UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

Diseño de un módulo didáctico para la Enseñanza Aprendizaje de las fuerzas compresivas a estudiantes de Ciclo I de Educación Media con base en el análisis de la interacción entre las placas tectónicas

Katherine Cifuentes Martinez

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias

Maestría en Enseñanza de Ciencias Exactas y Naturales

Bogotá D.C., Colombia

2017

Diseño de un módulo didáctico para la Enseñanza Aprendizaje de las fuerzas compresivas a estudiantes de Ciclo I de Educación Media con base en el análisis de la interacción entre las placas tectónicas

Katherine Cifuentes Martinez

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de:

Magister en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales

Director:

JUAN MANUEL MORENO MURILLO

Geólogo - M.Sc. Profesor Asociado del Departamento de Geociencias

Grupo de Geomorfología y Procesos Fluviales

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias

Maestría en Enseñanza de Ciencias Exactas y Naturales

Bogotá D.C., Colombia

2017

Dedicatoria:

A mis padres quienes me brindaron su apoyo incondicional, siendo siempre ejemplo de persistencia y mi respaldo en los buenos momentos y en aquellos en donde sentía desfallecer.

A mi hermano Pablo, quien siempre ha sido un gran ejemplo y un soporte en mi vida.

A mi tía Claudina (Q.E.P.D) quien desde el cielo ilumina mi camino para que logre cumplir mis sueños.

A Dios quien siempre está a mi lado siendo mi guía y mi verdad, labrando el camino para lograr este propósito.

Agradecimientos

Al profesor JUAN MANUEL MORENO MURILLO, director del proyecto quien, con su sabiduría, infinita paciencia, tiempo y dedicación me ayudó a encaminar y desarrollar la investigación de una forma exitosa.

A la Universidad Nacional de Colombia por permitirme hacer parte de ella, contribuyendo con sus recursos físicos y personal humano en mi formación profesional como Magister en la Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales.

Resumen

Se busca realizar la construcción de un módulo didáctico que pueda ser utilizado como herramienta por el docente de física en la enseñanza de conceptos relacionados a fuerzas compresivas, utilizando como medio los procesos involucrados en el movimiento de las placas tectónicas que se llevan a cabo en la dinámica del interior de la Tierra. Por lo anterior, se realiza un recuento histórico, epistemológico y disciplinar respecto a contenidos básicos asociados a dinámica y tectónica de placas, generando un material dirigido a estudiantes de Ciclo I de educación media, que se basa en el aprendizaje significativo como estrategia en el desarrollo de habilidades frente a la relación de los conceptos que se aprenden en el aula con eventos naturales que se presentan en su entorno.

Palabras Clave: Tectónica de Placas, Fuerzas Compresivas, Esfuerzo, Deformación, Aprendizaje significativo

Abstract

The construction of a didactic module that can be used as a tool by the physics teacher in the teaching of concepts related to compressive forces is sought, using as a means the processes involved in the movement of the tectonic plates that are carried out in the dynamics of the interior of the Earth. Therefore, a historical, epistemological and disciplinary recount is made regarding basic contents associated with plate tectonics and dynamics, generating a material aimed at students of Cycle I of secondary education that is based on significant learning as a strategy in the development of skills in relation to the concepts learned in the classroom with natural events that occur in their environment.

Keywords: Tectonic Plates, Compressive Forces, Significant Learning, Stress, Strain

Tabla de Contenido

Resumen V

Abstract V

Lista de Figuras VIII

Lista de Tablas X

Introducción 1

1. Fundamentación Histórico – Epistemológica 3

1.1. Concepto de Fuerza 3

1.2. Placas Tectónicas 10

2. Fundamentación Teórica 19

2.1. Fuerza 19

2.1.1. Leyes de Newton 21
2.1.2. Elasticidad y Ley de Hooke 23
2.1.3. Esfuerzo y Deformación 24
2.1.4. Calor 26
2.1.5. Relación Física - Geología 27

2.2. Dinámica de la tierra 28

2.2.1. Placas Tectónicas 30
2.2.2. Dinámica de las Placas 34
2.2.3. Caso de Estudio: América del Sur 38

3. Fundamentación Pedagógica 41

3.1. Lineamientos y Estándares respecto a Placas Tectónicas y Fuerzas 41

3.2. Estrategia Didáctica: Aprendizaje Significativo 42

3.2.1. Conceptos Previos 43

3.3. Encuesta y Análisis de Información 44

4. Modulo Didáctico: Cartilla 47

4.1. Actividad 1: Jugando con las placas tectónicas 47

4.2. Actividad 2: Reconociendo las características de los materiales 51

4.3. Actividad 3: Identificando los efectos de las fuerzas entre placas tectónicas en el relieve 55

4.4. Actividad 4: Efecto de las fuerzas compresivas sobre capas de material. Analogía con las rocas sedimentarias 58

5. Conclusiones y Recomendaciones 63

5.1. Conclusiones 63

5.2. Recomendaciones 64

Anexo A. Prueba Diagnostica 67

Anexo B. Análisis de la Encuesta 70

Anexo C. Guías de Trabajo Modulo Didáctico 79

Bibliografía 85

Lista de Figuras

Figura 1. Representación del mito de la creación según los egipcios 3

Figura 2. Modelo Aristotélico del Universo 5

Figura 3. Modelo Heliocéntrico del Universo 7

Figura 4. Evento que propicia el estudio de leyes físicas por parte de Isaac Newton. 9

Figura 5. Ley de Elasticidad de Hooke 10

Figura 6. Representación de pez gato en la mitología japonesa. 11

Figura 7. Imagen del atlas de Ortelius. 13

Figura 8. Representación del Supercontinente Gondwana. 14

Figura 9. Modelo comparativo de la isostasia. 15

Figura 10. Representación de la Teoría de la Deriva Continental. 16

Figura 11. Teoría de la Tectónica de Placas. 17

Figura 12. Esquema de fuerzas que generan deformación en materiales 20

Figura 13. Esquema de la fuerza de fricción. 21

Figura 14. Representación de la Ley de la Inercia. 22

Figura 15. Representación de la Ley de Acción - Reacción 23

Figura 16. Grafica Fuerza vs Elongación 24

Figura 17. Comportamiento de los materiales frente a la acción de fuerzas compresivas. 25

Figura 18. Ejemplos de transferencia de calor por convección 26

Figura 19. Estructura de las capas de la tierra. 29

Figura 20. Placas Tectónicas en la Corteza Terrestre. 30

Figura 21. Límite Divergente entre placas. 32

Figura 22. Límite convergente entre placas. 33

Figura 23. Límite transformante entre placas. 33

Figura 24. Celdas convectivas en el manto terrestre. 34

Figura 25. Ciclo de las rocas. 35

Figura 26. Rocas Sedimentarias. 36

Figura 27. Estructura anticlinal y sinclinal. 37

Figura 28. Pliegue Inclinado y Tumbado. 37

Figura 29. Falla Inversa 38

Figura 30. Placas Tectónicas en Suramérica. 39

Figura 31. Ilustración de los procesos tectónicos que afecta Suramérica. 39

Figura 32. Imágenes de apoyo para la actividad 1 50

Figura 33. Imágenes de apoyo para la actividad 2 53

Figura 34. Imágenes de apoyo para la actividad 3 57

Figura 35. Imágenes de apoyo para la actividad 4 60

Lista de Tablas

Tabla 1. Estructura Interna de la Tierra..... 28

Tabla 2. Placas Tectónicas principales, ubicación y área de influencia..... 31

Tabla 3. Relación de aprendizaje por cada ciclo en el área de Ciencias Naturales según el Ministerio de Educación Nacional..... 42

Introducción

En un mundo donde cada vez es más frecuente escuchar acerca de la ocurrencia de fenómenos naturales, el resultado que se presenta a continuación pretender ser una herramienta para el docente, en donde a través de la explicación de fenómenos que se presentan en la cotidianidad del estudiante tales como sismos, terremotos y vulcanismo, se pueda establecer una conexión interdisciplinar que le permita formular explicaciones desde una perspectiva científica para todo lo que sucede en su entorno. En este caso específico se habla entonces de establecer una conexión entre dos ciencias: La física y la geología, las cuales al estar relacionadas permiten a través de sus modelos y leyes, describir la mayoría de los fenómenos que se presentan en el interior y la superficie del planeta.

Por otra parte, el trabajo surge también como respuesta a una necesidad evidenciada por los estudiantes frente al estudio de las ciencias naturales, en donde la monotonía en el desarrollo de las clases, la escasez de estrategias didácticas y la falta de una buena enseñanza en el desarrollo de las temáticas relacionadas a la explicación de eventos, genera desinterés y desmotivación dentro del aula. Por lo anterior, se busca plantear una alternativa que desarrolle habilidades científicas en el estudiante que le permitan darle sentido a lo que aprende.

La población hacia la cual se encuentra dirigida este trabajo son los estudiantes Ciclo I de Educación Básica, por lo anterior, se seleccionó la temática de fuerzas compresivas y su relación con el movimiento de las placas tectónicas, buscando principalmente que estos contenidos hubieran tenido un desarrollo curricular dentro del aula en alguno de los niveles de formación, según los lineamientos establecidos por el Ministerio de Educación Nacional para el área de Ciencias Naturales.

La propuesta se desarrolló realizando una revisión desde una perspectiva histórica, epistemológica, disciplinar y pedagógica que aportó elementos para la elaboración de un instrumento que permitió identificar el estado de conocimiento previo de los estudiantes frente a los conceptos asociados a Placas Tectónicas y Fuerza.

Con los resultados obtenidos anteriormente, se realizó la construcción de un módulo didáctico a manera de cartilla que permitiera a los estudiantes entender los fenómenos asociados a fuerzas compresivas en el interior y superficie de la tierra. Este módulo cuenta con cuatro actividades que aportan elementos a los estudiantes frente a la comprensión de la estructura interna de la tierra, las características de los materiales y la acción de la fuerza sobre los mismos, así como de las variaciones en las formas de relieve que produce el efecto de las fuerzas sobre las placas tectónicas, lo cual aporta información y elementos desde diferentes áreas del conocimiento.

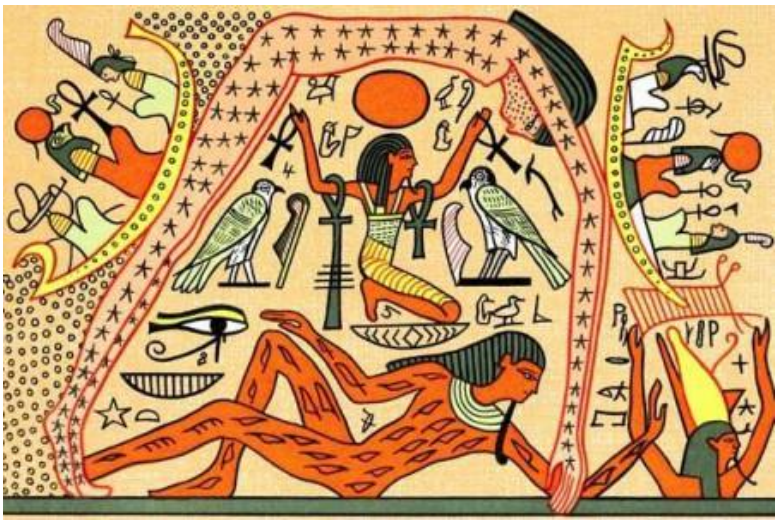
1. Fundamentación Histórico – Epistemológica

1.1. Concepto de Fuerza

Desde tiempos inmemorables, el ser humano ha sentido la necesidad de resolver las dudas frente a los eventos que se presentan en su entorno. Es así, que a través de la historia se han construido diversas teorías que dan cuenta de cómo desde el hombre arcaico hasta el hombre moderno, se ha contemplado y explicado todo lo que sucede en la naturaleza.

Las primeras teorías que surgieron con respecto a la explicación de fenómenos datan del Siglo IX a. C. en un periodo conocido como prefilosófico, en el cual, culturas principalmente de Mesopotamia, Egipto y Grecia (*Figura 1*) construyeron explicaciones en donde se contemplaba a la naturaleza como una unión de fuerzas y poderes, que podía ser manejada y/o modificada por medio de hechizos. De la misma forma, se relacionan los poderes de la naturaleza a fuerzas espirituales y sobrenaturales asociadas a religiones primitivas, magias, leyendas y mitos que explican la creación del mundo. Se establece de esta forma a la naturaleza como principal fuerza creadora de todo lo que nos rodea, (Escobar G, 2014).

Figura 1. Representación del mito de la creación según los egipcios



Tomado de https://sobreleyendas.com/tag/mito-de-la-creacion/

Mas adelante, hacia el siglo VI a. C., los griegos comenzaron a abandonar las interpretaciones cosmológicas y realizaron un primer acercamiento a la explicación e interpretación de fenómenos asociados a la naturaleza, así como al papel del hombre en la construcción y aportes a las ideas científicas, se pasa por primera vez del mito al logos.

Aristóteles (384–322 a. C.) propone una ciencia en la cual se genere el conocimiento a partir de lo que puede observar, arraigándose a la realidad, en lo que se denominó “Física del sentido común”; en esta, personas sin formación académica podían realizar interpretaciones y formular hipótesis a partir de la observación de todo tipo de fenómenos que se presentaban en su entorno.

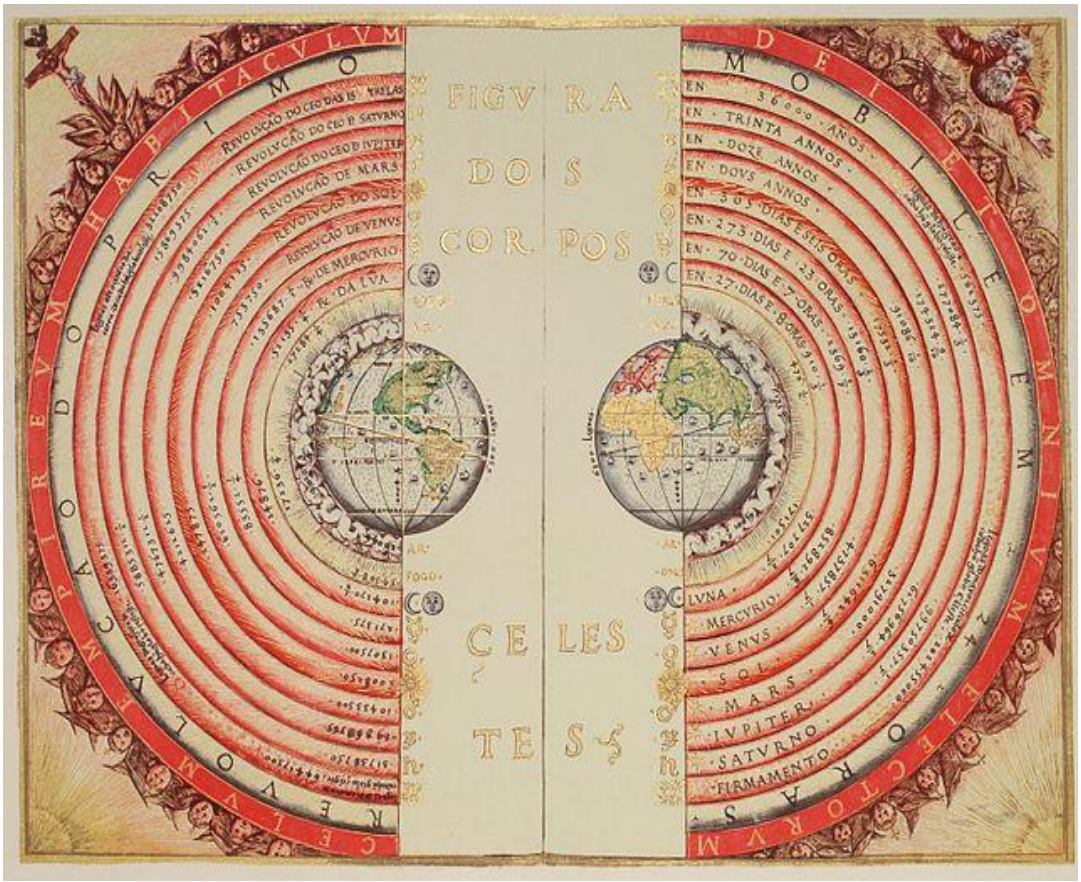
En un mundo en el cual prevalecían las ideas planteadas desde lo religioso sobre cualquier otro fundamento político, científico o espiritual; Aristóteles logro realizar un acercamiento al concepto tradicional de fuerza en donde la contempla como causa fundamental del movimiento gracias a la cual los objetos pueden desplazarse o cambiar su posición; y sin la cual los cuerpos simplemente permanecerían en su estado inicial o se detendrían. Establece así, que esta fuerza es una propiedad del objeto que se encuentra en su interior y que puede verse reflejada de dos formas, una en donde actúa sobre el objeto en sí mismo permitiéndole cambiar su estado de movimiento y otra en donde al actuar sobre otros objetos puede generar cambios en los mismos, (Rivera J, et al. 2014).

Aristóteles realizó también una clasificación de los movimientos en naturales y violentos. Los naturales corresponden a aquellos movimientos generados por sí mismos, aquellos que van de acuerdo con la naturaleza de las cosas, como por ejemplo el movimiento de los animales; argumenta que los cuerpos siempre buscan su lugar natural, en donde la sustancia tiene la capacidad de generar una modificación buscando llegar al fin al que aspira. Por otra parte, los violentos son aquellos contarios a la naturaleza, es decir, son aquellos en los que los cuerpos ocupan un lugar contrario al que normalmente ocuparían, irían en contra de su fin natural, como por ejemplo el movimiento hacia arriba de cosas pertenecientes a la tierra, (De Echandía G., 1995).

Posteriormente, realizó los primeros acercamientos a la fuerza de gravedad, en donde, Aristóteles propone un mundo natural compuesto por cuatro elementos agua, aire, fuego y tierra (*Figura 2*) que consolidan su modelo de universo, los cuales tienen una posición

natural en el universo con respecto a la cual tenderán a situarse. Todos los objetos estaban entonces conformados por diferentes cantidades de los elementos, lo cual determinaría su posición; aquellos conformados en su mayoría por tierra y agua “más pesados” se situarían en el centro, mientras que aquellos compuestos principalmente por fuego y aire “más livianos” irían hacia el exterior.

Figura 2. Modelo Aristotélico del Universo



Tomada de http://www.elorigendelhombre.com/de%20aristoteles%20a%20newton.html

Si bien las explicaciones propuestas por Aristóteles estuvieron vigentes por al menos un siglo, presentaban algunos vacíos frente a la explicación de fenómenos como caída libre y movimiento de proyectiles. Por lo anterior, Hiparco (190–120 a. C.), al intentar explicar el movimiento ascendente de los proyectiles en el cual un objeto era lanzado hacia el aire, desarrolló el concepto de fuerza impulsora, entendida como una fuerza transmitida en el lanzamiento -por quien lo realiza-, que le permitía al objeto moverse por el aire y que se acababa gradualmente generando que finalmente el objeto cayera al suelo. Por su parte y

de forma complementaria Filopón (490-566) establece que contrario a lo que plantea Aristóteles, el medio no puede ser la causa del movimiento para el caso de un proyectil y hace un énfasis especial en la acción generada por la interacción del objeto con quien manipula el artefacto a quien llamó poder motor, reforzando de esta forma la idea planteada por Hiparco frente al mismo, (Sepúlveda A, 2003).

Los avances que frente a la ciencia se habían desarrollado, se vieron opacados en la edad media con la caída del imperio romano. En este periodo comprendido entre el siglo V y XV, se perdió el acceso a los tratados científicos de la antigüedad; el poder y el conocimiento estaba en las manos de la iglesia católica cuya prioridad era la fe y no los avances frente a la explicación de la naturaleza. Hacia el siglo XII, sin embargo, se retoma la investigación en donde se hacía un especial énfasis a la lógica y el empirismo, lastimosamente dichos avances se vieron interrumpidos por la fiebre negra, una pandemia que afectó gravemente Asia y Europa.

Hacia el final de este periodo, iniciaron nuevamente las investigaciones en donde sobresale la teoría de Buridán (1300-1358) quien realiza un aporte frente a las teorías en torno al lanzamiento de proyectiles, en donde afirma que dicho proyectil se mueve gracias a un ímpetu o fuerza suministrado por el lanzador y que este continuara su movimiento siempre y cuando la fuerza sea más poderosa que la resistencia que se opone al movimiento del mismo, (Campuzano M, 2011).

