicos" (MEN, 2020b, p. 56).	Empleo principios para la utilización eficiente de los sistemas tecnológicos del entorno de los estudiantes (MEN, 2020a, p.24).
			"Reconozco las implicaciones éticas, sociales y ambientales de las manifestaciones tecnológicas del mundo en que vivo, y actúo responsablemente" (MEN, 2020a, p. 25).	

Anexo 4. Matriz de herramientas geomáticas disponibles en internet que permitan la comprensión geoambiental de los movimientos en masa.

<i>Tipo de herramienta de geomática</i>	Nombre	Definición	Descripción	Tipo de acceso	Equipo de uso	Uso de internet	Variedad de funciones	Dificultad de uso	Posibilidades que ofrece
<i>Sistemas de información geográfica (SIG)</i>	ArcGIS	Software de sistema de información geográfica	Ampliamente utilizado, con capacidades completas de SIG.	Comercial	PC, Mac	Si Modo sin conexión	Amplia variedad	Medio	Amplia variedad: Alto nivel de personalización Organización, visualización y análisis de datos geoespaciales Creación y edición de mapas Cartografía y MDE
	QGIS	Software de sistema de información geográfica	Opción de código abierto, potente para SIG.	Gratuito	PC, Mac	Si Modo sin conexión	Versátil	Fácil	Amplia variedad: Organización, visualización y análisis de datos geoespaciales Creación y edición de mapas Cartografía y MDE
	GRASS GIS	Software de sistema de información geográfica	Opción de código abierto, potente y gratuita para SIG.	Gratuito	PC, Mac	Si Modo sin conexión	Potente	Medio	Amplia variedad: Organización, visualización y análisis de datos geoespaciales Creación y edición de mapas Cartografía y MDE

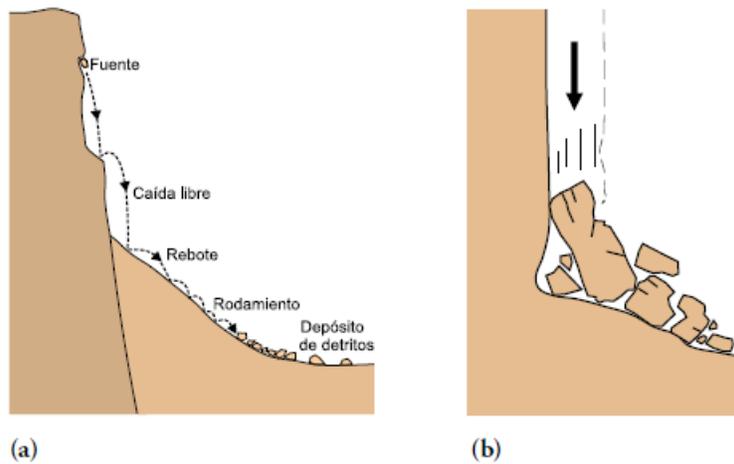
<i>Sistemas de Posicionamiento Global (GPS)</i>	Garmin BaseCamp	Software de navegación GPS	Software de escritorio para la gestión y planificación de rutas.	Gratuito	PC, smartphone	Si Modo sin conexión	Limitado	Fácil	Navegación: Planificación de rutas Gestión de datos GPS Visualización de mapas
	Google Maps	Servicio web de mapas	Aplicación web y móvil para navegación y direcciones.	Gratuito	PC, Mac, tableta, smartphone	Si Modo sin conexión	Limitado	Fácil	Visualización: Accesible Visualización de mapas Búsqueda de información geoespacial Navegación
<i>Globos terráqueos virtuales</i>	Google Earth Pro	Software de visualización geográfica	Plataforma de visualización 3D que permite explorar datos geoespaciales en todo el mundo.	Gratuito	PC, Mac, tableta, smartphone	Si	Limitado	Fácil	Visualización: Accesible Visualización de mapas Búsqueda de información geoespacial Exploración de la Tierra
<i>Teledetección</i>	Google Earth Engine	Servicio de análisis de datos geoespaciales	Plataforma en línea para el análisis de imágenes satelitales.	Gratuito	PC, Mac, servidor	Si	Amplia variedad	Medio	Accesible y de Modelado: Análisis y visualización de datos geoespaciales Recopilación de datos Imágenes y datos crudos Enfoque espacial Capacidad de monitorización MDE