Ya en el renacimiento, periodo comprendido entre el siglo XV y XVI se generó un resurgimiento de la investigación y estudio de la naturaleza, que dio lugar a una transformación en las ciencias tanto naturales como humanas. En sus inicios, vuelve a haber credulidad por magia, brujería y demás artes oscuras; se dejan de lado las teorías propuestas por los griegos frente a la explicación de la naturaleza, impidiéndoles de esta forma anticipar acontecimientos que ocurrían respecto a fenómenos asociados a Física y Astronomía; es así, que el hombre tiene una nueva visión frente al mundo en donde lo reconoce como medio propio, lo cual lo lleva a investigar la naturaleza únicamente para alcanzar sus fines y responder a sus necesidades.

Figura 3. Modelo Heliocéntrico del Universo

Tomado de https://historiadelaciencia.idoneos.com/370312/

En esta época surgieron opositores a dichas concepciones, entre ellos se encuentra Nicolás Copérnico (1473–1543) quien propuso la teoría heliocéntrica como explicación del universo (*Figura 3*). Con esta, afirmaba que el movimiento de los astros no necesitaba de ninguna causa, sino que se llevaban a cabo de una forma natural; por lo anterior desestimo la idea de que los astros se vieran afectados unos a otros por el mecanismo que denominaban gravedad, ya para él, está solo empujaba los cuerpos hacia su lugar y estado natural que es el reposo.

Copérnico encontró en William Gilbert (1544–1603) su aliado, el continuó su legado asociando el movimiento planetario a fuerzas magnéticas y fenómenos electromagnéticos asociados a la atracción, la cual, según él era una fuerza maravillosa y comparable al alma que tenía su fuente en el éter, el cual era una sustancia ligera que ocupaba todo el espacio como un fluido.

De forma paralela, Johannes Kepler (1571–1630) se adhiere a la concepción de fuerza como un espíritu que anima a los cuerpos celestes y dirige sus movimientos. Su aporte se centra en el análisis que realizo frente a la atracción ejercida por la Tierra sobre los cuerpos,

sugiriendo que los cuerpos celestes se comportaban como imanes y que el magnetismo era lo que impulsaba a los planetas a girar alrededor de sus orbitas, coincidiendo así con Gilbert frente a su percepción frente a la gravedad.

Si bien Kepler compartía las teorías planteadas por Copérnico, propuso algunas modificaciones frente a la explicación del movimiento de los cuerpos celestes, que le permitían explicar de una forma satisfactoria el mismo. Es así como propone las Leyes de Kepler en donde plantea la existencia de una fuerza reguladora que explica la variación de la velocidad de los cuerpos celestes alrededor del sol y, por otra parte, sustituye el alma por una fuerza en todos los principios constitutivos de la física celeste.

Galileo Galilei (1564–1642) fue un personaje fundamental en el desarrollo de las ciencias y quien, de forma paralela a Kepler, realizó un desarrollo físico matemático dando un nuevo enfoque a la ciencia. Inicialmente y bajo la influencia de la corriente aristotélica entiende la fuerza como una transición que mueve el cuerpo en sentido contrario a la cual se movería por movimiento natural. Al continuar con su estudio acepta también las hipótesis planteadas frente a la fuerza impresa o ímpetu, y la asocia a cualidades sustanciales que pueden ser separadas de su fuente y transferidas a otros cuerpos. Para Galileo el desarrollo matemático se hace fundamental ya que le permite formalizar sus concepciones y darles un respaldo desde una perspectiva lógica, sin embargo, al realizarlo comprende que las teorías estudiadas no explican por completo las diferentes situaciones objeto de análisis y asimila que debe constituir una nueva teoría alejada de las corrientes de pensamiento que hasta el momento lo habían influenciado.

Es así como Galileo transforma aquellos elementos que había estudiado, dándoles un nuevo significado y reorientando de esta forma el concepto de fuerza y el estudio de la mecánica en general. El ímpetu, pasa de ser la causa a ser el efecto del movimiento y la fuerza a no producir un movimiento sino por el contrario a ser una secuencia de impulsos instantáneos que se adicionan entre sí.

A la par, Rene Descartes (1596-1650) quien buscaba sustituir la fe por la razón y la ciencia, afirmaba en contravía de Galileo que no existía un espacio vacío y que la naturaleza era un conjunto de partículas materiales que tienen una fuerza creadora propia, y siendo el movimiento su manifestación vital. Afirmaba que el movimiento rectilíneo era el movimiento

natural de las partículas y que había sido impreso por Dios y permanecería en las mismas para siempre a menos de que algo lo impidiera; llevándolo así a ser un movimiento eterno que se reduce a la traslación de las partículas en el espacio.

Finalmente, y analizando los estudios realizados por sus antecesores, Isaac Newton (1643–1727) desarrolló y consolidó las leyes del movimiento y de la gravitación universal (*Figura 4*). En el primer caso, Newton logró describir como las fuerzas eran capaces de producir movimiento a través de tres leyes; la primera o ley de la inercia le permitía explicar porque un cuerpo tiende a mantener su estado de movimiento a menos de que actúen fuerzas sobre él; la segunda también llamada ley de la dinámica establecía la proporcionalidad entre la intensidad de la fuerza que se aplica sobre un objeto con respecto a la aceleración que genera en el mismo; y la tercera o principio de acción reacción, explicaba porque la fuerza que ejerce un cuerpo sobre otro, tiene la misma magnitud y sentido contrario si se analiza desde la perspectiva del otro cuerpo objeto de estudio.

Newton desarrolló también la teoría de gravitación universal, en la cual explico el mecanismo de las fuerzas asociadas a los corpúsculos en donde contemplaba a diferencia de Descartes la existencia de espacio vacío, así como la interacción de fuerzas a distancia de acción instantánea, lo cual le permitió deducir y corroborar matemáticamente las teorías planteadas por Kepler y Galileo anteriormente. Tanto las leyes de movimiento planteadas por Newton, como la ley de gravitación universal aún se mantienen vigentes en la actualidad.

Figura 4. Evento que propicia el estudio de leyes físicas por parte de Isaac Newton.

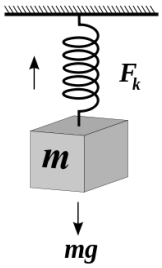
Tomado de http://pablo-fisicadultos.blogspot.com.co/2015/04/respuestas-cuestionario-ley-de.html

Fuerza Elástica

En el proceso de identificar los diferentes tipos de fuerzas que pueden actuar sobre los objetos, Robert Hooke (1635–1703) realizó un estudio de los resortes y su elasticidad, lo cual le permitió identificar una región lineal en la relación grafica entre el esfuerzo y la deformación y asociar a cada resorte una constante de elasticidad especifica.

A partir de lo anterior, Hooke realizó una descripción de los fenómenos elásticos, lo cual lo llevo a formular una ley conocida como Ley de Hooke (*Figura 5*), en la cual afirma que la deformación que sufre un cuerpo es proporcional a la fuerza que produce dicha deformación, siempre y cuando esta no sobrepase el límite de elasticidad generando así que el cuerpo quede deformado de manera irreversible.

Figura 5. Ley de Elasticidad de Hooke



Tomado de https://es.wikipedia.org/wiki/Ley_de_elasticidad_de_Hooke

1.2. Placas Tectónicas

Desde la antigüedad el hombre siempre ha intentado formular hipótesis respecto a los fenómenos que se producen a su alrededor. Uno de los que despertaron inicialmente su curiosidad son aquellos relacionados con la Tierra y su comportamiento; algunos como la explicación de la formación del relieve terrestre, los volcanes y los sismos fueron de los más relevantes a través de la historia.

Desde hace aproximadamente 3000 años, datan las primeras explicaciones frente a los fenómenos naturales. Desde esa época y hasta la edad media predominaban alrededor del mundo explicaciones míticas, en las cuales se asociaban los fenómenos naturales antes descritos con castigo, manifestación o ira divina; los japoneses lo relacionaban con el movimiento de un pez gato atrapado y custodiado por un dios (*Figura 6*), los aztecas asociaban este fenómeno a la finalización de una era, los griegos a los juegos de Atlas y Poseidón; cada cultura alrededor del mundo encontraba una explicación según sus creencias, (INPRES, s.f.).

Figura 6. Representación de pez gato en la mitología japonesa.

Tomado de https://hectorarita.com/tag/japon/

De forma paralela a estas interpretaciones, los chinos realizaron hacia el año 2000 a. C. las primeras observaciones de los fenómenos naturales gracias a las cuales les fue posible realizar una descripción detallada frente al impacto de los terremotos sobre su alrededor. Por su parte los egipcios, en cabeza de sus clérigos encontraron una relación entre los sucesos geológicos y eventos astronómicos deduciendo así que los ciclos astronómicos y las condiciones naturales del planeta estaban asociados. Adicionalmente, realizaron una observación minuciosa de los fósiles y dedujeron que el mar se encontraba de forma previa en otros sectores, dando así lugar a la primera interpretación científica de un evento en Geología, (Torra R, s.f).

Hacia el siglo VI a. C. los griegos comenzaron a formular hipótesis respecto a lo que observaban buscando explicar los acontecimientos de una forma natural. El primero en registrar sus observaciones fue Jenófanes de Colofón (580–575 a. C.) quien estableció que los fósiles corresponden a restos de organismos vivos que se presentan debido a los cambios en el nivel del mar; tenía una visión catastrófica del mundo en la cual asociaba las fuerzas físicas a la generación de cataclismos universales, Tales de Mileto (620–546 a. C.) aseguraba que la tierra flotaba sobre el agua y que a esto se debía su movimiento; Anaxímenes (590–524 a. C.) explicaba los movimientos de la tierra como el resultado del colapso de las cavernas en rocas profundas como respuesta a la sequía del suelo y el aire húmedo circundante, (Moreno V, 2013). Por su parte Demócrito, Anaxágoras, Empédocles y Aristóteles (Siglo IV a. C.) desarrollaron habilidades frente a la interpretación sedimentológica, duración de eventos naturales, vulcanología e hidrología lo cual les permitió plantear hipótesis frente a la ocurrencia de eventos, atribuyendo así los fenómenos a la consecuencia de la humedad, el vapor y el agua que se encontraban dentro de la tierra, que generaba una salida súbita de aire caliente que daba origen a los terremotos.

Aristóteles principalmente planteaba que las rocas habían sido creadas bajo las estrellas y que los movimientos de la tierra se presentaban cuando el aire entraba con fuerza a la tierra, se calentaba por el fuego central y escapaba de forma explosiva dando así origen a explosiones volcánicas perceptibles sobre la superficie.

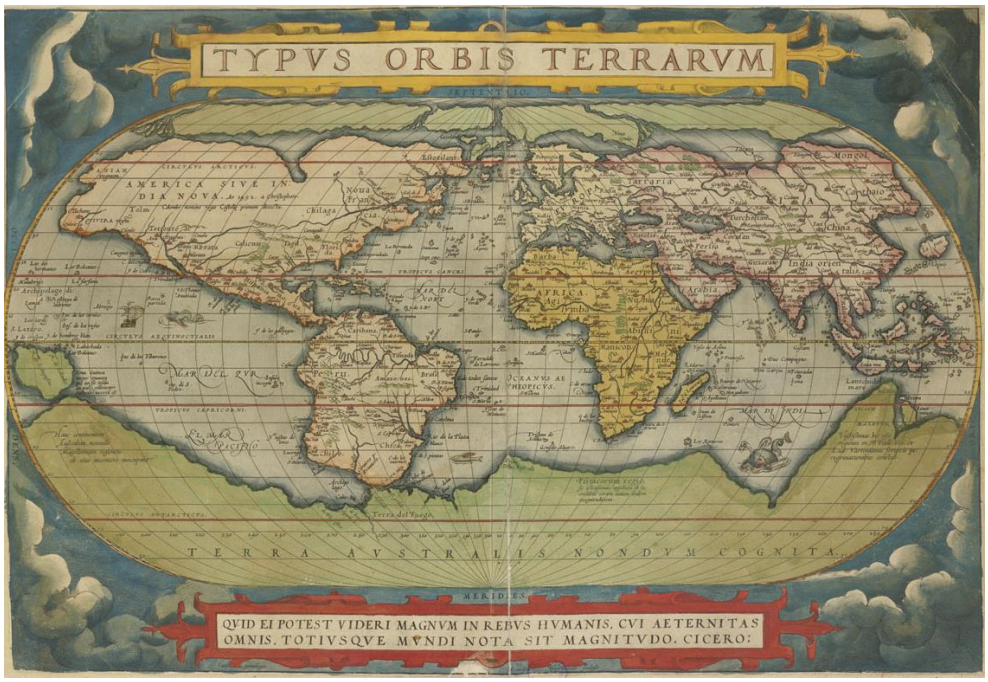
Otros aportes importantes realizados por los griegos, frente al estudio de la Ciencias de la Tierra corresponden a Teofrasto (368–284 a. C.) quien escribió el primer tratado de Geología, Eratóstenes (275–195 a. C.) el cual realizó el primer mapa de la tierra en donde estableció coordenadas y distinguió las diferentes regiones del planeta y Estrabón (63 a. C.–20 d.C.) quien realizó estudios en vulcanología y propuso al Vesubio como una estructura en forma de edificio o cono volcánico.

Luego de este periodo, el imperio romano asumió el poder de la región y aunque realizaron interpretación de fenómenos geológicos que observaban, no alcanzaron la agudeza investigativa y científica de sus predecesores griegos y egipcios, por lo cual no se registraron avances significativos en la edad media. Sin embargo, los árabes realizaron durante este tiempo una recopilación y análisis crítico de la obra de los griegos, lo cual le

permitió a Avicena (980-1037) interpretar procesos naturales y realizar una descripción de los pliegues que se generaban en la corteza terrestre.

Hacia el año 1508, Leonardo Da Vinci retoma el estudio frente a los fenómenos naturales que se presentan en la Tierra, luego de encontrar en la parte superior de las montañas italianas fósiles que correspondían a restos de organismos depositados en el mar; en concordancia con las observaciones realizadas por Colofón en la antigüedad. Lo anterior, lleva a Ortelius (1527-1598) a proponer una hipótesis que le permitía explicar algunos de los fenómenos observados por sus antecesores, planteando así que América, Eurasia y África estuvieron unidas en algún momento y que se separaron debido a terremotos e inundaciones *(Figura 7)*.

Figura 7. Imagen del atlas de Ortelius.

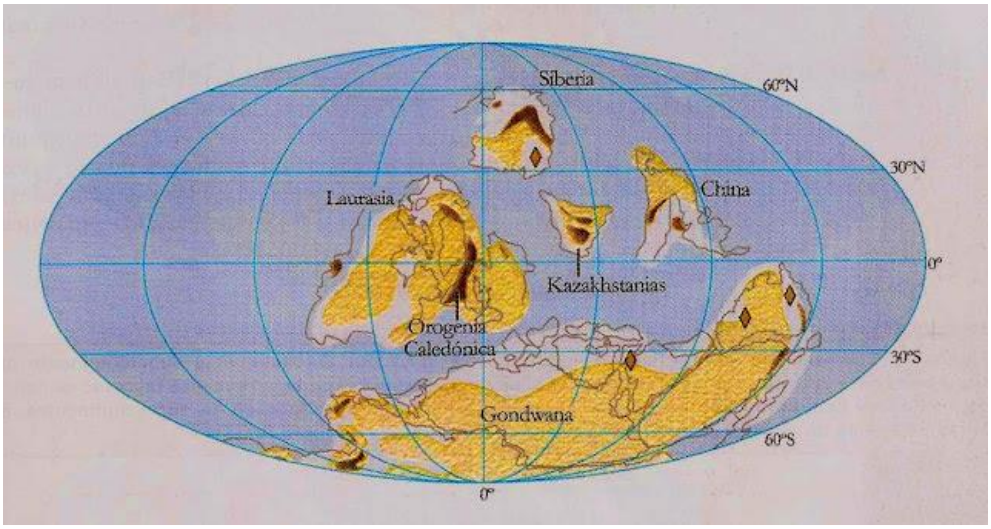


Tomado de http://www.garciabarba.com/islasterritorio/mapas-y-planos/

En 1785, James Hutton (1726–1797) considerado el padre y precursor de la Geología, presenta el resultado de su trabajo frente al estudio del ciclo de las rocas. Allí presenta como se llevan a cabo las transiciones de material en el tiempo geológico que le permiten transformarse en rocas sedimentarias, metamórficas o ígneas; lo cual constituye el eje fundamental en el estudio de la tierra y su dinámica.

La teoría de Ortelius permaneció vigente hasta el año 1885 cuando Eduard Suess planteó que la tierra estaba conformada por un supercontinente llamado Gondwana (*Figura 8*), en donde India, África, Madagascar y Suramérica estaban unidos por medio de puentes terrestres que para la época ya se encontraban sumergidos; rechaza la idea de que la elevación de las cordilleras a partir de la elevación de núcleos cristalinos y afirma que las cordilleras son asimétricas y surgen como resultado de una falla o plegamiento de la corteza de la tierra.

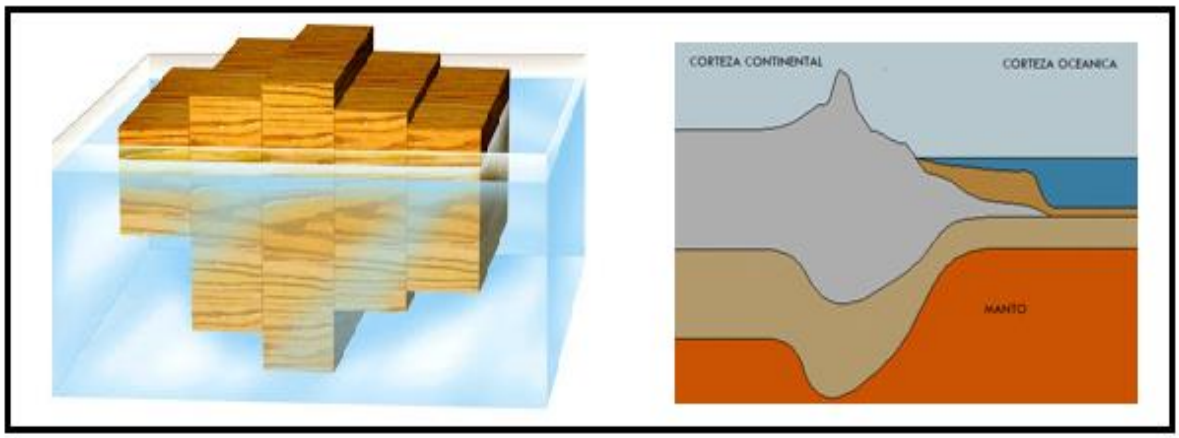
Figura 8. Representación del Supercontinente Gondwana.



Tomado de http://csdelatierra2011proffaustto.blogspot.com.co/2011/08/teoria-de-la-deriva-continental.html

En 1850 surgen algunas hipótesis respecto a la variación del relieve. En ellas, científicos como James Hall (1811–1898) y James Dana (1813-1895) construyen posibles explicaciones en donde asocian los movimientos y las cadenas montañosas al efecto del enfriamiento de la capa externa de la tierra, la cual generaba contracción de la corteza o convección al interior de la misma -desconociendo la radioactividad natural que generaba las altas temperaturas al interior de la tierra y su influencia sobre él proceso, y la acumulación de grandes cantidades de sedimentos hundiéndose como consecuencia de su propio peso, generando deformación en los materiales bajo la acción de la isostasia, considerada como la fuerza generadora de elevaciones y plegamientos que daría origen a cadenas montañosas (*Figura 9*).

Figura 9. Modelo comparativo de la isostasia.



Tomado en https://es.slideshare.net/iessuel/isostasia

Las hipótesis planteadas permanecen vigentes hasta que hacia el año 1912, Alfred Wegener (1880–1930) propone una nueva teoría que surgió a partir del análisis que realizo de un mapa en donde noto la congruencia de las líneas costeras de África y América. Al investigar respecto a lo observado, encontró evidencia paleontológica, litológica y de relieve que confirmaba la idea de una conexión entre los continentes. Wegener entonces pensaba en términos de movimientos continentales imaginando una fuerza capaz de mover continentes y recomponer las porciones de mar y tierra; aseguraba que los continentes estuvieron unidos formando un único supercontinente llamado Pangea pero que luego estos fragmentos se separaron en el tiempo geológico hasta llegar a su posición actual. Supone para tal fin que los fondos marinos y los continentes están compuestos de distintos materiales por lo cual representan diferentes tipos de corteza y aseguraba, que el movimiento se generaba como resultado de dos fuerzas, la polo fuga que lo alejaba del polo y la fuerza de las mareas que lo movía hacia el oeste, (Pérez – Malvaez, et.al. 2006). Teniendo en cuenta modelos presentados con anterioridad presentaban inconsistencias que le impedían a partir de los mismos explicar su hipótesis, formuló una nueva teoría a la que llamo Teoría de la Deriva Continental (*Figura 10*).