	ENVI	Software de procesamiento de imágenes	Software especializado para procesar imágenes de teledetección.	Comercial	PC, Mac, servidor	Si	Potente	Medio	Procesamiento de imágenes: Análisis y visualización de imágenes
<i>Fotogrametría</i>	Pix4D	Software de fotogrametría	Utiliza imágenes aéreas o satelitales para medir y modelar objetos tridimensionales.	Comercial	PC, Mac	Si	Potente	Medio	Procesamiento de imágenes aéreas: Análisis y visualización de datos de imágenes aéreas Creación de modelos 3D a partir de imágenes
	Regard3D	Software de fotogrametría	Opción de código abierto. Permite crear ortomosaicos, nubes de puntos y modelos digitales del terreno a partir de una serie de imágenes.	Gratuito	PC, Mac	No	Limitado	Medio	Procesamiento de imágenes aéreas: Análisis y visualización de datos de imágenes aéreas Creación de modelos 3D a partir de imágenes
<i>Aplicaciones Móviles SIG</i>	ArcGIS Earth	Aplicación para la recopilación de datos geoespaciales	Recopilación de datos geoespaciales en campo.	Gratuito	PC, Mac, tableta, smartphone	Si	Limitado	Fácil	Recopilación de datos geoespaciales en campo Creación y visualización de mapas

Anexo 5. Recursos empleados para la propuesta didáctica.

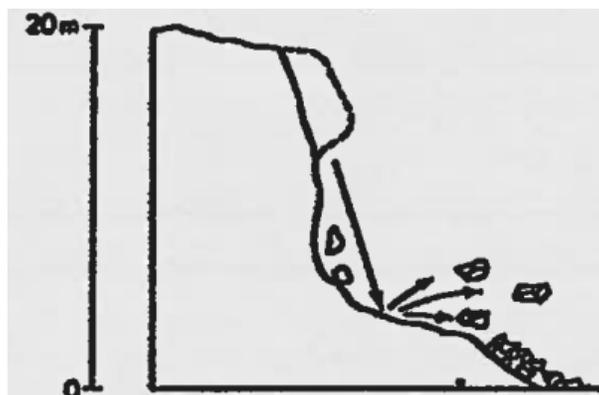
➤ Unidad 1. Caídas

Imagen 1. *Caídas de rocas y detritos.* (a) *Esquema de la caída de rocas* (b) *Corominas y Yague (1997) denominan a este movimiento “colapso”.*



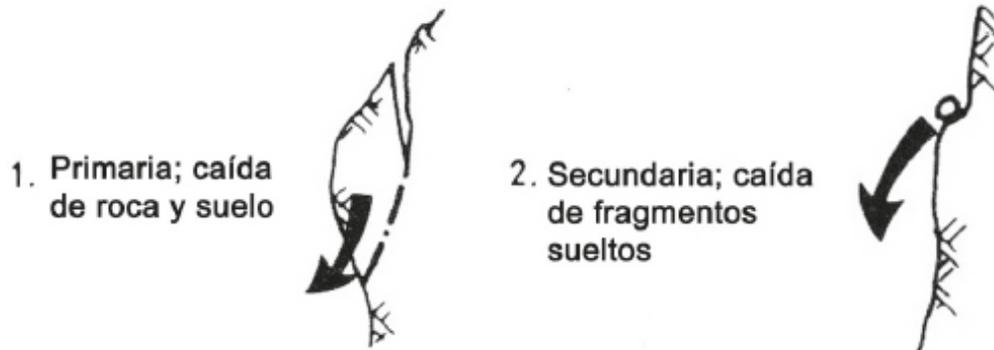
Nota. Fuente: GEMMA (2007, p. 6).

Imagen 2. *Esquema de caídas de rocas.*



Nota. Fuente: Varnes (1978) citado por Cruden y Varnes (1996, p. 67).

Imagen 3. *Caídas primaria y secundaria.*



Nota. Fuente: Montero (2017, p. 44).

Imagen 4, 5 y 6. *Caída de rocas y detritos.*

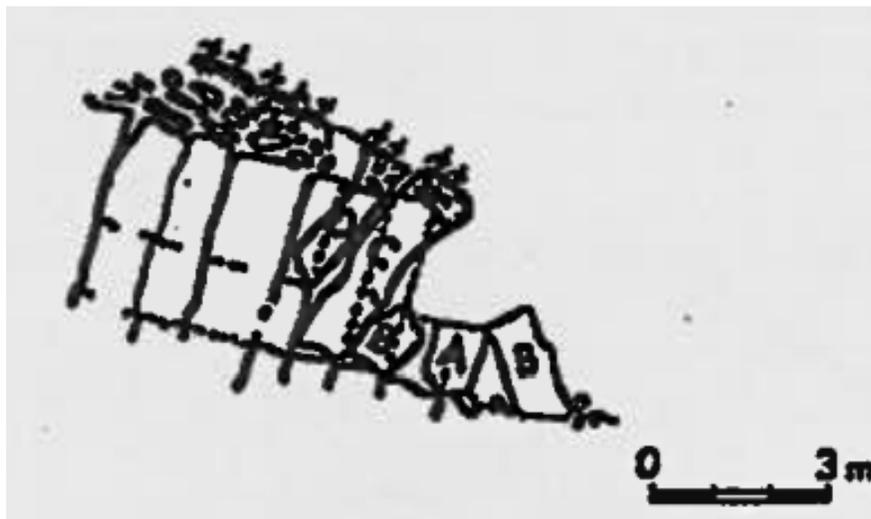




Nota. Fuente: SERGA-UN (2020).

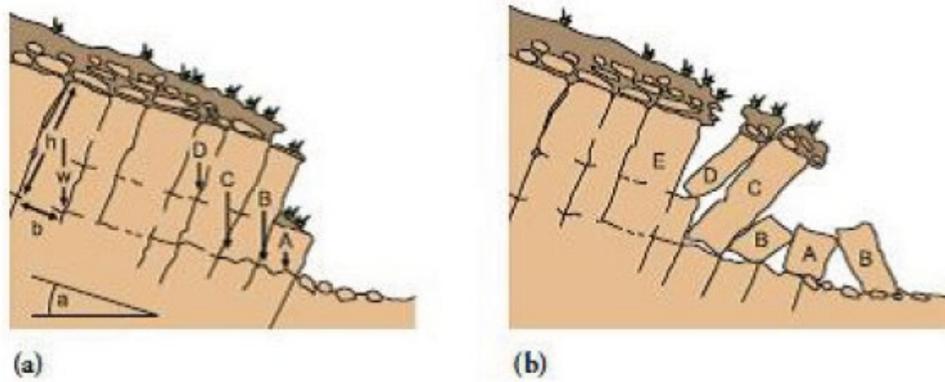
➤ Unidad 2. Volcamientos

Imagen 7. *Esquema de volcamiento.*



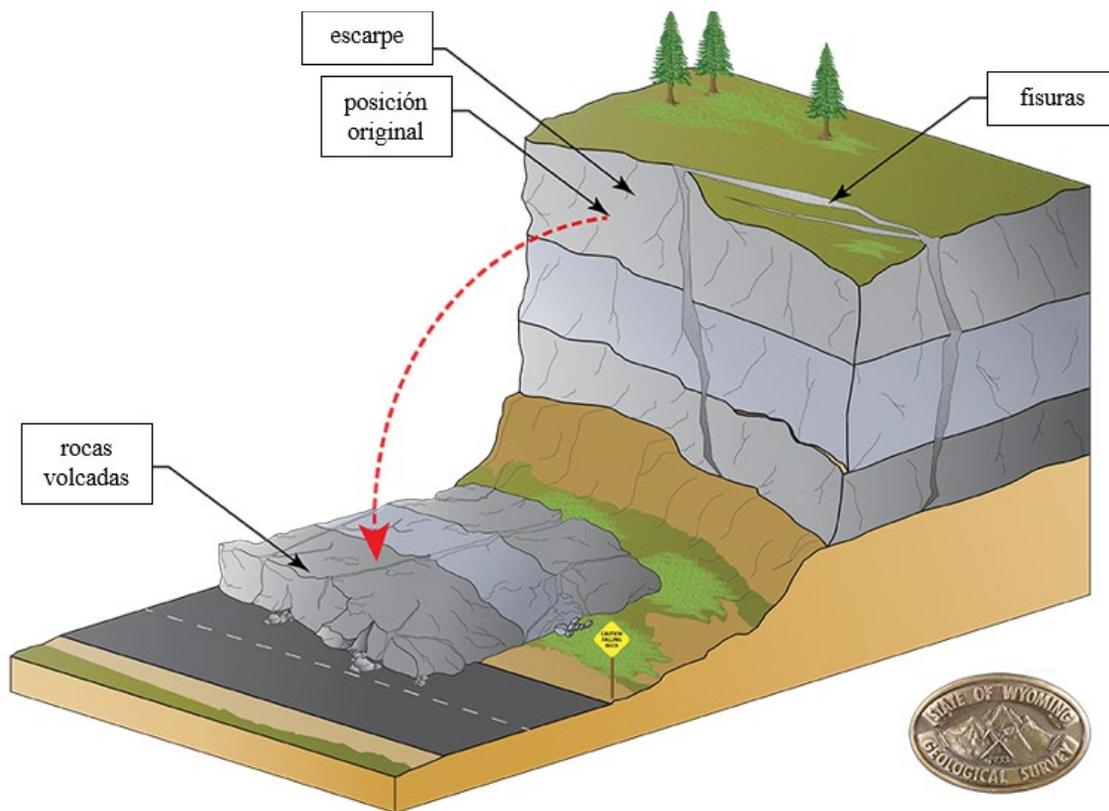
Nota. Fuente: Varnes (1978) citado por Cruden y Varnes (1996, p. 67).

Imagen 8. Esquema del volcamiento de bloques.



Nota. Fuente: Montero (2017, p. 49).

Imagen 9. Esquema del volcamiento de bloques de rocas.



Nota. Fuente: modificado de Wyoming State Geological Survey (s.f.).

Imagen 10. *Esquema del volcamiento de bloques.*

Nota. Fuente: Carlos-Valerio et al. (2007, p. 195).