Figura 10. Representación de la Teoría de la Deriva Continental.

Tomado de https://es.123rf.com/photo_29119095_la-deriva-continental-en-el-planeta-tierra-pangea-laurasia-gondwana-los-continentes-modernos.html

Esta teoría tuvo poca aceptación para la época teniendo en que cuenta no fundamentaba de una forma adecuada el movimiento que se generaba en el fondo oceánico y que daba origen a la deriva continental.

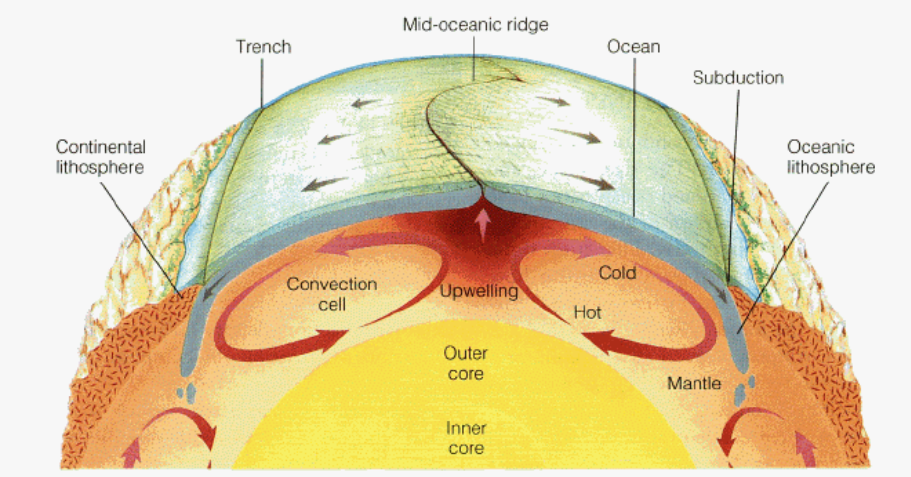
Por lo anterior, en el año 1929 Arthur Holmes (1890-1965) planteo una hipótesis que permitiera explicar el movimiento de las masas oceánicas tal como lo describía Wegener, es así como asocia los movimientos de la corteza a corrientes de convección en el manto de la tierra; la cuales obedecen a la presencia de radiactividad e incremento de la temperatura en el interior del planeta.

Tomando como referencia los postulados de Wegener y Holmes en el año 1962 Harry Hess (1906–1969) elabora a partir del sonar de un barco, un mapa del fondo oceánico que le permite corroborar las teorías planteadas por sus predecesores. A partir de lo anterior confirma que la corteza terrestre se desplaza sobre el manto como consecuencia de la convección y observa dos zonas con acceso al manto: dorsales oceánicas en las cuales emerge y se solidifica el magma expandiéndose lateralmente y otras denominadas fosas oceánicas en donde se consume la corteza oceánica, (Caballero C, s.f. b).

Todos los planteamientos descritos se consolidan finalmente hacia el año 1968 cuando John Tuzo Wilson recopila las investigaciones realizadas y propone la Teoría de la Tectónica de Placas (*Figura 11*). En ella, explica la estructura de la litósfera de la tierra

estableciendo que está formada por fragmentos, los cuales se mueven sobre el manto superior terrestre debido a la diferencia de densidad entre ellos. Explica que este movimiento se debe a procesos convectivos debido al incremento de la temperatura en el interior de la tierra y que se evidencia en la superficie en los procesos de subducción correspondientes al hundimiento y desaparición de corteza oceánica, así como procesos de expansión de fondo oceánico en donde nueva corteza es creada; estableciendo que debe existir un equilibrio ente lo que se crea y lo que desaparece.

Figura 11. Teoría de la Tectónica de Placas.



Tomado de https://www.geologyin.com/2014/12/study-hints-that-ancient-earth-made-its.html

En la actualidad el modelo de tectónica de placas continua vigente frente a la explicación de fenómenos relacionados a la geología. La distribución de continentes, el relieve terrestre, la litología de fondos marinos, la distribución y mecanismo de volcanes y sismos, entre otros eventos encuentran una ilustración en esta teoría que bosqueja el comportamiento y dinámica terrestre.

2. Fundamentación Teórica

2.1. Fuerza

El concepto de fuerza hace referencia a todo agente capaz de modificar la forma de los materiales, a la acción de empujar o tirar de un cuerpo. Surge como resultado de toda acción capaz de generar cambios en el estado de movimiento o de reposo de un cuerpo. Si un cuerpo está en reposo, es necesario la acción de una fuerza sobre el para ponerlo en movimiento. Una vez iniciado el movimiento y después de cesar la acción de las fuerzas que actúan sobre él, seguirán moviéndose en línea recta con velocidad constante, (Alvarenga, B; Ribeiro da Luz, A, 1983). Cuando dos o más fuerzas actúan sobre un mismo punto de un objeto se dice que son concurrentes. El efecto combinado de tales fuerzas se conoce como fuerza resultante, (Tippens, 1992).

Las fuerzas se pueden clasificar en fuerzas de contacto y fuerzas a distancia. Las fuerzas de contacto son aquellas en donde se requiere un contacto entre los objetos para poder ejercer y recibir los efectos de la fuerza; son ejemplos de ellas la normal, la tensión, la fricción, el empuje y la fuerza elástica. Las fuerzas a distancia son aquellas en donde los objetos no se deben encontrar en contacto para ejercer o recibir su efecto. Estas son la fuerza gravitatoria, la eléctrica y la magnética.

De acuerdo con el objetivo planteado en el presente trabajo se utilizará como referente las fuerzas que se relacionan a continuación:

Fuerza de Tracción

Fuerza resultante de la aplicación de dos fuerzas que actúan en sentido opuesto, lo cual conlleva a una ampliación o alargamiento de un cuerpo generalmente elástico, el cual, suele sufrir deformaciones de tipo positivo (estiramientos).

Fuerza de Compresión

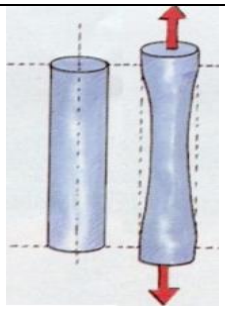
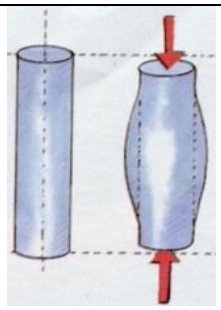
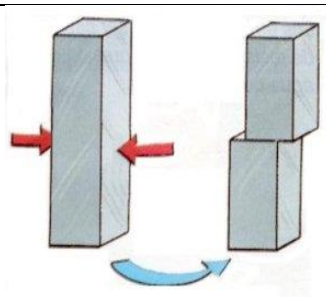
Fuerza resultante de la aplicación de dos fuerzas que actúan en sentido opuesto, y tienden a comprimir el cuerpo en el sentido de cada una de estas. Por lo anterior, se presenta una reducción del volumen y un acortamiento del cuerpo en la dirección de aplicación de la fuerza, así como un ensanchamiento perpendicular a esta dirección debido a que la masa del cuerpo no varía, (Giancoli, 2006).

Fuerza de Cizalladura

Fuerza resultante de la aplicación de fuerzas externas que se aplican de forma perpendicular sobre un material y que obliga a una sección del mismo a deslizar sobre una cara adyacente. Son fuerzas aplicadas que son paralelas entre sí pero que actúan en sentido contrario sobre dos planos contiguos del cuerpo.

A continuación, se presenta un esquema que representa los tres principales tipos de fuerza que generan deformación en los materiales terrestres:

Figura 12. Esquema de fuerzas que generan deformación en materiales.

Fuerzas de Tracción	Fuerzas de Compresión	Fuerzas de Cizalladura
		

Tomado de https://www.uv.es/ocw/ocwsecundaria/estructuras.html

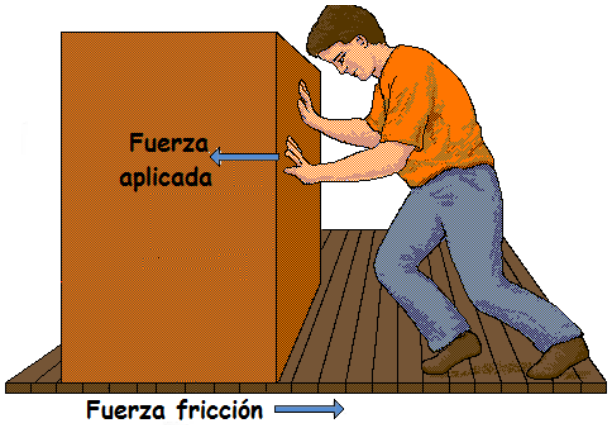
Fuerza de Fricción

Corresponde a la fuerza ejercida por la superficie de un cuerpo cuando se encuentra en contacto con otro objeto. Se genera a partir de la adhesión de una superficie a la otra y que según Alvarenga (1981), “Siempre se opone a la tendencia al movimiento de los cuerpos

sobre una superficie y se debe entre otras causas, a la existencia de pequeñas irregularidades en las superficies que están en contacto”

Lo anterior se evidencia, cuando al deslizar un cuerpo por una superficie rugosa, la fuerza de fricción actúa en sentido contrario a la dirección de la velocidad del movimiento del cuerpo, generando de esta forma que dicha velocidad disminuya. A continuación, se presenta un ejemplo del efecto de esta fuerza en los objetos:

Figura 13. Esquema de la fuerza de fricción.



Tomado de http://dinamicadeloscuerpos2015.blogspot.com.co/2015/03/esimportante-que-identifiquemos.html

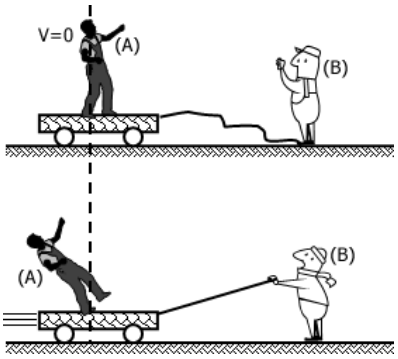
2.1.1. Leyes de Newton

Newton formulo tres principios o leyes fundamentales en términos de las fuerzas, las cuales permiten explicar el movimiento de los cuerpos. Estas son:

Primera Ley de Newton o Ley de la Inercia

Hacia 1610, Galileo propuso una nueva propiedad de los cuerpos denominada inercia, en la cual todo cuerpo tenía una tendencia a permanecer en reposo o en movimiento en línea recta. A partir de lo anterior, Newton formalizo y sintetizo la idea de Galileo proponiendo que: *“En ausencia de la acción de las fuerzas, un cuerpo en reposo continuará en reposo y uno en movimiento se moverá en línea recta y con velocidad constante”.* Esta ley permite explicar el estado de movimiento de un cuerpo cuando la fuerza resultante que actúa sobre él es igual a cero (*Figura 14*).

Figura 14. Representación de la Ley de la Inercia.



Tomado de https://espaciociencia.com/las-leyes-de-newton-leyes-del-movimiento/

Segunda Ley de Newton o Ley de la Dinámica

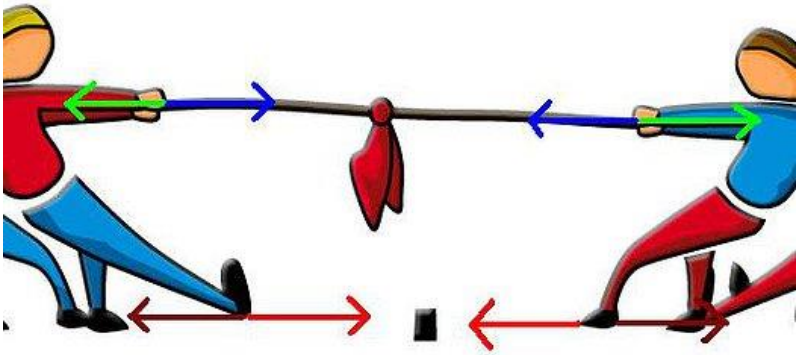
La Segunda Ley de Newton se propuso buscando explicar el comportamiento de los cuerpos cuando sobre los mismos actúa una fuerza resultante diferente de cero. Se establece que en este caso hay un aumento de la velocidad, generando que el cuerpo se desplace describiendo un movimiento acelerado, proporcional a la intensidad de la fuerza resultante sobre el mismo. Newton plantea entonces que "*La aceleración de un cuerpo adquiere es directamente proporcional a las fuerzas que actúan sobre él y tiene la misma dirección y el mismo sentido que dicha resultante*". El planteamiento anterior se formaliza a través de la relación matemática:

$$\sum F = m.a \qquad \textbf{Ecuación 1}$$

Tercera Ley de Newton o Ley de Acción - Reacción

En la tercera ley, se plantea que las fuerzas surgen como el resultado de la interacción entre dos cuerpos, por lo anterior, para cada acción que ejerza uno de los cuerpos siempre existirá una reacción de igual magnitud y en sentido contrario por parte del cuerpo receptor de dicha fuerza. Newton lo plantea como: "*Siempre que un objeto ejerce una fuerza sobre un segundo objeto, este ejercerá una fuerza igual en sentido opuesto sobre el primero"*. A continuación, se presenta un esquema que representa la Tercera Ley de Newton:

Figura 15. Representación de la Ley de Acción - Reacción



Tomado de http://fisicamacas.blogspot.com.co/2015/03/fisica-leyes-de-newton.html

2.1.2. Elasticidad y Ley de Hooke

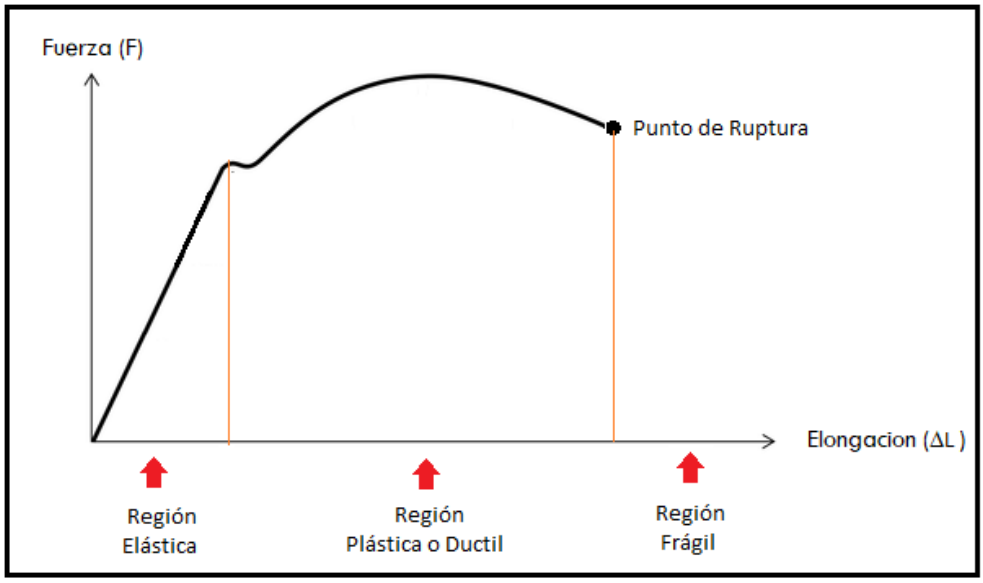
Todo cuerpo cambia bajo la acción de fuerzas aplicadas. Por lo general, si una fuerza se ejerce sobre un objeto la longitud del objeto varia. Si la elongación (ΔL) es pequeña en comparación de la longitud del objeto, la elongación será proporcional a la fuerza ejercida sobre el objeto.

$$F = k\,\Delta L \qquad \textbf{Ecuación 2}$$

Donde F corresponde a la fuerza aplicada, k a la constante de proporcionalidad y ΔL a la elongación. La relación anterior se conoce como Ley de Hooke (*Ecuación 2*). Para el caso específico de los resortes lo describe de la siguiente manera “La fuerza que devuelve un resorte a su posición de equilibrio es proporcional al valor de la distancia que lo desplaza de su posición inicial”

Si la fuerza aplicada sobre el objeto es muy grande este se estira, ahora si esta fuerza se aplica de forma excesiva eventualmente el objeto se romperá.

Figura 16. Grafica Fuerza vs Elongación



La región elástica corresponde a aquella en la cual el objeto puede volver a su posición original si se le remueve la fuerza aplicada, en la región plástica el objeto no regresa a su longitud original cuando se le remueve la fuerza externa, sino que por el contrario permanece deformado y la región frágil el objeto alcanza su elongación máxima por lo cual genera una ruptura en el mismo.

2.1.3. Esfuerzo y Deformación

El esfuerzo hace referencia a la fuerza por unidad de superficie que soporta o se aplica sobre un cuerpo (*Ecuación 3*). La unidad de medida son los Pascales (Pa), que corresponde a la presión que sufre una superficie de un metro cuadrado al aplicarle perpendicularmente una fuerza equivalente a un Newton (N).

$$Esfuerzo = \frac{Fuerza\ (F)}{Area\ (A)} \quad \textbf{Ecuación 3}$$

La deformación por su parte corresponde a la razón entre el valor de la deformación y la longitud inicial del cuerpo (*Ecuación 4*).

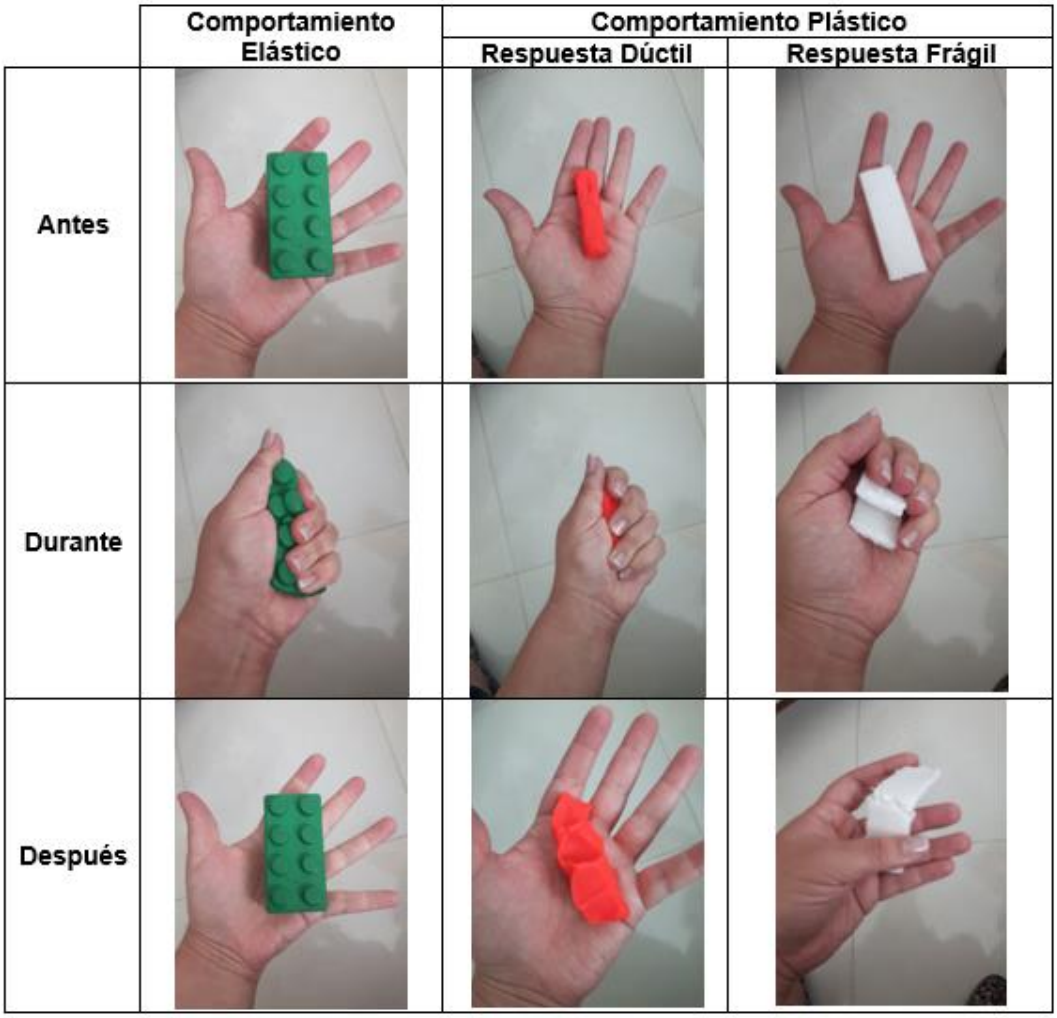
$$Deformacion = \frac{Elongacion\ (\Delta L)}{Longitud\ original\ (L)} \quad \textbf{Ecuación 4}$$

Por lo anterior, se concluye que el esfuerzo surge como resultado de la aplicación de fuerzas externas y la deformación es la respuesta del material a dicho esfuerzo. La razón entre el esfuerzo y la deformación de un material se conoce como *Modulo de Young*.