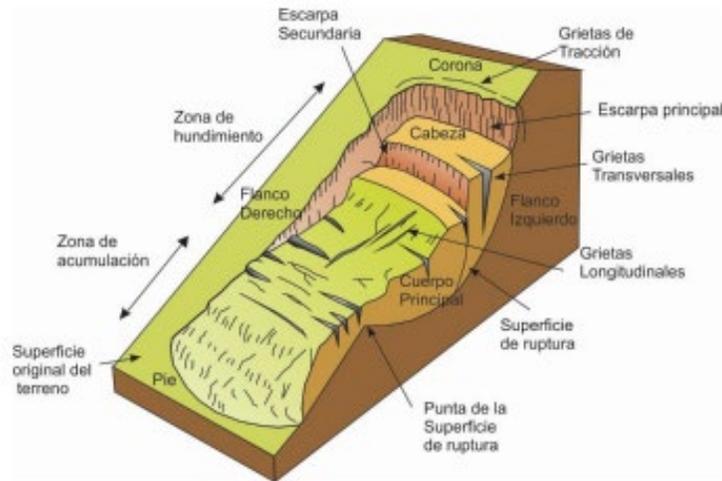
➤ Unidad 3. Deslizamientos

Imagen 11. *Clases de pendientes y su gradiente de inclinación.*

Clase*	Descripción	Porcentaje	Grados
01	Plano	0 - 1	0 - 0.57
02	Muy ligeramente inclinado	1 - 2	0.57 - 1.15
03	Ligeramente inclinado	2 - 5	1.15 - 2.86
04	Inclinado	5 - 10	2.86 - 5.71
05	Fuertemente inclinado	10 - 15	5.71 - 8.53
06	Moderadamente escarpado	15 - 30	8.53 - 16.70
07	Escarpado	30 - 60	16.70 - 30.96
08	Muy escarpado	> 60	> 30.96

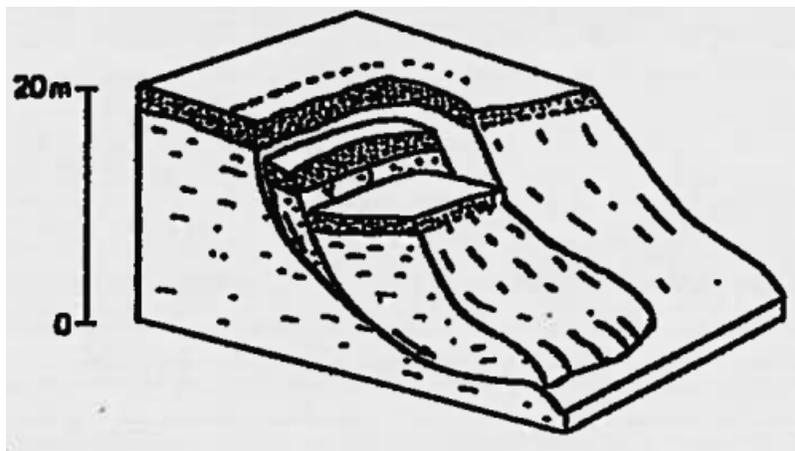
Nota. Fuente: Adaptado de FAO (2009, citado por Grupo de trabajo del Concurso Mexicano de Evaluación de Suelo et al., 2020, p. 7).

Imagen 12. *Esquema de un deslizamiento con sus partes principales.*



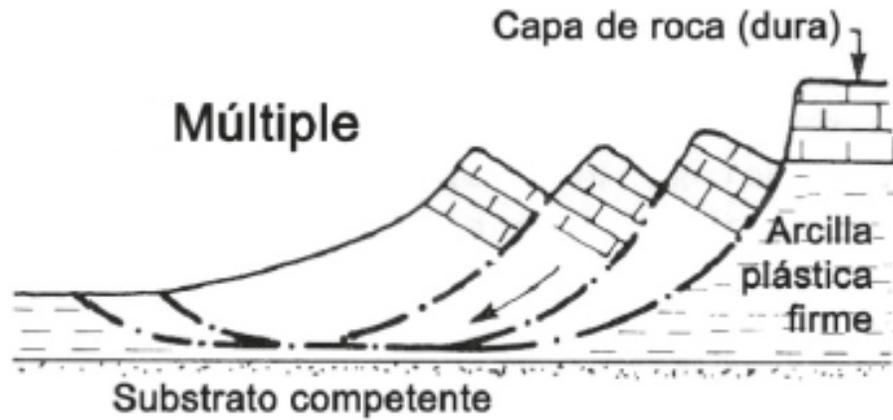
Nota. Fuente: Cruden y Varnes (1996, citados por Núñez y Sosa, 2016, p. 6).