Los tipos de esfuerzos dependen de la fuerza externa que se aplica sobre el material. Si se aplica una fuerza de tracción generara un esfuerzo de tracción, si se aplica una fuerza de compresión generara un esfuerzo de compresión y si se aplica una fuerza de cizalladura generara un esfuerzo de corte.

A continuación, se presenta un esquema que representa los diferentes comportamientos que pueden presentar los materiales frente a la acción de fuerzas compresivas.

Figura 17. Comportamiento de los materiales frente a la acción de fuerzas compresivas.



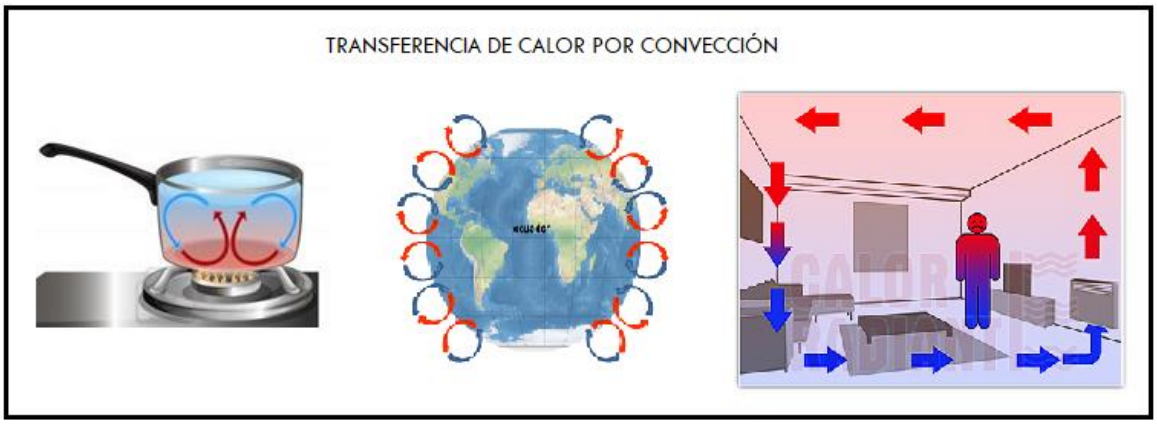
2.1.4. Calor

Corresponde a la energía transferida de un cuerpo a otro que obedece a una diferencia de temperatura. Existen tres diferentes métodos de transferencia de calor: Conducción, convección y radiación. Para el caso específico del objetivo de estudio de este trabajo se profundizará en la transferencia de calor por convección.

La transferencia de calor por convección es un proceso mediante el cual el calor fluye por el movimiento de masas de las moléculas de un lugar a otro. Implica y se asocia a movimiento de grandes cantidades de moléculas en distancias grandes. En su mecanismo, un fluido o gas a alta temperatura disminuye su densidad y asciende hacia la parte superior del mismo dando espacio para que el material frio y de mayor densidad descienda para de esta forma incrementar su temperatura y reiniciar el ciclo, (Giancoli, 2006).

La convección permite explicar fenómenos tales como corrientes oceánicas, corrientes en una olla con agua que se calienta en una estufa o sistemas de calefacción de los hogares. A continuación, se presentan algunos ejemplos:

Figura 18. Ejemplos de transferencia de calor por convección



Tomado de http://www.calor-radiante.com/1.php?lang=es y https://www.vix.com/es/btg/curiosidades/5074/que-es-la-conveccion

2.1.5. Relación Física - Geología

Las teorías anteriormente descritas, se emplean en Geología como una herramienta en la explicación de los fenómenos que se presentan en el interior de la tierra y sobre su superficie. A continuación, se realizará una descripción desde el punto de vista geológico de cada uno de ellos.

El esfuerzo (stress) hace referencia a la cantidad de fuerza que actúa sobre una roca y que genera en la misma cambios en su forma y/o volumen. Se asocian principalmente a la fuerza de gravedad, la cual genera un esfuerzo en un punto del subsuelo como resultado de la presión generada por el peso de las rocas sobre él y a fuerzas de tracción, compresión y cizalladura que surgen como resultado de la actividad tectónica.

La deformación (strain) es el cambio en la forma o volumen de la roca causada por el esfuerzo que se aplica sobre la misma. En otras palabras, es el efecto de la intensidad del esfuerzo.

Desde el punto de vista de la deformación, los materiales se pueden clasificar como:

Materiales perfectamente elásticos en donde el esfuerzo es proporcional a la deformación, se presentan en la profundidad del subsuelo y se relaciona mediante la constante de proporcionalidad llamada módulo de Young que depende de las características de cada material. Los cambios son reversibles por lo cual, el material después de aplicado el esfuerzo recupera su forma primitiva. Las deformaciones de tipo elástico no crean estructuras geológicas, (Caballero, s.f. a).

Materiales perfectamente plásticos Son aquellos en donde al aplicar un esfuerzo específico más allá de la región elástica y antes del punto de ruptura (*Figura 13*), genera que la roca fluya ocasionando cambios permanentes en su estructura ya que no recupera su forma primitiva.

Los materiales plásticos pueden generar dos tipos de respuestas al continuar aplicando esfuerzos sobre las rocas:

- Respuesta dúctil en donde la roca “fluye” o se deforma conservando su cohesión. Para que la deformación continúe el esfuerzo debe ir aumentado. Si la roca excede

el límite de deformación establecido por el módulo de Young, puede romperse. Normalmente genera pliegues en las rocas que suceden cuando los esfuerzos aplicados son lentos y continuos.

- Respuesta frágil en donde la roca se rompe de forma previa a lograr una deformación permanente debido a la acción de fuerzas. La roca deja de presentar resistencia lo que conlleva a que se formen superficies de discontinuidad (fallas o rupturas). Los esfuerzos son rápidos y/o muy intensos llevando al material a superar el límite plástico o punto de ruptura.

2.2. Dinámica de la tierra

La tierra como parte del sistema solar, está constituida de capas concéntricas, de la superficie hacia el interior y cada una de ellas, se caracteriza por sus propiedades físicas y químicas. Estas son de afuera hacia adentro corteza, manto y núcleo.

Tabla 1. Estructura Interna de la Tierra

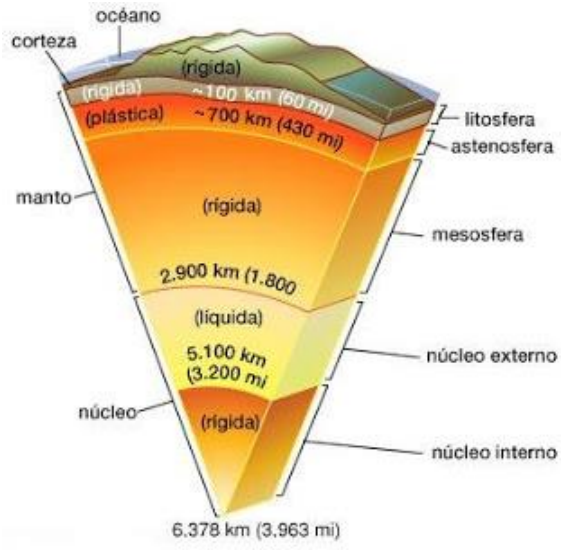
Capa de la Tierra		Estructura
Corteza	Continental	Solida – Rígida
	Oceánica	Solida – Rígida
Manto	Interno	Solido - Elástico
	Externo	Fluido - Viscoso
Nucleó	Interno	Solido
	Externo	Liquido

El núcleo considerado como capas sólidas y liquidas tiene un radio aproximado de 3500 km en donde predominan elementos químicos como el hierro y el níquel. El manto que es la capa intermedia tiene un espesor aproximado de 2860 km en donde predominan el Sílice y Magnesio; se divide en capas caracterizadas por mostrar un comportamiento de fluido viscoso en su sección externa y de solido elástico en su sección interna. Por último, la capa exterior o corteza constituida por Sílice y Aluminio la cual muestra un comportamiento solido rígido, y que se subdivide en corteza continental (equivalente a los continentes) y la corteza oceánica (fondos oceánicos).

Las capas de la tierra también se pueden identificar teniendo en cuenta sus características fisicoquímicas y su relación con la génesis de las rocas (*Figura 19*). Allí se destaca la formación de las rocas ígneas plutónicas producidas a partir del enfriamiento lento a profundidad, de grandes cantidades de roca fundida conocido como magma, desarrolladas en lo que se conoce como la mesosfera o manto interno. Una zona de transición entre el centro de la tierra y su capa externa denominada astenosfera, que coincide con el manto externo y sobre la cual reposa la litósfera o corteza, con un espesor que puede variar entre los 5km en la parte oceánica en donde predomina la generación de rocas ígneas, y 70 km en la parte continental donde predomina la presencia de rocas de diversos orígenes.

Esta astenosfera se caracteriza entonces por ser la zona donde se presentan fenómenos geológicos como generación o formación de rocas, movimiento de las placas tectónicas, generación de procesos fisicoquímicos en condiciones de variación de presión y temperatura, que se manifiesta en superficie por fenómenos naturales tales como vulcanismo, sismicidad y orogénesis, lo cual pone en evidencia la dinámica terrestre.

Figura 19. Estructura de las capas de la tierra.

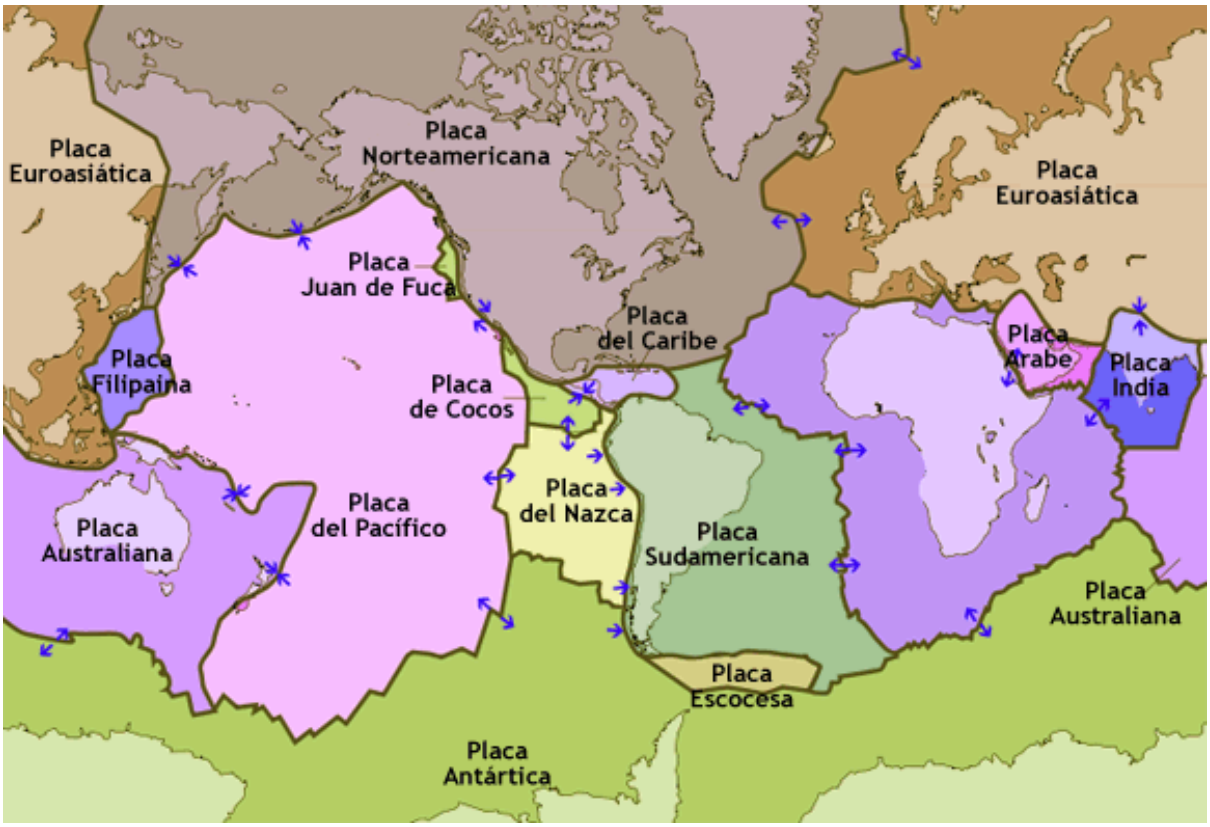


Tomada de http://cienciasdelatierra2012.blogspot.com.co/2012/03/modelo-geoquimico-y-dinamico-de-la.html

2.2.1. Placas Tectónicas

La capa externa y rígida de la tierra se divide en secciones denominadas placas tectónicas (*Figura 20*). Una placa es entonces un segmento de la litósfera constituida por parte de corteza continental y/o corteza oceánica. La litósfera, se caracteriza por ser una capa sólida y rígida que junto con la astenosfera se consideran una capa móvil o capa plástica que aparenta flotar sobre el manto superior o mesosfera, caracterizada por ser un fluido viscoso. El movimiento de las placas genera esfuerzos compresivos y distensivos dando origen a una deformación o plegamientos de los materiales de la corteza terrestre; que conllevan a la formación de variados tipos de relieve en las cadenas montañosas o levantamientos terrestres que dependen principalmente del tipo de esfuerzos que sobre ellos se aplica, (Caballero C, s.f. c).

Figura 20. Placas Tectónicas en la Corteza Terrestre.



Tomado de http://www.educarchile.cl/ech/pro/app/detalle?ID=202059

En la actualidad se identifican placas tectónicas principales caracterizadas por su extensión en km^2, las cuales se relacionan en la tabla presentada a continuación:

Tabla 2. Placas Tectónicas principales, ubicación y área de influencia.

Placa	Extensión	Ubicación y áreas de influencia
Pacífica	$70x10^6$ km^2	Océano Pacifico
Nazca	$10x10^6$ km^2	Océano Pacifico Oriental hasta la Dorsal del Pacifico Oriental
Sudamericana	$32x10^6$ km^2	América del Sur – Océano Atlántico Sur hasta la Dorsal Mesoatlántica
Caribe	$3,2x10^6$ km^2	América Central y Mar Caribe.
Norteamericana	$70x10^6$ km^2	América del Norte, Groenlandia, Cuba, Bahamas. Parte Occidental del Atlántico Norte hasta la Dorsal Mesoatlántica.
Africana	$65x10^6$ km^2	Continente Africano hasta la Dorsal Mesoatlántica.
Antártica	$25x10^6$ km^2	Antártida y Océanos Circundantes.
Indo australiana	$45x10^6$ km^2	India, Australia, Nueva Zelanda y oriente del Océano Indico
Euroasiática	$100x10^6$ km^2	Oriente del Océano Atlántico Norte hasta la Dorsal Mesoatlántica. Europa y Asia a excepción de India, Arabia y Siberia.
Filipina	$7x10^6$ km^2	Filipinas y Océano Pacifico hasta la Fosa de las Marianas.

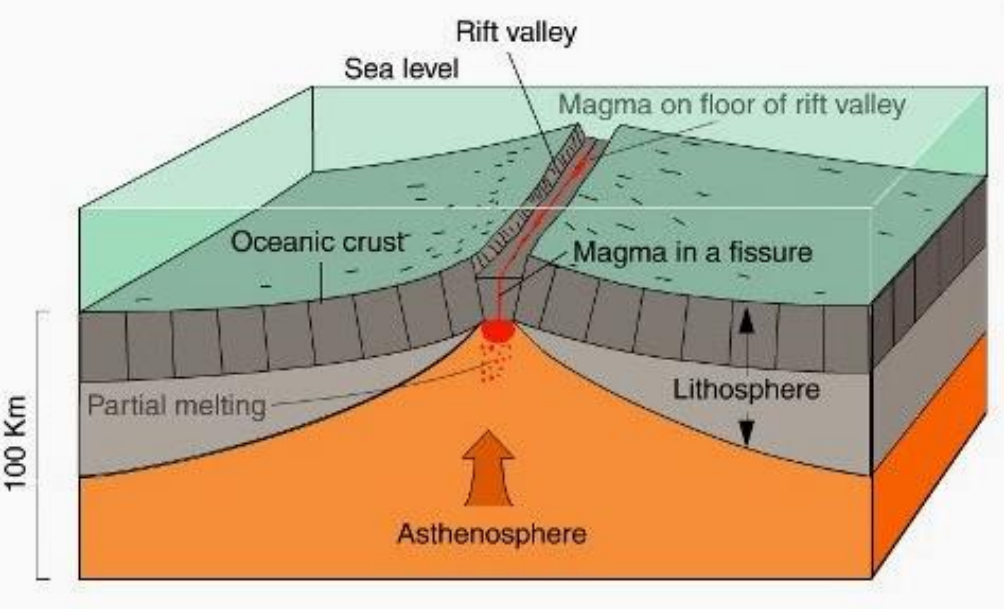
Las placas tectónicas en las que predomina la corteza oceánica se caracterizan por ser más densas que las placas en las que predomina la corteza continental. Por lo anterior, las placas en las cuales predomina la corteza oceánica suelen hundirse, moviéndose bajo las placas con corteza continental predominante.

Dependiendo del tipo de contacto que se genere entre las placas tectónicas, se pueden presentar diferentes variaciones en el relieve. Los tipos de interacciones entre placas que se pueden presentar son:

Límites Divergentes o Constructivos

Surgen como resultado de la interacción de dos placas predominantemente oceánicas. Se originan debido a fuerzas de tensión generadas cuando el magma (roca fundida) asciende, rompiendo la corteza oceánica y da lugar a la formación de una fisura que provoca actividad volcánica lenta y constante, que genera a la formación de nueva corteza terrestre representada en elevaciones submarinas en la parte media de los océanos (*Figura 21*). Esta fisura recibe el nombre de dorsal oceánica *(rift)*.

Figura 21. Límite Divergente entre placas.



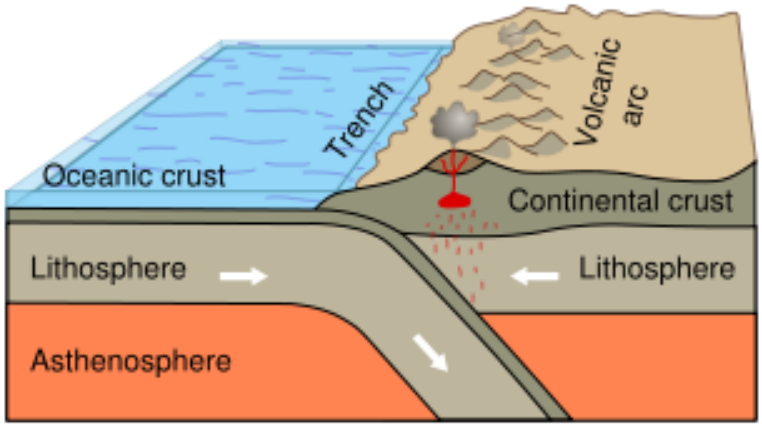
Tomado de http://ctmasxxi.blogspot.com.co/2013/11/tectónica-de-placas.html

Convergentes o Destructivas

Surgen como resultado generalmente de la interacción de una placa oceánica y una placa continental. La placa oceánica por ser más densa se desliza debajo de la placa continental dando origen a un fenómeno llamado subducción. Al deslizarse una placa bajo la otra genera una fuerza compresiva que desencadena en la formación de pliegues en la corteza continental debido a la fricción entre las dos, dando así origen a procesos de orogénesis (formación de relieve). El límite entre las dos placas genera zanjas estrechas y profundas que forman depresiones en el suelo marino. A estas zonas se les conoce como fosas oceánicas *(Trench)*.

Es importante aclarar que a estos límites convergentes está asociada la mayor actividad sísmica y volcánica del planeta, debido a que, dado que no se presenta un deslizamiento continuo entre las dos placas (debido a la fricción entre las mismas) la tensión se acumula, liberando súbitamente energía que da origen a los sismos y terremotos (*Figura 22*).

Figura 22. Límite convergente entre placas.