Imagen 13. *Esquema de deslizamiento rotacional.*



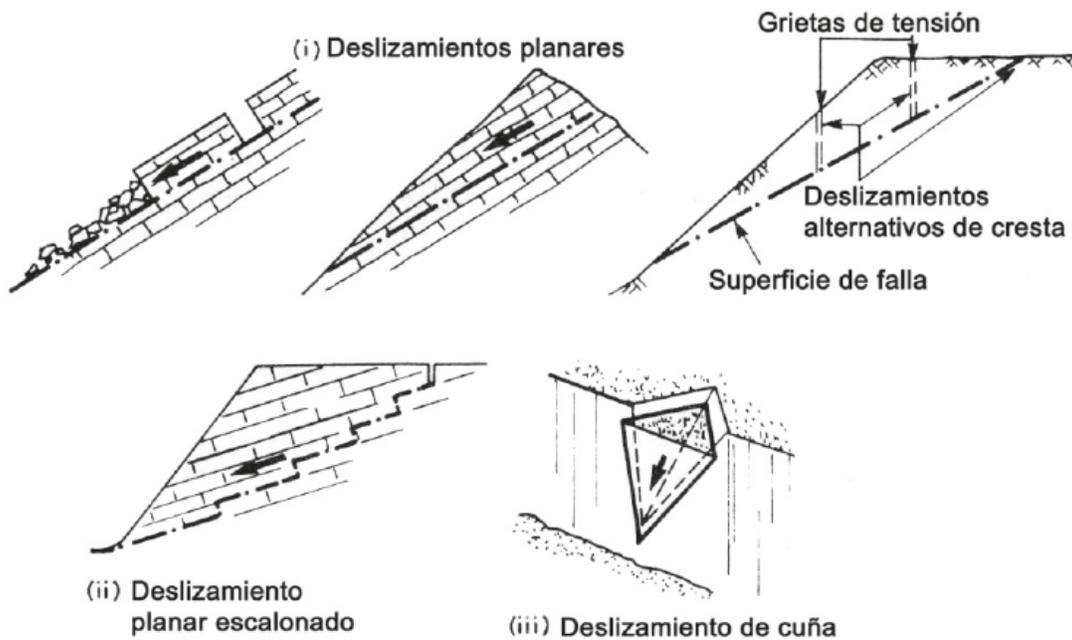
Nota. Fuente: Varnes (1978) citado por Cruden y Varnes (1996, p. 67).

Imagen 14. *Deslizamiento rotacional múltiple.*



Nota. Fuente: Montero (2017, p. 37).

Imagen 15. *Deslizamiento traslacional de roca: i) Planar. ii) Planar escalonado. iii) Planar de cuñas.*



Nota. Fuente: Montero (2017, p. 38).

Imagen 16. *Contenido de humedad en los deslizamientos.*

Tabla 8. Contenido de humedad en los deslizamientos

Seco	No se observa humedad.
Húmedo	Se observa algo de humedad pero no flujo libre; el material se comporta como un sólido plástico pero no fluye.
Mojado	El material se comporta en parte de manera viscosa (como un líquido); se observa flujo de agua o empozamientos locales.
Muy mojado	Se observan manantiales a flujo libre.

Fuente: Cruden & Varnes 1996.

Nota. Fuente: Montero (2017, p. 65)

Imagen 17. *Partes de los movimientos en masa tipo deslizamiento: escarpe o zona de inicio (e), cuerpo o zona de depósito (d) y área proclive a ser afectada (ace).*



Nota. Fuente: E. Rodríguez et al. (2017, p. 49).

Imagen 18 y 19. Deslizamientos rotacionales.



Nota. Fuente: E. Rodríguez et al. (2017, p. 112-113).

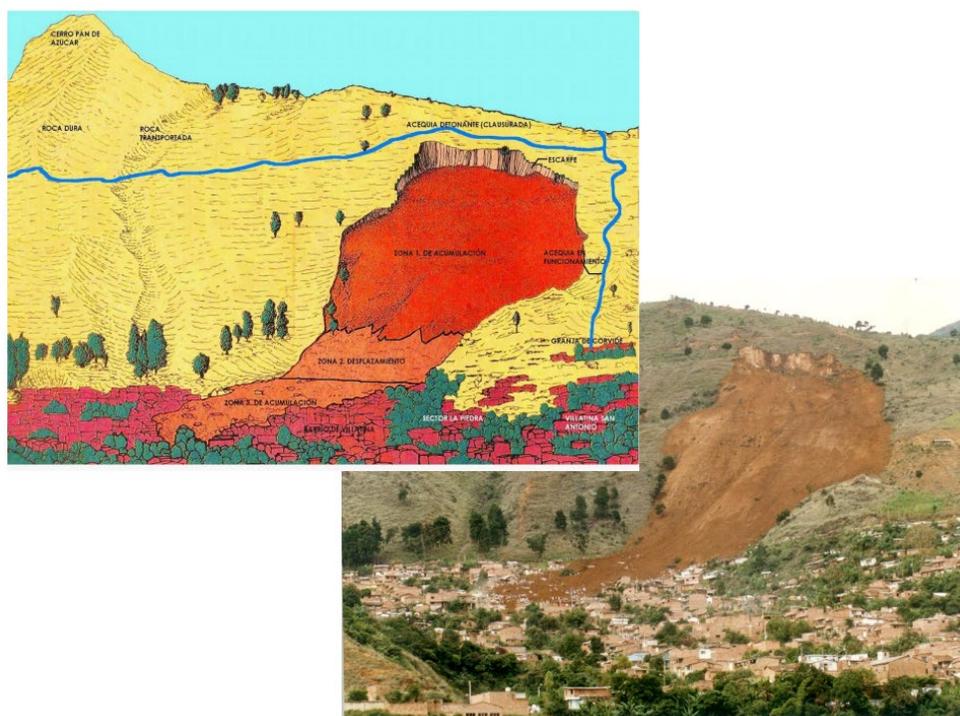
Imagen 20, 21 y 22. Deslizamiento Paz Viejo – Boyacá. Primera: Vista satelital en planta mediante Google Earth, en rojo la zona del flujo. Segunda: Vista satelital inclinada mediante Google Earth. Tercera: Vista satelital inclinada mediante Google Earth, en rojo el desprendimiento e inicio del flujo, en mostaza la dirección del flujo y movimiento del material)