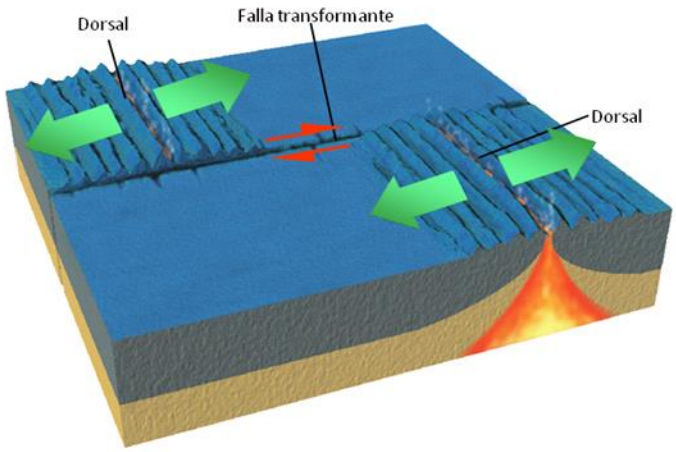


Tomado de https://www.cs.mcgill.ca/~rwest/link-suggestion/wpcd_2008-09_augmented/images/536/53632.png.htm

Límites Transformantes

Son Límites pasivos entre placas tectónicas caracterizados por el desplazamiento lateral o paralelo de una placa con respecto a otra. Este tipo de Límite no tiene actividad volcánica asociada por lo cual se puede inferir que no genera ni destruye corteza terrestre (*Figura 23*).

Figura 23. Límite transformante entre placas.



Tomado de http://docentes.educacion.navarra.es/metayosa/1bach/Tierra7.html

2.2.2. Dinámica de las Placas

Las placas tectónicas se mueven como resultado de un proceso de convección que se presenta en el interior de la tierra, es allí donde los materiales del manto interno que presentan menor densidad y altas temperaturas ascienden hasta entrar en contacto con la litósfera, perdiendo en este proceso temperatura y aumentando su densidad. En este punto vuelven a descender hacia el manto interno completando de esta manera el ciclo. Es así como se generan corrientes al interior de la tierra que forman celdas convectivas (*Figura 24*), dando origen a esfuerzos compresivos y distensivos responsables de la formación y movimiento de las placas tectónicas.

Figura 24. Celdas convectivas en el manto terrestre.

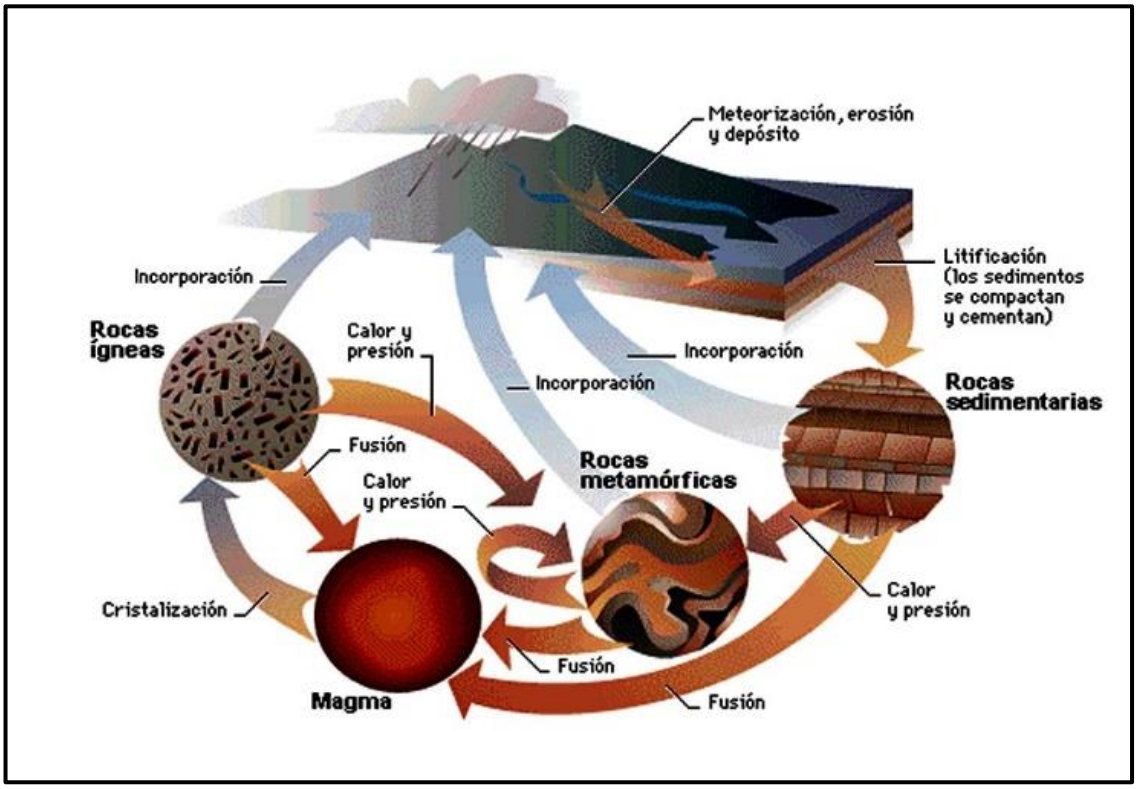
Tomado de http://csdelatierraconcocordia.blogspot.com.co/2013/04/celulas-de-conveccion-marilina-garro.html

Las secciones ascendentes de las celdas convectivas coinciden generalmente con dorsales, que son regiones sobre la superficie en donde se genera nueva corteza terrestre y las secciones descendentes, con zonas de subducción y fosas en las cuales se evidencia

la destrucción de la corteza oceánica, así como procesos de orogénesis en su parte continental.

La corteza se encuentra formada por rocas. Las rocas son agregados naturales de uno o más materiales sólidos; a lo largo del tiempo se encuentran en continua formación y cambio cumpliendo de esta forma el ciclo de las rocas (*Figura 25*). Este ciclo comienza cuando el magma se enfría dando origen a rocas ígneas, cuando estas rocas salen a la superficie experimentan un proceso de intemperismo, transporte, deposito, compactación y diagénesis que da origen a las rocas sedimentarias, las cuales pueden ser enterradas a gran profundidad sufriendo cambios de tipo físico y químico dando origen a rocas metamórficas. Cuando estas rocas metamórficas son sometidas a valores muy altos de presión y temperatura se fundirán completando así el ciclo, (Servicio Geológico Mexicano, 2017).

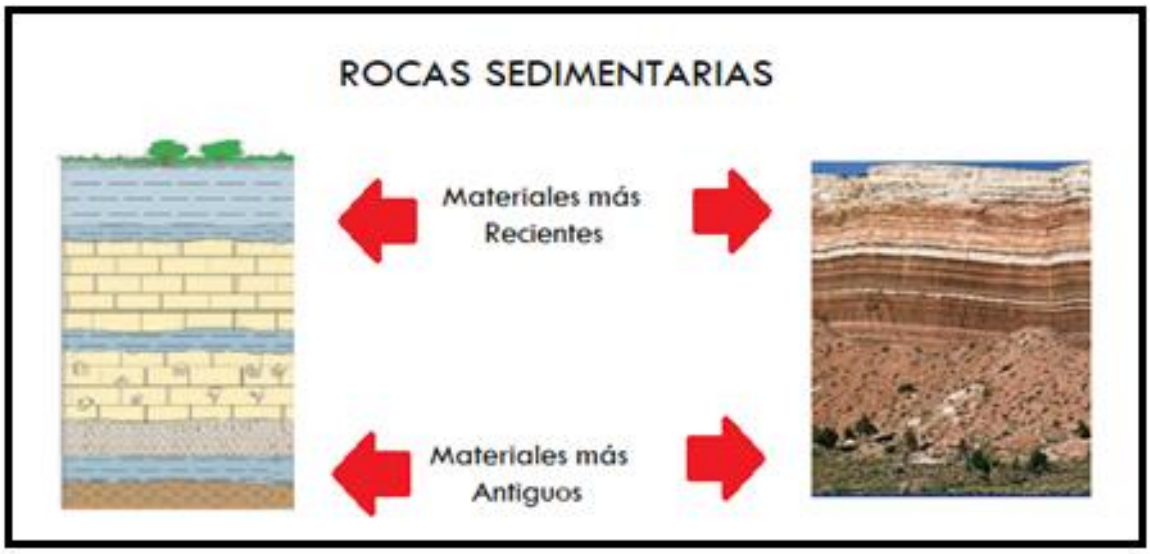
Figura 25. Ciclo de las rocas.



Tomado de https://es.slideshare.net/fernandogomezcc/el-ciclo-de-las-rocas-20167812

Las rocas sedimentarias corresponden al mayor porcentaje de rocas presentes en la corteza continental (65% sedimentarias – 35% ígneas y metamórficas), es en ellas que se puede evidenciar principalmente los efectos del movimiento de las placas tectónicas. Estas rocas se forman horizontalmente en la superficie de la litósfera una capa sobre otra, gracias a la acumulación de sedimentos conformados principalmente de minerales y la compactación de restos vegetales y/o animales que se consolidan en rocas duras (*Figura 26*).

Figura 26. Rocas Sedimentarias.

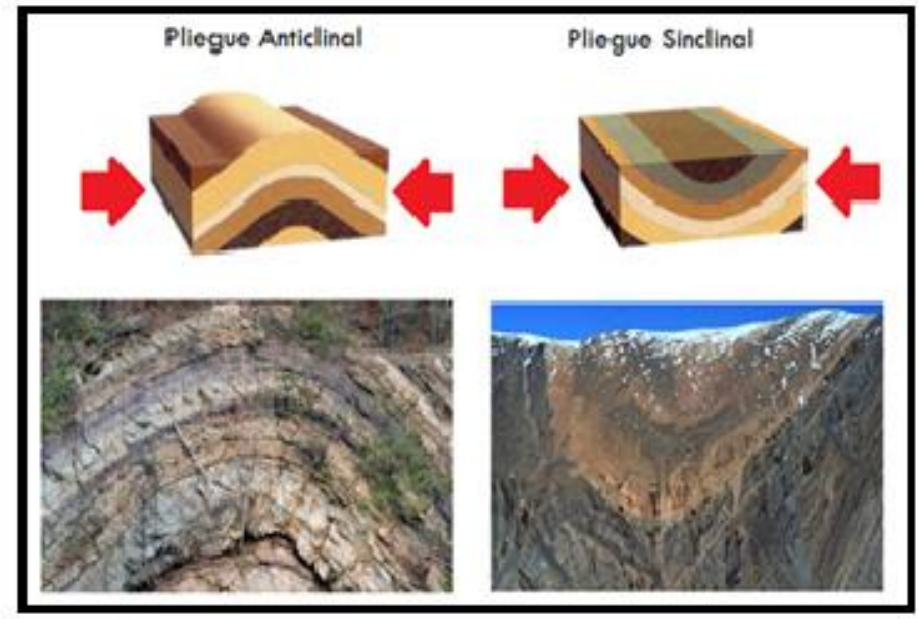


Tomado de http://geologiamercedes.blogspot.com.co/2013/10/las-rocas.html y https://oldearth.wordpress.com/evolucion-en-accion/los-estratos-registro-del-pasado/

Según sea el tipo de esfuerzo aplicado sobre la placa, se genera en las rocas pliegues o fallas que se manifiesta en la estructura del relieve de cada región.

Los pliegues corresponden a la curvatura adoptada por las rocas cuando son deformadas. Se generan como resultado de esfuerzos compresivos que se presentan sobre la corteza y desarrollan dos estructuras principales: sinclinales caracterizados porque en su núcleo se encuentran los materiales más modernos y los anticlinales caracterizados porque en su núcleo se encuentran los materiales más antiguos (*Figura 27*).

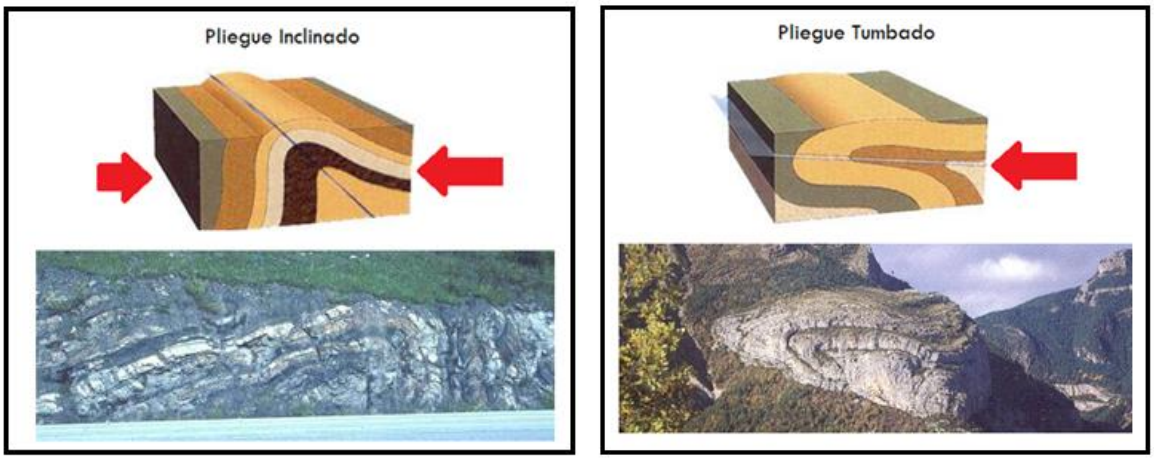
Figura 27. Estructura anticlinal y sinclinal.



Tomado de https://miconeluisina86imd2015.files.wordpress.com/2015/09/imagen3.png - http://recursos.cnice.mec.es/biosfera/alumno/4ESO/MedioNatural2/pliegues.htm

Las estructuras sinclinales y anticlinales no presentan en todos los casos curvaturas constantes, sino que pueden varían teniendo en cuenta la intensidad del esfuerzo que se le aplica (*Figura 28*). En este caso los pliegues también pueden ser:

Figura 28. Pliegue Inclinado y Tumbado.

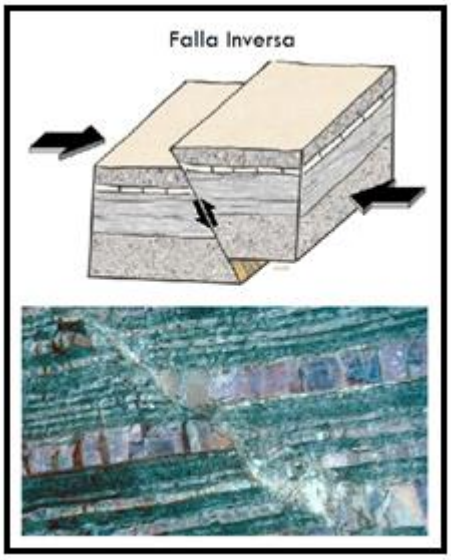


Tomado de https://miconeluisina86imd2015.files.wordpress.com/2015/09/imagen3.png - http://alumnos4oja.blogspot.com.co/2011/01/tema-10-manifestaciones-de-la-energia_10.html

El pliegue inclinado se caracteriza porque la inclinación de su punto más alto con respecto a la horizontal se encuentra entre 10° y 85°. En el pliegue inclinado, la inclinación con respecto a la horizontal es menor de 10°.

Por otro lado, se pueden presentar también fracturas también conocidas como fallas geológicas. Estas son fracturas a lo largo de las cuales ha ocurrido un desplazamiento relativo entre dos bloques paralelos. Surgen como respuesta a las fuerzas tectónicas cuando se supera la resistencia de la roca; en el caso de las fuerzas compresivas, generan fallas de tipo inverso que se manifiesta en un movimiento vertical entre los bloques en contacto (*Figura 29*).

Figura 29. Falla Inversa



Tomado de http://anamtoro-geologiageneral.blogspot.com.co/2014/07/fallas.html y http://www.pitt.edu/~cejones/GeoImages/7Structures/ReverseFaults.html

2.2.3. Caso de Estudio: América del Sur

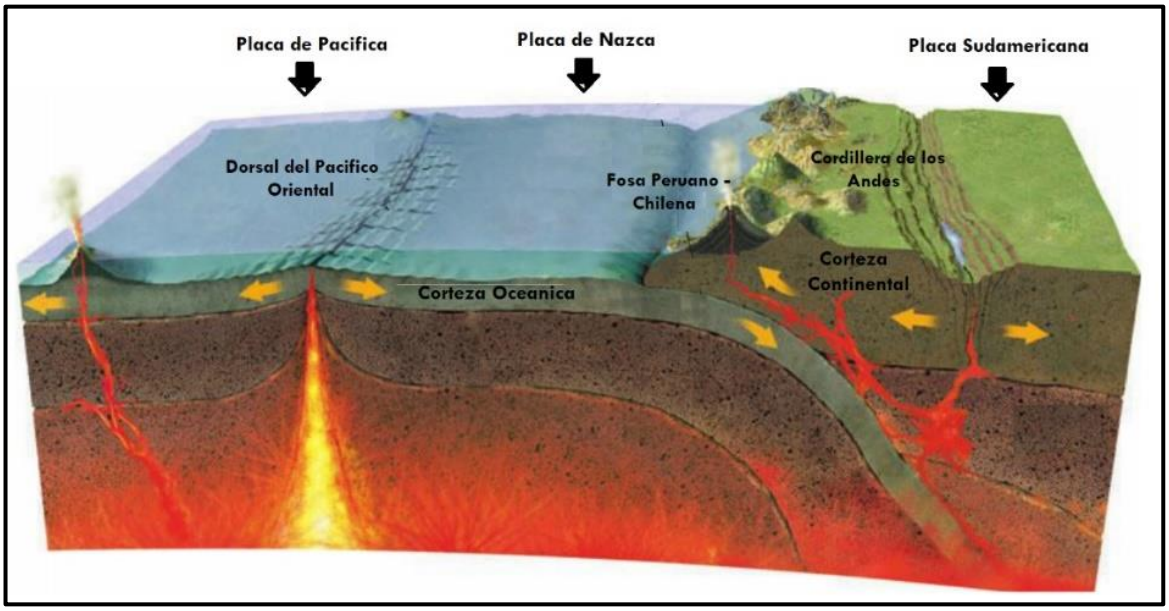
Para el caso específico de Suramérica, se habla de ocho placas que influyen sobre su dinámica (*Figura 30*). La Placa Pacífica ubicada en el occidente del continente que se encuentra en contacto con la Placa de Cocos, la Placa de Nazca y la Placa Antártica en procesos distensivos, que dan origen a la formación de la Dorsal del Pacifico Oriental. La Placa de Nazca y la Placa Antártica que subducen a la Placa Suraméricana dando origen

a la formación de la Cordillera de los Andes en su parte continental y a la Fosa Peruano-chilena en su parte oceánica. En su región oriental, la Placa Suramericana presenta un proceso distensivo con la Placa Africana que da origen a la Dorsal Mesoatlántica (*Figura 31*).

Figura 30. Placas Tectónicas en Suramérica.

Tomado de https://es.wikipedia.org/wiki/Placa_de_Nazca}

Figura 31. Ilustración de los procesos tectónicos que afecta Suramérica.



. Tomado de http://terremotos-y-volcanes.blogspot.com.co/2015/08/

3. Fundamentación Pedagógica

Se presenta a continuación el marco pedagógico, el cual recopila elementos indispensables a tener en cuenta en el desarrollo de la propuesta, partiendo desde la estructura de los estándares y lineamientos para el área siguiendo la estructura planteada por el Ministerio de Educación Nacional, las ideas previas que traen frente a los fenómenos propuestos y la forma de abordarlos desde el aula teniendo en cuenta una perspectiva lúdico pedagógica que favorezca el proceso de enseñanza aprendizaje para este tipo de temáticas en los estudiantes.

3.1. Lineamientos y Estándares respecto a Placas Tectónicas y Fuerzas

Teniendo en cuenta los documentos base generados por el Ministerio de Educación Nacional para la construcción de los planes de área dentro de cada asignatura, se encuentran los Derechos Básicos de Aprendizaje (DBA) y el Folleto Formar en Ciencias, propuestos por el ministerio de Educación Nacional para establecer los conocimientos, habilidades y actitudes que un estudiante debe lograr teniendo en cuenta el grado o ciclo que se encuentra cursando en cada una de las áreas del conocimiento.

A continuación, se presenta una recopilación de la cartilla Formar en Ciencias (MEN, 2004) y los DBA de Ciencias Naturales (MEN, 2016), correspondientes a la educación básica y media, en relación con el objetivo planteado para el trabajo de grado, en donde se describen las habilidades que frente a los mismos debe adquirir un estudiante en cada nivel de formación:

Tabla 3. Relación de aprendizaje por cada ciclo en el área de Ciencias Naturales según el Ministerio de Educación Nacional.

Grado	Conocimiento Desarrollado
Primero a Tercero	Comprende que existe una gran variedad de materiales y que éstos se utilizan para distintos fines, según sus características (longitud, dureza, flexibilidad, permeabilidad al agua, solubilidad, ductilidad, maleabilidad, color, sabor, textura). Comprende que una acción mecánica (fuerza) puede producir distintas deformaciones en un objeto, y que este resiste a las fuerzas de diferente modo, de acuerdo con el material del que está hecho.
Cuarto a Quinto	Establecer relaciones entre mareas, corrientes marinas, movimientos de placas tectónicas, formas de paisaje y relieve, así como las fuerzas que las generan. Comprende que la magnitud y la dirección en que se aplica una fuerza puede producir cambios en la forma como se mueve un objeto (dirección y rapidez).
Sexto a Séptimo	Explica las consecuencias del movimiento de las placas tectónicas sobre la corteza terrestre.
Decimo a Once	Comprende que la magnitud y la dirección en que se aplica una fuerza puede producir cambios en la forma como se mueve un objeto (dirección y rapidez). Comprende, que el reposo o el movimiento rectilíneo uniforme, se presentan cuando las fuerzas aplicadas sobre el sistema se anulan entre ellas, y que en presencia de fuerzas resultantes no nulas se producen cambios de velocidad.

3.2. Estrategia Didáctica: Aprendizaje Significativo

La estrategia didáctica dentro de la cual se enmarca el proyecto es el Aprendizaje Significativo. Este modelo propuesto por David Paul Ausubel se fundamenta en la elaboración de la enseñanza a partir de los conocimientos que tiene el alumno. Allí el docente juega un papel fundamental ya que debe averiguar que sabe el estudiante y a partir de lo encontrado, construir una estrategia de enseñanza, (Torres A, 2017).

La idea fundamental de este modelo consiste en ayudar a aumentar y perfeccionar el conocimiento que el estudiante tiene frente a la temática, teniendo en cuenta que el conocimiento verdadero nace de cuando los nuevos contenidos tienen significado a la luz de los que ya se tienen, en pocas palabras hay una complementariedad de conocimientos antiguos y nuevos. De esta forma, el estudiante lograra la asimilación de los conceptos

cuando la nueva información que recibe es integrada en una estructura cognitiva más general de tal forma que se evidencia una continuidad entre las mismas, (Rodríguez M, 2004).

Entonces, para que un estudiante este en la capacidad de adquirir, asimilar y retener el contenido que el docente le ofrece, este debe cumplir dos condiciones: La primera de ellas es que el estudiante debe tener una predisposición para el aprendizaje, en segundo lugar, se le debe suministrar al mismo material significativo que pueda desarrollar a partir del conocimiento de significados básicos e ideas de anclaje que le permitan relacionar los conceptos previos con los nuevos que adquiera.

Ahora bien teniendo en cuenta la forma en cómo se encuentra planteada la propuesta, se puede hablar de interdisciplinariedad entre la física y la geología, en donde el conocimiento según (López L, 2008:270), “no se centra en una sola ciencia experimental, sino que plantea que varias disciplinas científicas pueden colaborar mutuamente para que se produzca desarrollo científico y así construcción del conocimiento” teniendo en cuenta que una situación o fenómeno puede ser visto desde la perspectiva de otras disciplinas de una forma más cercana, que le permite tener de esta forma una experiencia significativa al respecto, generando así, una mayor comprensión de la temática trabajada, (Van del Linde, 2007).

3.2.1. Conceptos Previos

Con base en el aprendizaje significativo, en donde se establece que para que se produzca el aprendizaje tiene que existir un conocimiento anterior que sirva de soporte al nuevo concepto, se hace necesario desde una perspectiva didáctica analizar la información existente en la estructura cognitiva de los estudiantes, indagando sus ideas previas, (Trimiño- Quiala, B; Voltaire- Basil, R. 2013).

Es así, que Ausubel (1976) destaca la importancia del diagnóstico y caracterización de ideas previas teniendo en cuenta que lo que más influye en el aprendizaje es todo aquello que el niño ya sabe; el tener dichos conocimientos -conocidos como ideas anclaje-, garantiza al estudiante la adquisición de nuevos aprendizajes.

Se concuerda entonces, en el hecho de que los conocimientos previos constituyen un punto de partida para el desarrollo de conceptos como parte del proceso de enseñanza – aprendizaje de las ciencias naturales; proceso que pretende cambiar las ideas previas por conceptos científicos significativos que se expande hacia las bases del aprendizaje.

3.3. Encuesta y Análisis de Información

Las indagaciones de las ideas previas deben responder a las características propias de cada ciencia. En este caso específico se escogió la encuesta teniendo en cuenta que esta permite determinar las ideas de los alumnos sobre un tema determinado, (Martinez E; Sánchez S, s.f.).

Se entiende la encuesta como un conjunto de procesos necesarios para obtener información de una población, con referencia a una temática determinada, mediante una entrevista a una muestra significativa de los mismos. De forma primordial para su planteamiento se debe tener claros los objetivos que se quieren alcanzar con respecto al análisis de un fenómeno concreto; en este caso específico, estudiar las ideas previas de los estudiantes frente al concepto de fuerza y placas tectónicas, así como la relación de las mismas con fenómenos que se presentan en su entorno inmediato.

Teniendo en cuenta lo anterior, se procede a realizar la construcción del instrumento (*Anexo A*), teniendo en cuenta algunos principios básicos:

- Claridad y uso de lenguaje sencillo.
- Preguntas cortas.
- Orden lógico.

Con base en lo anterior se establece que las preguntas propuestas estarán enmarcadas en dos categorías:

La primera se refiere a fuerza y sus efectos, dentro de la cual se encuentran enmarcadas las preguntas:

1. ¿Qué sucede si tiene una barra de plastilina y la comprime con su mano?
2. ¿Qué sucede si tiene una galleta de soda y la comprime con su mano?
3. ¿Qué sucede si tiene una bola de caucho y la comprime con su mano?

4. ¿Qué sucede al halar por sus extremos un trozo de madera de 10 cm de longitud?
5. ¿Qué sucede al halar de los extremos de una barra de plastilina?
6. ¿Qué puede observar al comprimir una cartulina rectangular desde sus extremos?
7. ¿Qué puede observar al comprimir un cartón paja rectangular desde sus extremos?
8. ¿Qué entiende cómo fuerza?

La segunda se refiere a estructura de la Tierra y Tectónica de Placas, dentro de la cual se enmarcan las preguntas:

1. ¿De acuerdo con lo anterior porque se transformaron y/o generaron cambio de forma en los materiales?
2. ¿Si se pudiera realizar un corte en la tierra como una naranja, conociendo que el planeta Tierra es una esfera, que encontramos en su interior?
3. ¿Con cuál de los siguientes dulces compararía la tierra teniendo en cuenta su forma e interior?
4. ¿Cuál cree que es la causa de un temblor?

Finalmente, el análisis se realizará teniendo en cuenta las preguntas individuales y su relación dentro de cada categoría, lo que permitirá establecer relaciones e ideas claras frente a los conceptos previos que tienen los estudiantes con relación a las temáticas (*Anexo B*).

4. Modulo Didáctico: Cartilla

A continuación, se realiza la presentación del módulo didáctico para la enseñanza aprendizaje de fuerzas compresivas utilizando como herramienta las placas tectónicas. El mismo se encuentra compuesto de cuatro actividades que le permitirán al estudiante identificar elementos importantes en el estudio de la física y su relación con su medio circundante.

4.1. Actividad 1: Jugando con las placas tectónicas

OBJETIVO

Esta actividad busca que el estudiante comprenda como se encuentra conformada la corteza o litósfera de la tierra, como un resultado de la dinámica y movimiento de las placas tectónicas por esfuerzos compresivos.

MATERIALES

Los materiales que se necesitan para la realización de la actividad son:

- Rompecabezas placas tectónicas.
- Guía de trabajo (*Anexo C*)

PROCEDIMIENTO

1. Se entrega a los estudiantes una bolsa que contiene ocho fichas correspondientes a las placas tectónicas que hacen parte del hemisferio occidental del planeta, una base de madera en donde pueden realizar la construcción del rompecabezas y una guía de trabajo para ir registrando los avances en las actividades que se llevan a cabo.

Actividad:

Construya el rompecabezas, ubicando adecuadamente las placas tectónicas. Para tal fin, coloque las fichas teniendo en cuenta la similitud de los bordes tomando como punto de referencia los costados de la caja.

2. Después de realizada la construcción del rompecabezas los estudiantes deben relacionar en la guía entregada, el nombre de cada una de las placas tectónicas identificando su posición en el plano.

Actividad:

Ubique en el mapa adjunto a la guía de trabajo, el número correspondiente a la posición que sobre el plano tiene cada una de las placas tectónicas que inciden en la dinámica de Suramérica.

3. Se entrega a los estudiantes la segunda parte o capa del rompecabezas, la cual deben ubicar sobre la sección que ya habían construido.

Actividad:

A. Ubique la segunda sección del rompecabezas teniendo en cuidado de hacer coincidir los bordes de las placas de la sección inferior, con los bordes demarcados en la sección que se encuentra colocando.

B. Observe el resultado obtenido. A partir del mismo delinee en el mapa entregado, la corteza continental con color verde y la corteza oceánica con color azul claro.

C. Teniendo en cuenta los tipos de interacciones descritas en la sección conceptual de la guía de trabajo, dibuje por los bordes de las placas tectónicas las flechas que representen el tipo de esfuerzo que allí se genera. Para Límite constructivo (color rojo) o Límite destructivo (color azul oscuro).

D. Responda las siguientes preguntas:

- Se observa en el rompecabezas tanto la corteza oceánica como la continental. ¿Cuál diferencia evidencia entre las dos? ¿Cree que están formadas por los mismos materiales?
- Geográficamente América del Sur presenta una región montañosa conocida como Cordillera de los Andes a lo largo de su límite occidental. Teniendo en cuenta este aspecto ¿Que puede concluir respecto al espesor de la corteza continental y al espesor del fondo oceánico?
- ¿Cuál tipo de corteza ocupa una mayor cantidad de espacio respecto al área seleccionada?

4. Se entrega a los estudiantes una última capa del rompecabezas en donde se encuentran las piezas que permiten ver la sección del planeta desde una perspectiva superficial.

Actividad:

A. Coloque la última sección del rompecabezas teniendo cuidado de hacer coincidir la corteza oceánica y la corteza continental. En esta sección puede observar esta región del planeta de la misma forma en la que se representa en los mapas.

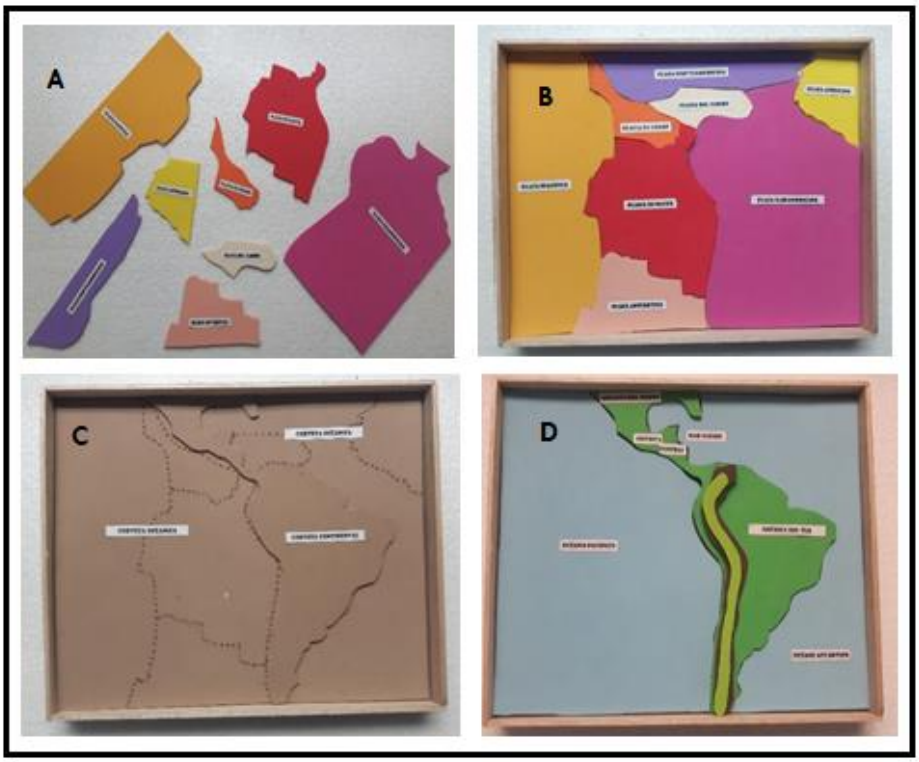
B. Responda las siguientes preguntas

- ¿Cuáles cuerpos de agua (océanos o mares) se asocian a la corteza oceánica relacionada con Suramérica? Ubique los nombres sobre el mapa según corresponda.
- Mencione los países de Suramérica que limitan con el Océano Atlántico.
- Mencione los países de Suramérica que limitan con el Océano Pacifico.
- ¿Cuáles placas tectónicas limitan con el extremo occidental de Suramérica?
- Al observar el mapa, que diferencias evidencia desde el punto de vista del relieve entre los países suramericanos que limitan con el Océano Pacifico con respecto a los que limitan con el Océano Atlántico.

IMÁGENES DE APOYO

A continuación, se presentan las fotos del material elaborado para la realización de la actividad 1, en donde se muestra una guia de lo que deben realizar los estudiantes para completar el módulo de trabajo entregado.

Figura 32. Imágenes de apoyo para la actividad 1



El rompecabezas que se entrega a los estudiantes se divide en tres secciones. (A) muestra las fichas que son entregadas a los estudiantes para realizar la sección uno del rompecabezas. (B) muestra la sección uno del rompecabezas ya organizada, (C) muestra la capa de la sección dos del rompecabezas en donde se diferenciar la corteza continental y la corteza oceánica y (D) muestra la última sección del rompecabezas con las capas de océano y continente con una vista superior que se asemeja a un mapa.

4.2. Actividad 2: Reconociendo las características de los materiales

OBJETIVO

Esta actividad busca que el estudiante comprenda que la tierra está conformada por diferentes materiales con características físicas únicas, que se reflejan en su comportamiento frente a la acción de fuerzas que actúen sobre ellos.

MATERIALES

Los materiales que se necesitan para la realización de la actividad son:

- Caja con prensa manual.
- Foamy de diferente espesor.
- Fieltro
- Icopor
- Corcho
- Guía de Trabajo (*Anexo C*)

PROCEDIMIENTO

1. Se entrega a los estudiantes una prensa manual, así como rectángulos de 20cm x 4cm de diferentes materiales. Los estudiantes deben colocar uno a uno los materiales en el interior de la prensa manual y aplicar diferentes fuerzas tomando como referencia la regleta ubicada en la parte superior de la misma. A partir de lo observado deben realizar el respectivo registro en la guía de trabajo.

Actividad:

A. Coloque dentro de la prensa manual el rectángulo formado a partir de dos láminas de foamy adheridas. Luego introduzca los émbolos en ambos lados de la caja y guiándose por la regleta ubicada en la parte superior de la misma,

aplique una fuerza igual en ambos lados del material. Dibuje en la guía de trabajo lo que observa.

B. Devuelva los émbolos a la posición inicial, asegurándose de que el material no haya quedado curvado. Ahora deje uno de los émbolos estáticos y aplique una fuerza en el lado contrario. Observe que sucede y regístrelo en la guía de trabajo.

C. Repita el procedimiento A y B con cada uno de los materiales suministrados por el docente según se relacionan en la guía de trabajo y registre sus observaciones.

D. Según lo observado clasifique en la siguiente tabla los materiales según sean dúctiles o frágiles:

Ductiles	Fragiles

E. Conteste las siguientes preguntas:

- ¿Qué sucede cuando sobre un material aplica la misma fuerza por los dos lados? ¿La figura que se forma es simétrica o no lo es?
- ¿Qué sucede cuando sobre un material aplica solo una fuerza y bloquea el lado contrario? ¿Hay simetría en la figura que se forma? ¿Qué diferencia evidencia con respecto a cuando aplico dos fuerzas?
- ¿La fuerza que debe aplicar en todos los casos en la misma o algunos materiales presentan una mayor resistencia a la acción de las fuerzas?
- Desde un punto de vista geológico ¿Qué estructuras geológicas (pliegues o fracturas) se forman en la mayoría de los casos? ¿A qué tipo de relieve lo puede asociar?

IMÁGENES DE APOYO

A continuación, se presentan las fotos del material elaborado para la realización de la actividad 2, en donde se muestra una guia de lo que deben realizar los estudiantes para completar el módulo de trabajo entregado.

Figura 33. Imágenes de apoyo para la actividad 2

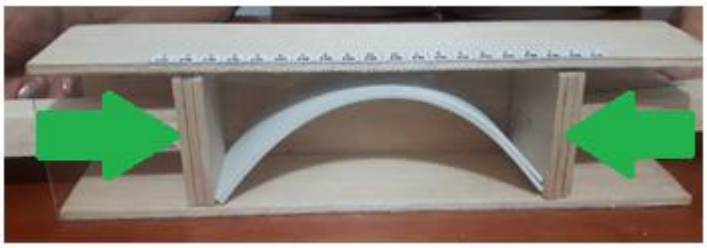
La primera imagen muestra cada uno de los materiales que van a ser empleados en la realización de la práctica, caracterizados por su comportamiento variado frente a la acción de fuerzas compresivas aplicadas sobre los mismos. La segunda imagen presenta la

prensa manual que se emplea en la realización de la actividad con sus respectivos émbolos laterales con los cuales se aplicaran las fuerzas y la regleta que permite dimensionar la magnitud de la fuerza que se aplicará sobre cada uno de los materiales.

Material dentro de la prensa manual sin realizar la aplicación de fuerzas sobre el mismo.

Posición de los émbolos para iniciar la aplicación de fuerzas sobre un material.

Efecto de fuerzas iguales aplicadas en sentido contrario sobre un material.



Efecto de fuerzas de mayor magnitud aplicadas en sentido contrario sobre un material.

Efecto de la acción de fuerzas de diferente magnitud aplicadas sobre un material.

4.3. Actividad 3: Identificando los efectos de las fuerzas entre placas tectónicas en el relieve

OBJETIVO

Esta actividad busca que el estudiante identifique las variaciones en el relieve que surgen como resultado de la acción de las fuerzas entre placas tectónicas que afectan la región occidental de Suramérica.

MATERIALES

Los materiales que se necesitan para la realización de la actividad son:

- Maqueta movimientos de placas tectónicas.
- Guía de trabajo (*Anexo C*)

PROCEDIMIENTO

1. Se les entrega a los estudiantes un modelo interactivo a escala que representa el movimiento de las placas tectónicas. Este modelo muestra las partes que intervienen en el proceso y realiza una simulación del mismo, haciendo comparación con lo que sucede en el interior de la tierra.

Actividad:

A. El docente le entregara un modelo a escala que representa los procesos tectónicos que se llevan a cabo en el interior de la tierra. Identifique los pines móviles (1 y 4) de color amarillo que simularan el movimiento de las placas tectónicas sobre la astenosfera. Identifique las placas relacionadas en el modelo y luego mueva los pines dos veces en sentido contrario a las manecillas del reloj y observe lo que sucede.

B. Con relación a las dos placas oceánicas, describa como es el movimiento de una placa respecto a la otra ¿Las dos placas se mueven en el mismo sentido?

C. Con relación a la placa oceánica que limita con la placa continental. Describa el movimiento de una placa con respecto a la otra. ¿El movimiento es el mismo que el caso de dos placas oceánicas?

D. Identifique en el modelo el nombre de las dos capas de la tierra que intervienen en el movimiento de las placas tectónicas y regístrelo en su guía de trabajo. Registre igualmente la dirección del movimiento de la placa en los puntos 1, 2 y 3.

E. Haga girar el pin al menos 5 veces. ¿Puede observar en el límite entre las placas oceánicas algún evento ¿A qué situación cree que corresponda el mismo? ¿Qué tipo de material cree que surge por el medio de las placas?

F. De la misma forma, al realizar el proceso se evidencia un cambio en la placa continental. Describa lo que observa. ¿A qué evento cree que se encuentra asociado el cambio de color en la placa continental? ¿Cómo se llama el proceso que genera este evento?

G. Responda las siguientes preguntas

- ¿Qué nombre recibe el tipo de relieve generado debido al choque de dos placas oceánicas? ¿Debido a que tipo de fuerzas se generan?
- ¿Qué nombre recibe el tipo de relieve generado debido al choque de una placa continental y una placa oceánica? ¿Debido a que tipo de fuerzas se generan?

IMÁGENES DE APOYO

A continuación, se presentan las fotos del material elaborado para la realización de la actividad 3, en donde se muestra una guia de lo que deben realizar los estudiantes para completar el módulo de trabajo entregado.

Figura 34. Imágenes de apoyo para la actividad 3

La imagen anterior muestra la maqueta elaborada para la representacion del movimiento de las placas tectónicas. Los pines amarillos permiten para dar movilidad a las diferentes secciones de la misma.