Nota. Fuente: SERGA-UN (2021)

Imagen 23. Esquema de la tragedia del Deslizamiento en Villatina por Alejandro Chica.



Nota. Fuente: Coupé et al. (2007, p. 40).

El deslizamiento en Villatina ocurrió el 27 de septiembre de 1987, el cual se originó sobre la parte superior del Cerro Pan de Azúcar en la ciudad de Medellín, el cual destruyó 120 viviendas y causó la muerte de unas 500 personas. Como causa detonante del deslizamiento se mencionó la adecuación de una acequia, para transportar agua de consumo, que coronaba la zona desestabilizada (Coupé et al., 2007, p. 40). Hermelin (2005, p. 58) indica que el deslizamiento fue de tipo planar rotacional, en el cual se dio el rompimiento del material, y posteriormente se desplazó por unas superficies planas heredadas al suelo de la anterior roca, y finalmente se formó una superficie curva dando paso al movimiento rotacional.

Imagen 24. *Escarpe del deslizamiento en la Urbanización Alto Verde en la ciudad de Medellín.*



Nota. Fuente: Melo López (2008, p. 38).

Imagen 25. *Deslizamiento en cuña.*



Nota. Fuente: Hüngr et al (2013, citados por SERGA-UN, 2020).

Imagen 26. *Deslizamiento en cuña.*



Nota. Fuente: SERGA-UN (2020).

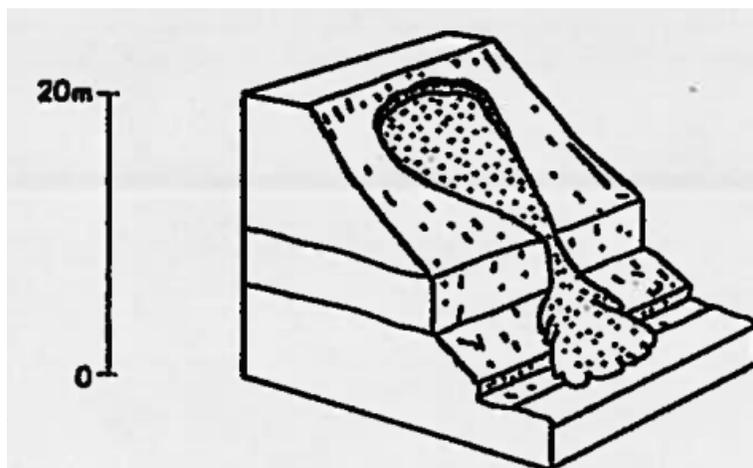
Imagen 27. *Deslizamiento traslacional planar.*



Nota. Fuente: Hüngr et. al. (2013, citados por SERGA-UN, 2020).

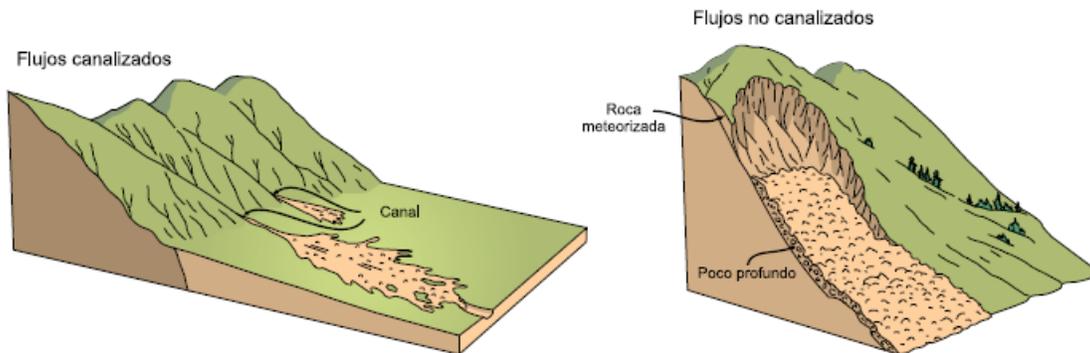
➤ Unidad 4. Flujos

Imagen 28. *Esquema de flujo.*



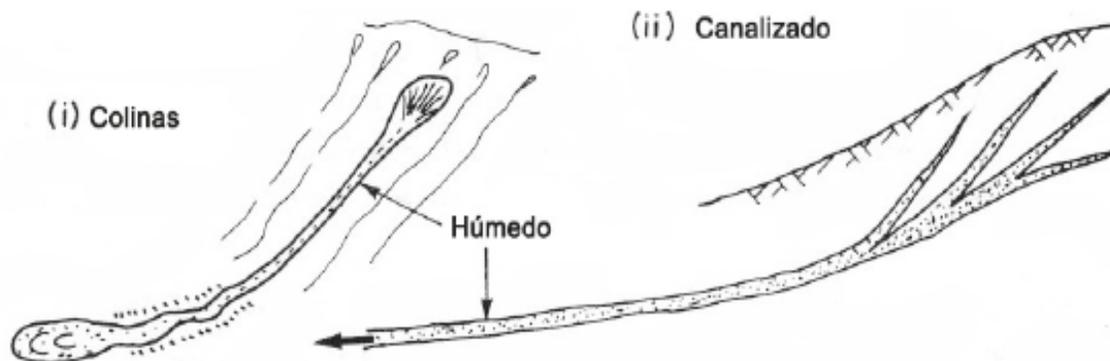
Nota. Fuente: Varnes (1978) citado por Cruden y Varnes (1996, p. 67).

Imagen 29. Esquema de flujos canalizados y no canalizados.



Nota. Fuente: GEMMA (2007, p. 21).

Imagen 30. Flujo de detrito húmedo: flujo de detrito no canalizado en colinas, y flujo de detrito canalizado en montaña.



Nota. Fuente: Montero (2017, p. 42).

Imagen 31. *Múltiples flujos.*



Nota. Fuente: SERGA-UN (2020).

Imagen 32 y 33. *Flujos canalizados: Izquierda (Izq.): Flujo en el cañón del río Chicamocha. Derecha (Der.): Flujos de detritos en la cuenca del río Checras, Lima (Perú).*



Nota. Fuente: Izq.: SERGA-UN (2020). Der.: Montero (2017, p. 75).

Imagen 34. *Flujo del relleno sanitario Dona Juana de la ciudad de Bogotá.*



Nota. Fuente: SERGA-UN (2020).

Imagen 35. *Flujo del relleno sanitario Dona Juana de la ciudad de Bogotá con las direcciones del movimiento.*



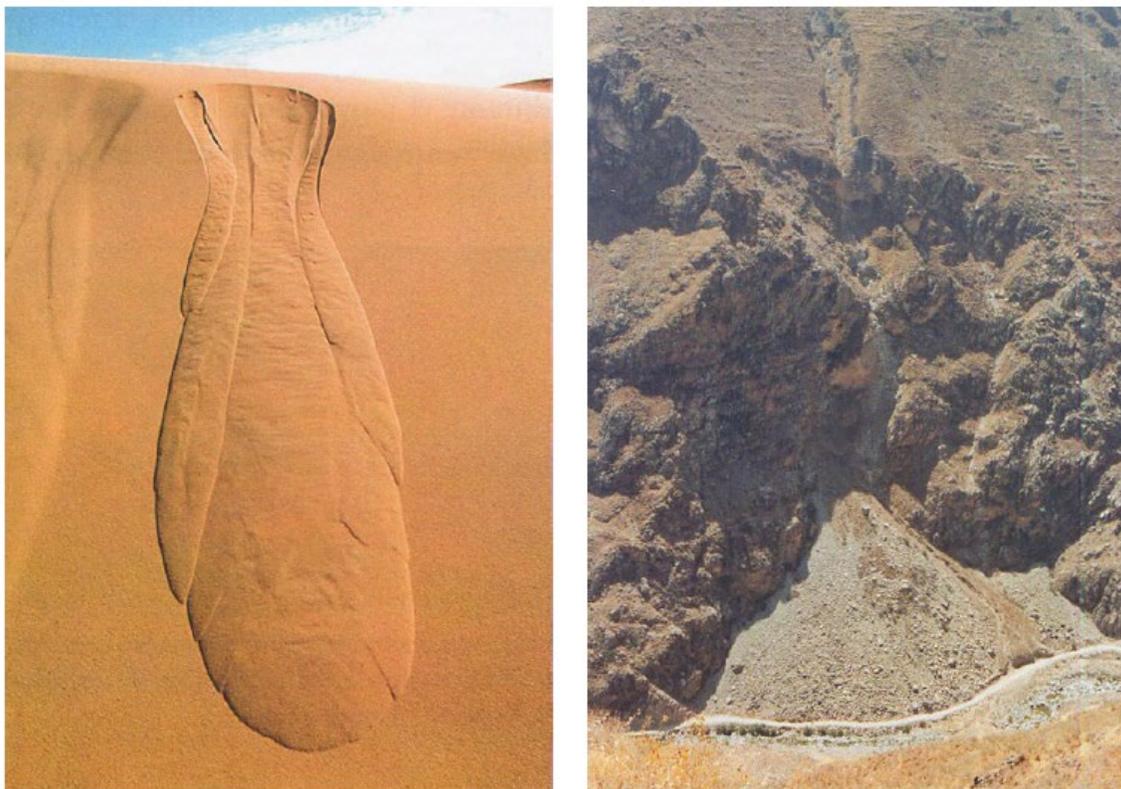
Nota. Fuente: SERGA-UN (2020).