Vista superior de la maqueta en donde se observan tres placas tectónicas, dos de corteza oceánica y una de corteza continental.

Rotación de los pines 1 y 4, para evidenciar el movimiento realizado por las placas tectónicas.

Resultado de la rotación de los pines. Se coloca en evidencia las diferentes formaciones geológicas que da a lugar el movimiento de las

4.4. Actividad 4: Efecto de las fuerzas compresivas sobre capas de material. Analogía con las rocas sedimentarias

OBJETIVO

Esta actividad busca que el estudiante identifique el comportamiento de un depósito de material cuando sobre él se aplican fuerzas compresivas, permitiéndole identificar formaciones geológicas características en el mismo.

MATERIALES

Los materiales que se necesitan para la realización de la actividad son:

- Caja Transparente
- Arena de diferentes colores
- Embolo
- Guía de Trabajo (*Anexo C*)

PROCEDIMIENTO

1. Se entrega a los estudiantes la caja transparente y la arena colores. A continuación, deben colocar el embolo en una posición especifica de la caja y comenzar a agregar las capas de arena de color, cada una con un espesor aproximado de 1cm. Los estudiantes deben cernir levemente para que la misma quede pareja a lo largo del recipiente. Se debe repetir el proceso con los diferentes colores de arena, creando capas de aproximadamente 1 cm de espesor

Actividad:

A. Utilizando el material suministrado por el docente, ubique el embolo dentro de la caja transparente y luego deposite una capa de arena de color de aproximadamente

1 cm de espesor. Sacuda suavemente la caja para que las capas queden en una disposición horizontal.

B. Repita el proceso anterior para cada uno de los colores de arena con los que cuenta. Cuando tenga todas las capas en el recipiente, represente en su guía de trabajo lo que observa por medio de un dibujo.

2. Ahora con ayuda del embolo el estudiante debe comenzar a aplicar una fuerza al material. Debe realizar el registro grafico de lo que observa cuando le aplica una fuerza hasta un tercio de la distancia de la caja y hasta la mitad de la distancia de la caja. Finalmente debe identificar en los registros gráficos las estructuras geológicas (pliegues o fallas) que puede identificar.

Actividad:

A. Aplique una fuerza sobre el embolo, hasta llegar a un tercio de la distancia de la caja. Observe lo que sucede y regístrelo en su guía de trabajo.

B. Continúe aplicando una fuerza sobre el embolo hasta llegar a la mitad de la caja. Observe lo que sucede y registre minuciosamente en la guía de trabajo.

C. Responda las preguntas que se presentan a continuación.

- ¿Qué orientación tienen las capas de material entre si (paralelas, perpendiculares, verticales, horizontales…), cuando sobre ellas no se aplica ninguna fuerza? ¿Es posible distinguir el tipo de materiales o colores entre las mismas?
- Cuándo realiza la aplicación de la primera fuerza ¿La estructura que observa en las capas es igual al primer caso? Explique brevemente.
- Cuándo realiza la aplicación de la segunda fuerza ¿La estructura que observa en las capas es igual al primer y al segundo caso? ¿Se presenta algún cambio en la disposición de las capas?
- Observando el resultado final obtenido ¿Puedes diferenciar alguna estructura geología en el mismo (pliegue o fractura)?

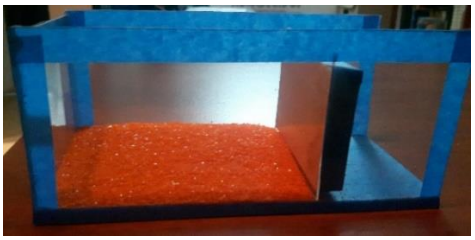
D. Marque con un color diferente sobre los dibujos realizados, las estructuras geológicas que identifico en la realización del ejercicio.

IMÁGENES DE APOYO

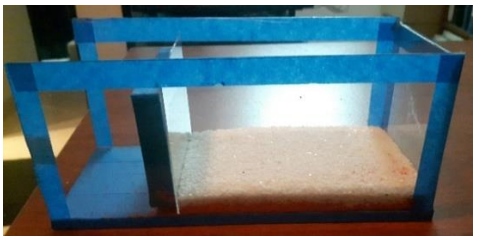
A continuación, se presentan las fotos del material elaborado para la realización de la actividad 4, en donde se muestra una guia de lo que deben realizar los estudiantes para completar el módulo de trabajo entregado.

Figura 35. Imágenes de apoyo para la actividad 4

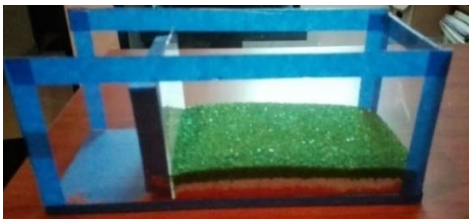
La figura anterior muestra los materiales necesarios para la realización de la actividad: una caja transparente, un embolo que se acopla a la caja para realizar la fuerza compresiva al material y arena de diferentes colores.



Ubicación de la caja y el embolo. Depósito de la primera capa de material.

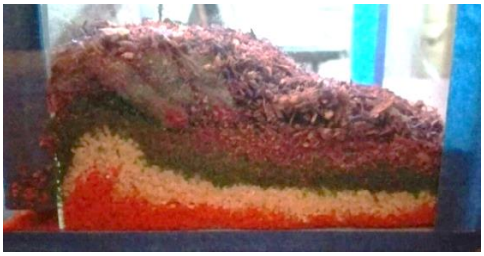


Depósito de la segunda capa de material.



Depósito de la tercera capa de material.

Depósito de la última capa de material. Vista frontal de las capas de material en la caja.



Aplicación a través del embolo, de una fuerza sobre el material depositado.

Efecto de la aplicación de una fuerza sobre el material depositado.

5. Conclusiones y Recomendaciones

5.1. Conclusiones

Con los resultados obtenidos es posible concluir:

1. Existe una relación fundamental entre las ciencias físicas y la geología a través de las cuales se puede entender mejor los fenómenos naturales.

2. Los modelos didácticos permiten comprender la dinámica de las placas tectónicas y su relación con los esfuerzos compresivos.

3. El módulo didáctico propuesto propicia en el estudiante la curiosidad frente a la explicación de fenómenos naturales que se presentan en su entorno, llevándolo a cuestionarse y proponer explicaciones a través de las herramientas suministradas por otras ciencias.

4. A través de los resultados obtenidos de las encuestas se determina que los estudiantes tienen ideas básicas de lo que ocurre en los fenómenos naturales pero muy pocos lo relacionan en su origen. Se establecer que los estudiantes entienden el significado de los fenómenos relacionados con las ciencias de la tierra, pero presentan dificultades en cuanto la génesis de los mismos desde una perspectiva científica.

5. De forma continua se registran eventos naturales asociados a la dinámica terrestre, por lo tanto, la explicación de los mismos desde el aula de clase tiene una gran importancia en el aprendizaje. Se hace necesario revisar y aumentar de forma gradual los contenidos relacionados a ciencias de la tierra y combinarlos desde una perspectiva interdisciplinar con otras ciencias básicas como en este caso la física para así generar en el estudiantado un aprendizaje significativo.

5.2. Recomendaciones

1. Hay una deficiencia desde una perspectiva curricular con respecto a la explicación de fenómenos relacionados con la Geología, debido a que el Ministerio de Educación Nacional propone en los lineamientos de las Ciencias Naurales su estudio únicamente en los niveles de básica primaria y básica secundaria inicial. En otras palabras, en los cursos superiores no están establecidos estándares que permitan desarrollar temáticas relacionadas a ciencias de la tierra, desconociendo así los aportes que desde otras ciencias se pueden dar a la comprensión de los mismos.

2. La física es una ciencia que guarda una cercana relación con la geología debido a que permite describir a partir de modelos, leyes y postulados, la dinámica terrestre. Por lo anterior, es de vital importancia que el docente brinde a los estudiantes herramientas que le permitan construir modelos coherentes basados en la lógica, los cuales le permitan a través de la experiencia cotidiana y la formación científica describir los fenómenos naturales que se presentan en su entorno.

3. Propiciar espacios de discusión pedagógica en donde se realice una revisión de los contenidos curriculares dentro de las instituciones educativas, que tengan como finalidad la inclusión de temáticas relacionadas al estudio de las ciencias de la tierra y su estudio interdisciplinar.

4. Motivar a los docentes de ciencias naturales frente a la construcción de material didáctico que les permita innovar en el desarrollo de las clases, empleando como elemento fundamental su relación con otras áreas del conocimiento.

5. Generar conciencia en los estudiantes frente a la importancia del estudio de las ciencias de la tierra, como elemento fundamental en la compresión de los fenómenos naturales que se presentan en su entorno y la construcción de una ruta de acción frente a la ocurrencia de los mismos.

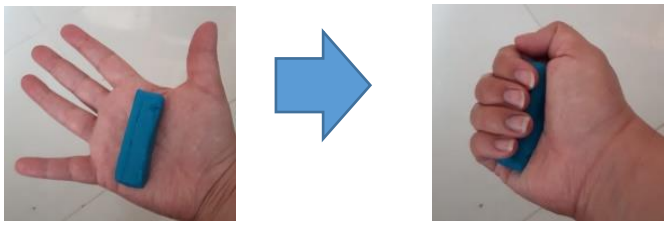
6. Dado que los lineamientos curriculares para la asignatura de Física son tan extensos que en algunos casos impiden un desarrollo ligado a las experiencias en el aula, se sugiere que las actividades propuestas sean empleadas como material de apoyo para lograr un mejor entendimiento de los conceptos.

Anexo A. Prueba Diagnostica

ENCUESTA DE PRECONCEPTOS RESPECTO A FUERZA Y MOVIMIENTOS DE LA TIERRA

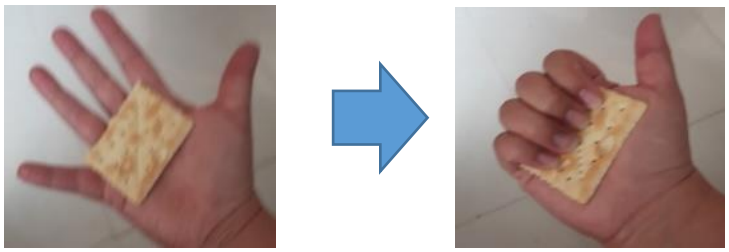
NOMBRE: _____

1. ¿Qué sucede si tiene una barra de plastilina y la comprime con su mano?



   a. Se vuelve granos.
   b. Se deforma.
   c. Se parte.
   d. Se mantiene igual.

2. ¿Qué sucede si tiene una galleta de soda y la comprime con su mano?



   a. Se vuelve granos.
   b. Se deforma.
   c. Se parte.
   d. Se mantiene igual.

3. ¿Qué sucede si tiene una bola de caucho y la comprime con su mano?
   a. Se mantiene igual.
   b. Se deforma y mantiene la forma adquirida.
   c. Se deforma y recupera su forma original.
   d. Se granula y se desintegra.

4. ¿Qué sucede al halar por sus extremos un trozo de madera de 10 cm de longitud?

a. Se mantiene igual.
b. Se deforma y mantiene la forma adquirida.
c. Se deforma y recupera su forma original.
d. Se granula y se desintegra.

5. ¿Qué sucede al halar de los extremos de una barra de plastilina?

a. Solo se estira.
b. Solo se parte.
c. Se parte y se estira.
d. Se mantiene igual, pero se curva.

6. ¿Qué puede observar al comprimir una cartulina rectangular desde sus extremos?
a. Líneas rectas y curvas.
b. Superficies planas y curvas.
c. Líneas y superficies planas y curvas.
d. Se parte y se curva

7. ¿Qué puede observar al comprimir un cartón paja rectangular desde sus extremos?
a. Superficies y líneas curvas.
b. Ángulos y superficies planas.
c. Parábolas y elipses.
d. Gránulos y astillas.

8. De acuerdo con lo anterior porque se transformaron y/o generaron cambio de forma en los materiales?
a. Cambio el estado químico de la materia.
b. Cambio de la disposición de las partículas que componen la materia.
c. Por la aplicación de una fuerza.
d. Por el incremento de la temperatura sobre el material.

9. Si se pudiera realizar un corte en la tierra como una naranja, conociendo que el planeta Tierra es una esfera, que encontramos en su interior
- **a.** Materiales sólidos.
- **b.** Esfera de un solo material.
- **c.** Material homogéneo.
- **d.** Material heterogéneo.

10. Con cuál de los siguientes dulces compararía la tierra teniendo en cuenta su forma e interior:

a	**b**
c	**d**

11. ¿Qué entiende cómo fuerza?
- **a.** Energía que propicia un movimiento.
- **b.** Es aquella que modifica el estado de la materia.
- **c.** Es aquella que propicia un movimiento.
- **d.** Es un movimiento.

12. ¿Cuál cree que es la causa de un temblor?
- **a.** A los gases que se mueven en el interior de la tierra.
- **b.** Por las altas temperaturas y presión del magma que se encuentra en el interior de la tierra.
- **c.** Al movimiento de la corteza terrestre.
- **d.** Porque la tierra tiene escalofríos.

Anexo B. Análisis de la Encuesta

El análisis de la encuesta de preconceptos aplicada a estudiantes de Ciclo I, se lleva a cabo teniendo en cuenta el siguiente parámetro.

La encuesta fue planteada con el objetivo de indagar a los estudiantes frente a dos campos específicos, el primero de ellos se denominará Fuerza y sus Efectos en donde se asocian las preguntas que pretenden indagar a los estudiantes frente al comportamiento de los diferentes materiales cuando sobre ellos actúa una fuerza.

¿Qué sucede si tiene una barra de plastilina y la comprime con su mano? ¿Qué sucede si tiene una galleta de soda y la comprime con su mano? ¿Qué sucede si tiene una bola de caucho y la comprime con su mano? ¿Qué sucede al halar por sus extremos un trozo de madera de 10 cm de longitud? ¿Qué sucede al halar de los extremos de una barra de plastilina? ¿Qué puede observar al comprimir una cartulina rectangular desde sus extremos? ¿Qué puede observar al comprimir un cartón paja rectangular desde sus extremos? ¿Qué entiende cómo fuerza?

Al segundo campo se le denomina Estructura de la Tierra y Tectónica de Placas, en donde se asocian las siguientes preguntas que pretenden establecer la concepción de los estudiantes frente a la estructura de la tierra, comportamiento de los materiales, las capas que la conforman y el efecto que su movimiento genera sobre la superficie terrestre.

¿De acuerdo con lo anterior porque se transformaron y/o generaron cambio de forma en los materiales? ¿Si se pudiera realizar un corte en la tierra como una naranja, conociendo que el planeta Tierra es una esfera, que encontramos en su interior? ¿Con cuál de los siguientes dulces compararía la tierra teniendo en cuenta su forma e interior? ¿Cuál cree que es la causa de un temblor?

Análisis de Resultados

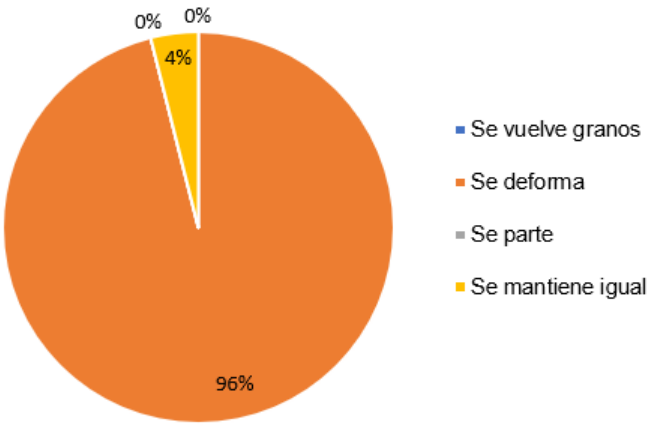
A continuación, se presentan los resultados obtenidos a partir de la aplicación del instrumento:

<u>Fuerza y sus Efectos</u>

Las preguntas que se presentan a continuación buscaban establecer el conocimiento de los estudiantes frente al comportamiento de los materiales al ser sometidos a una fuerza. Se buscaba que asociaran cada uno de los materiales teniendo en cuenta su percepción frente a la ductilidad o fragilidad de los mismos, pudiendo de esta forma predecir los efectos que se generan.

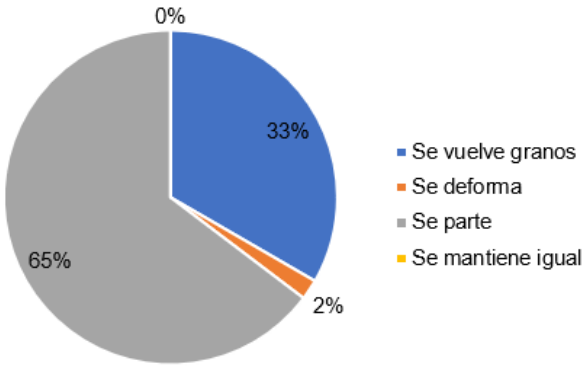
- Respecto a la aplicación de fuerzas compresivas, se tienen las siguientes preguntas:

  ¿Qué sucede si tiene una barra de plastilina y la comprime con su mano?



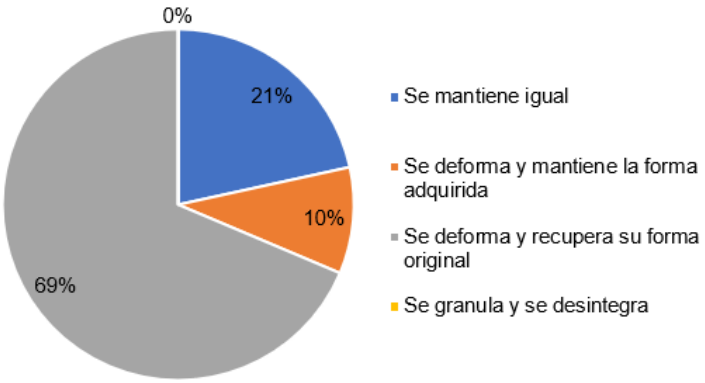
Frente a esta pregunta el 96% de los encuestados correspondientes a 49 estudiantes asociaron el comportamiento de la plastilina a un comportamiento dúctil, respondiendo que frente a la acción de una fuerza el material se deformaba. El 4% de ellos equivalente a 2 estudiantes aseguraron que la acción de la fuerza no generaba efectos en el material por lo cual se mantenía igual.

¿Qué sucede si tiene una galleta de soda y la comprime con su mano?



Frente a la pregunta el 65% de los encuestados (33 estudiantes) aseguraron que frente a la aplicación de una fuerza compresiva sobre la galleta esta se parte (comportamiento frágil), el 33% (17 estudiantes) aseguran que esta se vuelve granos (comportamiento frágil) y el 2% (1 estudiante) afirma que la galleta se deforma (comportamiento dúctil)

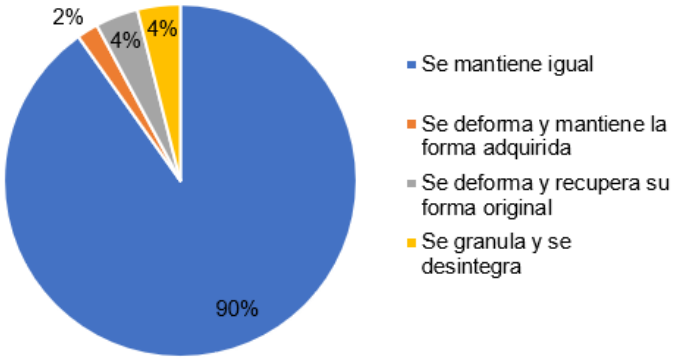
¿Qué sucede si tiene una bola de caucho y la comprime con su mano?



Con relación a esta pregunta el 69% de los encuestados (35 estudiantes) aseguran que, frente a la aplicación de una fuerza, la pelota de caucho se deforma y luego recupera su forma original (comportamiento elástico), el 21% (11 estudiantes) aseguran que la pelota se mantiene igual no mostrando ningún efecto sobre su forma y el 10% (5 estudiantes) aseguran que la bola de caucho se deforma y permanece con la forma que adquirió (comportamiento dúctil)

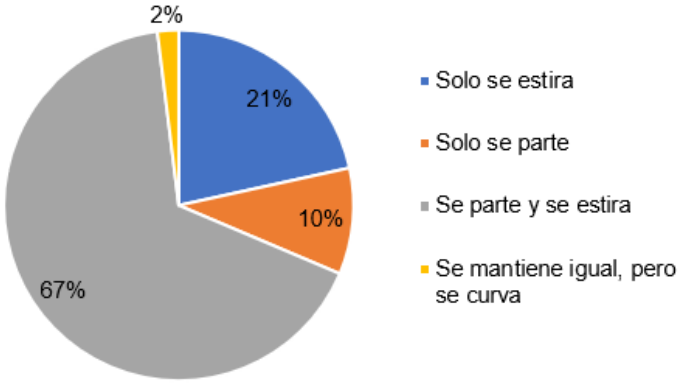
- Respecto a la aplicación de fuerzas de tracción se tienen las siguientes preguntas:

¿Qué sucede al halar por sus extremos un trozo de madera de 10 cm de longitud?