Imagen 36. *Múltiples flujos.*



Nota. Fuente: E. Rodríguez et al. (2017, p. 114).

Imagen 37 y 38. *Flujos: Izquierda (Izq.): Flujo de arena seca, Derecha (Der.): Cono de talus.*



Nota. Fuente: Izq. Pieage en PMA-GCA citados por Montero (2017, p. 71). Der. Evans & Hungr en PMA-GCA citados por Montero (2017, p. 71).

Imagen 39. *Flujos de detritos depositados en el abanico de Caraballeda, estado Vargas (Venezuela), durante el evento catastrófico ocurrido los días 15 y 16 de diciembre de 1999.*



Nota. Fuente: Smith, Usace en PMA-GCA citados por Montero (2017, p. 77).

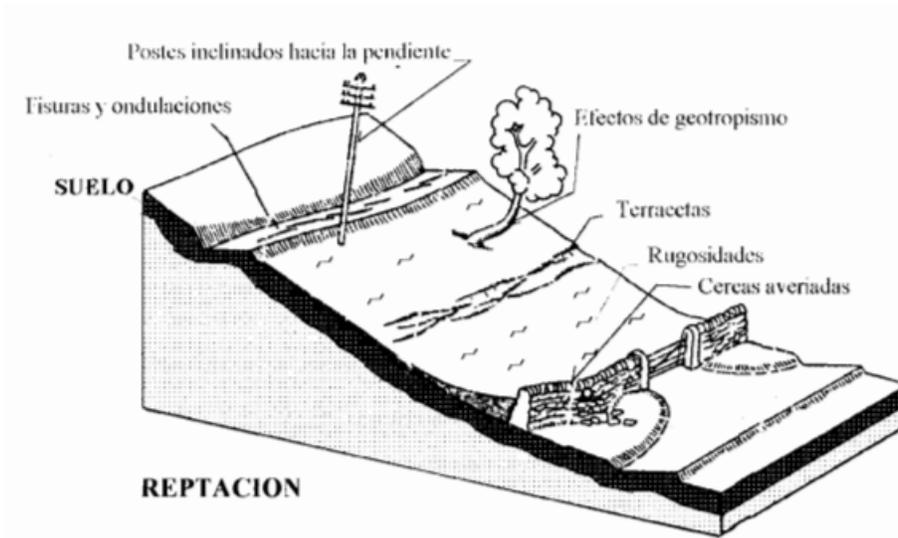
Imagen 40. *Avalanchas de detritos durante el evento catastrófico de Vargas (Galipán, estado Vargas, Venezuela), 1999.*



Nota. Fuente: Montero (2017, p. 80).

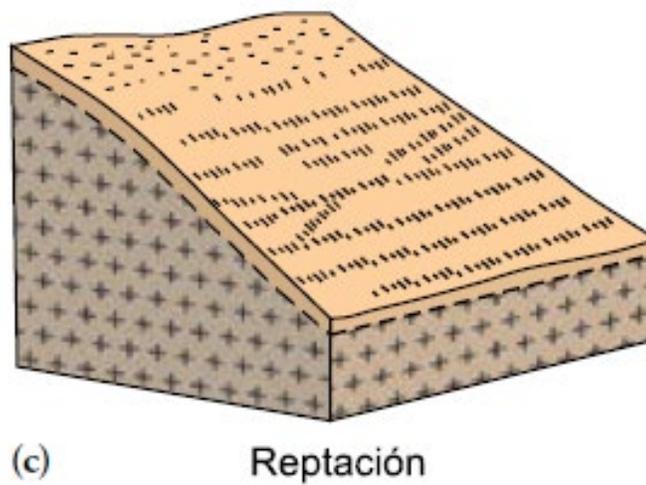
➤ Unidad 5. Reptación

Imagen 41. *Reptación de un terreno.*



Nota. Fuente: Vargas (2000, p. 49).

Imagen 42. *Esquema de la reptación.*



Nota. Fuente: GEMMA (2007, p. 30).

Imagen 43 y 44. *Reptación.*



Nota. Fuente: SERGA-UN (2020).