Frente a la pregunta planteada el 90% de los encuestados (46 estudiantes) asegura que el trozo de madera se mantiene igual, el 4% (2 estudiantes) aseguran que la madera de deforma y recupera su forma original (comportamiento elástico), otro 4% (2 estudiantes) aseguran que la madera se granula y se desintegra y finalmente un 2% (1 estudiante) señala que la madera se deforma y mantiene su forma adquirida (comportamiento dúctil).

¿Qué sucede al halar de los extremos de una barra de plastilina?

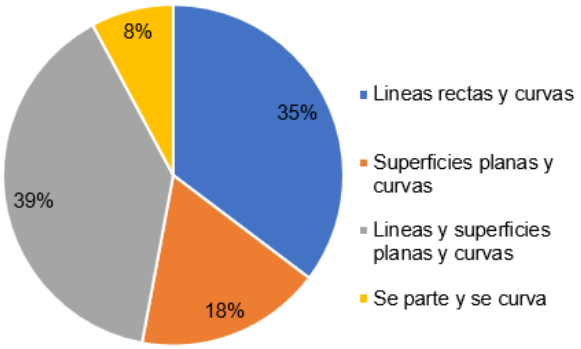


Frente a la pregunta anterior, el 67% de los encuestados (34 estudiantes) aseguran que la plastilina se parte y se estira (comportamiento dúctil – límite plástico), el 21% (11 estudiantes) aseguran que la plastilina solo se estira (comportamiento dúctil), el 10% (5 estudiantes) aseguran que la plastilina solo se parte (comportamiento frágil) y el 2% (1 estudiante) cree que la plastilina se mantiene igual, pero se curva.

Las preguntas que se presentan a continuación buscaban indagar a los estudiantes frente al efecto de una fuerza aplicada sobre una línea o superficie, colocando en evidencia de esta manera el efecto que sobre un material tiene la misma y las variaciones geométricas que se pueden evidenciar en él.

- Respecto a la aplicación de fuerzas sobre una superficie:

¿Qué puede observar al comprimir una cartulina rectangular desde sus extremos?



Con respecto a la pregunta planteada el 39% de los encuestados (20 estudiantes) aseguran que al aplicar la fuerza sobre este material pueden observar líneas y superficies planas y curvas, el 35% (18 estudiantes) observan líneas rectas y curvas, el 18% (9 estudiantes) observan superficies planas u curvas y el 8% (4 estudiantes) creen que al aplicar la fuerza el material se parte y se curva.

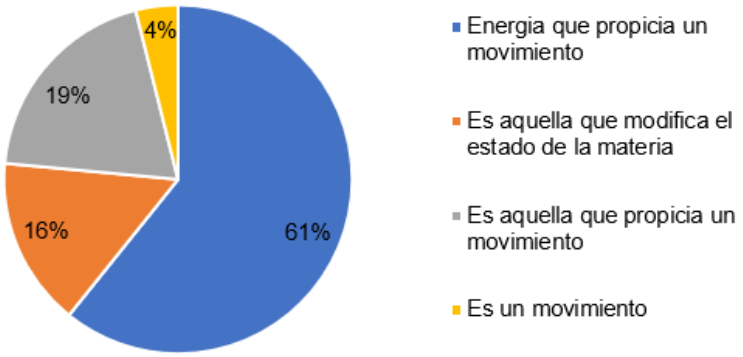
¿Qué puede observar al comprimir un cartón paja rectangular desde sus extremos?

Frente a la pregunta planteada, el 33% (17 estudiantes) dicen que pueden observar superficies y líneas curvas, el 27% (11 estudiantes) observan ángulos y superficies planas,

el 22% (11 estudiantes) observan parábolas y elipses y finalmente el 18% (9 estudiantes) creen que al aplicar la fuerza el material se granula y se astilla.

- Respecto al concepto de fuerza

¿Qué entiende cómo fuerza?



Con relación a la pregunta planteada, el 61% (31 estudiantes) asocian el concepto de fuerza a la energía que propicia un movimiento, el 19% (10 estudiantes) a aquella causa que propicia un movimiento, el 16% (8 estudiantes) asegura que una fuerza corresponde a aquella que modifica el estado de la materia y finalmente el 4% (2 estudiantes) creen que fuerza y movimiento son un mismo concepto.

Interpretación de los resultados

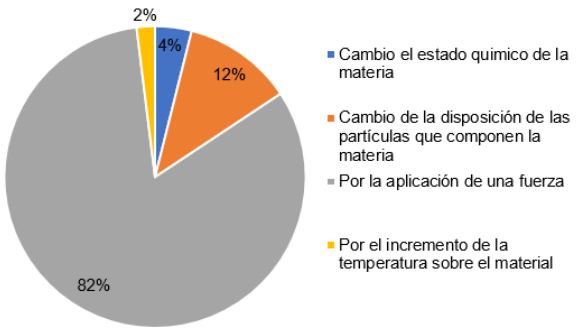
Los resultados obtenidos muestran que los estudiantes tienen una percepción adecuada frente a los efectos que sobre un material tiene la aplicación de una fuerza, mostrando así, percepciones claras frente a los diferentes tipos de materiales que pueden encontrar en su entorno. En cuanto a las concepciones con respecto a la aplicación de fuerzas sobre una superficie, los estudiantes relacionan de forma adecuada los efectos de las mismas y lo asocian a formas geométricas que pueden identificar fácilmente.

Si bien los resultados fueron satisfactorios para los efectos de las fuerzas en los diferentes materiales, se evidencia que los estudiantes presentan la dificultad frente a la definición del concepto de fuerza, llegando a confundirlo con el concepto de energía, desconociendo la diferencia existente entre las mismas.

Estructura de la Tierra y Tectónica de Placas

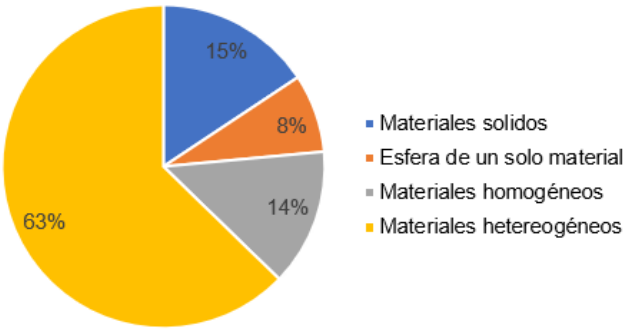
Las preguntas que se presentan a continuación indagan a los estudiantes frente a su concepción respecto a conformación de las capas de la tierra, comportamiento de los materiales y efectos del movimiento de la corteza de la tierra sobre la superficie de la misma.

¿De acuerdo con lo anterior porque se transformaron y/o generaron cambio de forma en los materiales?



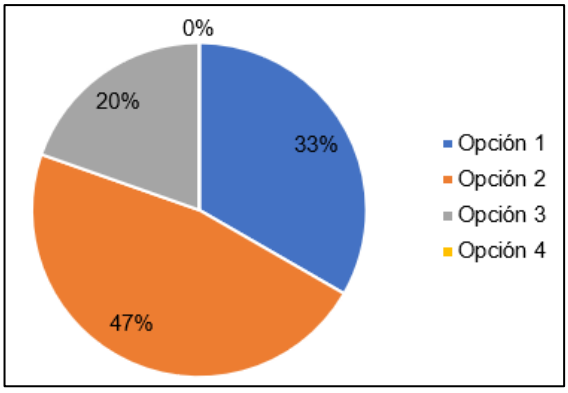
Con relación a la pregunta planteada, el 82% (42 estudiantes) aseguran los cambios evidenciados obedecen a la aplicación de una fuerza, el 12% (6 estudiantes) creen que se debe al cambio de la disposición de las partículas que componen la materia, el 4% (2 estudiantes) creen que el efecto obedece a cambios en el estado químico de la materia y finalmente el 2% (1 estudiante) cree que la variación corresponde al incremento de la temperatura sobre el material.

¿Si se pudiera realizar un corte en la tierra como una naranja, conociendo que el planeta Tierra es una esfera, que encontramos en su interior?



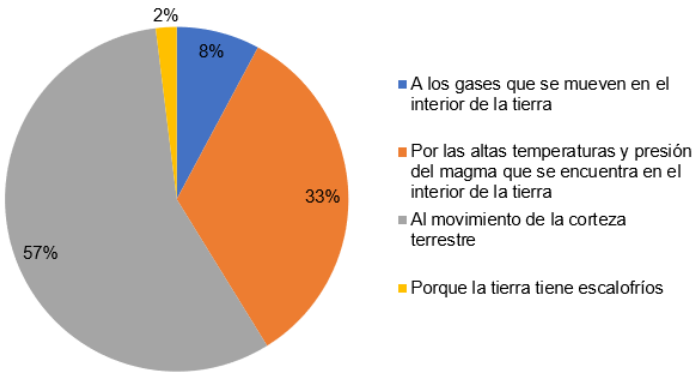
Frente a la pregunta planteada, el 63% (32 estudiantes) creen que al realizar un corte a la tierra se encontrara en ella materiales heterogéneos (materiales líquidos y sólidos), el 15% (8 estudiantes) cree que estaría compuesta únicamente por materiales sólidos, el 14% (7 estudiantes) cree que estaría conformada por materiales homogéneos (solo líquidos o solo solidos) y finalmente el 8% (4 estudiantes) manifiestan que la tierra estaría conformada por un único material)

¿Con cuál de los siguientes dulces compararía la tierra teniendo en cuenta su forma e interior?



De acuerdo con la pregunta planteada, el 47% de los encuestados (24 estudiantes) asociaron la tierra a una esfera distribuida así: interior sólido, región media liquida viscosa, superficie solida con incrustaciones en la misma, el 33% (17 estudiantes) la asociaron a una esfera cuto interior es líquido y su capa media y externa son sólidas de diferentes densidades. El 20% (10 estudiantes), asocian la tierra a una esfera con tres capas, donde los dos exteriores son sólidas de un pequeño espesor en comparación con la capa central que es más gruesa y tiene una contextura de líquido viscoso.

¿Cuál cree que es la causa de un temblor?



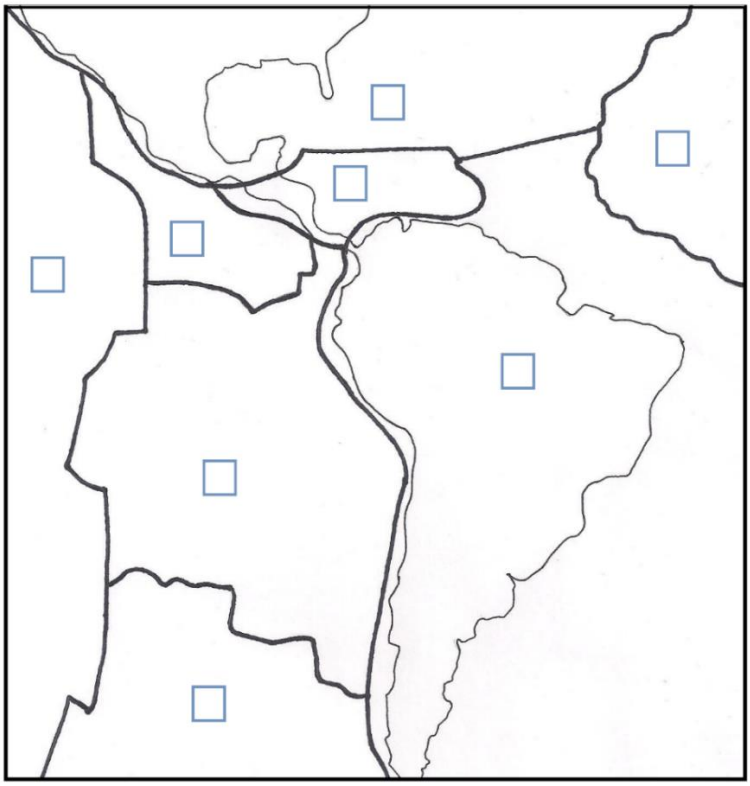
Con relación a la pregunta planteada, el 57% de los encuestados (29 estudiantes) manifiestan que los temblores obedecen al movimiento de la corteza terrestre, el 33% (17 estudiantes) creen que se debe a las altas temperaturas y presión del magma en el interior de la tierra, el 8% (4 estudiantes) a los gases que se mueven en el interior de la tierra y finalmente el 2% (1 estudiante) opina que los movimientos de la tierra se deben a que la tierra tiene escalofríos.

Interpretación de los resultados

En cuanto a las preguntas asociadas a la estructura de la tierra y tectónica de placas, se puede decir que los estudiantes tienen una concepción apropiada frente a los materiales que la conforman, interpretan de forma adecuada la fuerza como la causa de los movimientos y variaciones en la corteza terrestre y distribuyen satisfactoriamente las capas de la tierra, estando en la capacidad de establecer analogías con lo que observan. Prevalecen en los estudiantes las justificaciones que asocian los efectos en la corteza a movimientos, sobre aquellos que respaldan una teoría termodinámica a la de movimiento.

Anexo C. Guías de Trabajo Modulo Didáctico

Actividad 1: Jugando con las placas tectónicas



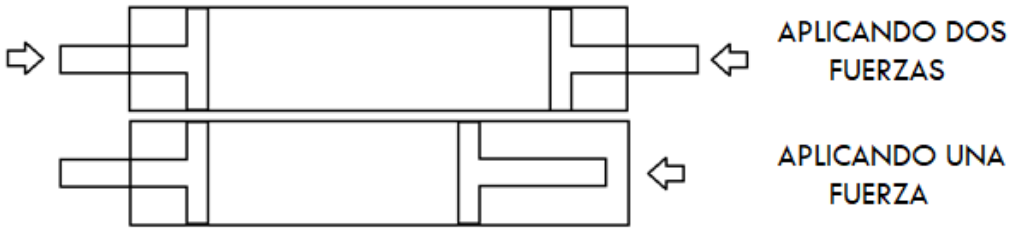
1	PLACA AFRICANA
2	PLACA DE COCOS
3	PLACA DE ANTÁRTICA
4	PLACA DEL CARIBE
5	PLACA NORTEAMERICANA
6	PLACA PÁCIFICA
7	PLACA DE NAZCA
8	PLACA SURAMERICANA

LIMITES DESTRUCTIVOS	
LIMITES CONSTRUCTIVOS	

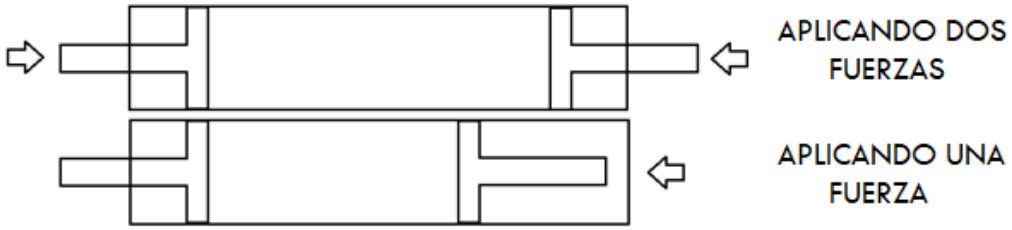
CORTEZA CONTINENTAL	
CORTEZA OCEANICA	

Actividad 2: Reconociendo las características de los materiales

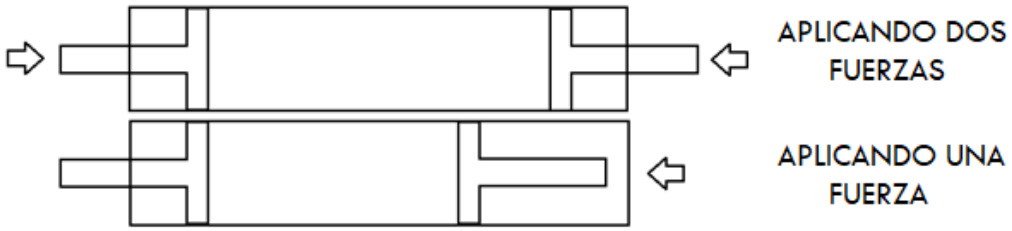
Foamy (Dos laminas adheridas)



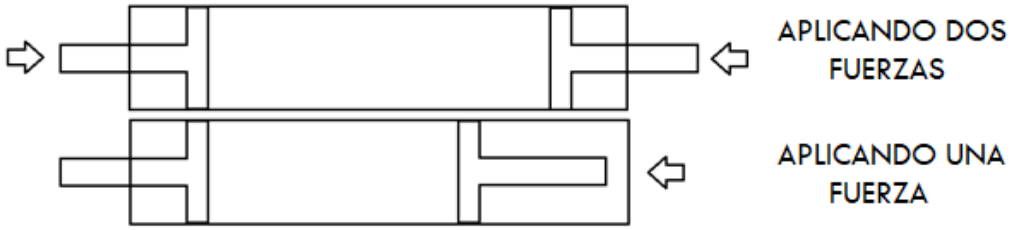
Foamy (Cuatro laminas adheridas)



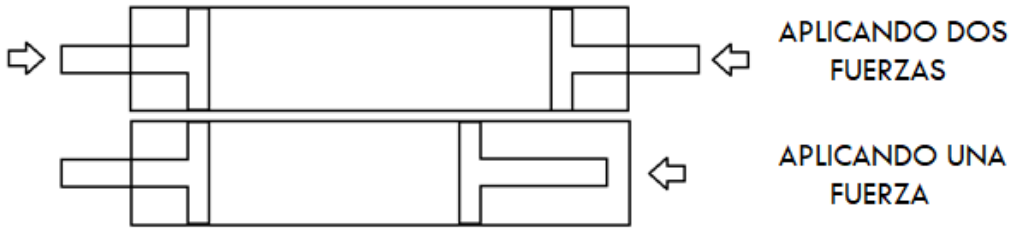
Foamy (Dos espesores diferentes en la misma lamina)



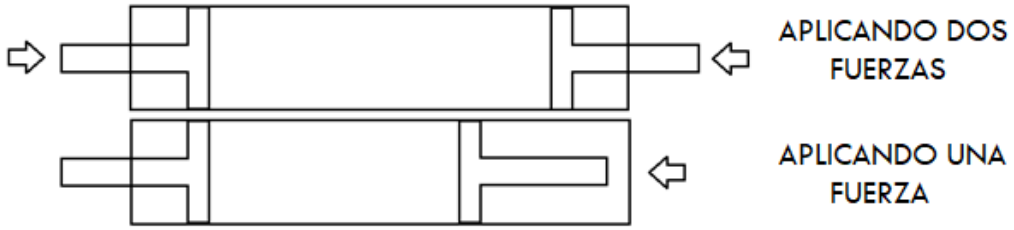
Carton Corrugado



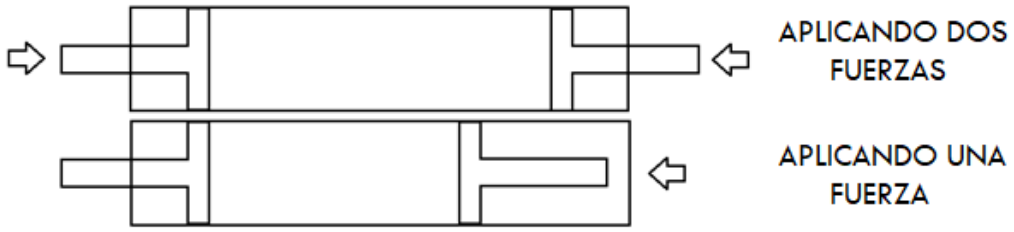
Icopor



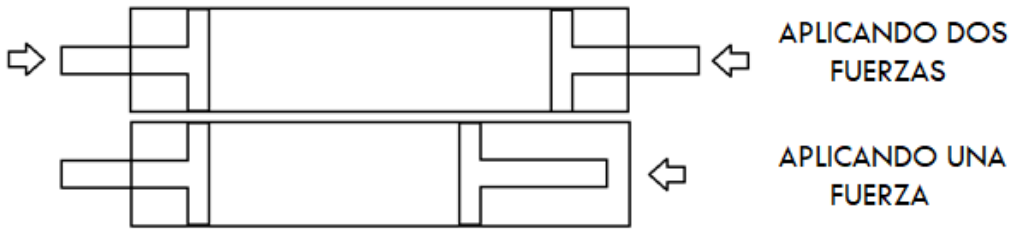
Fieltro



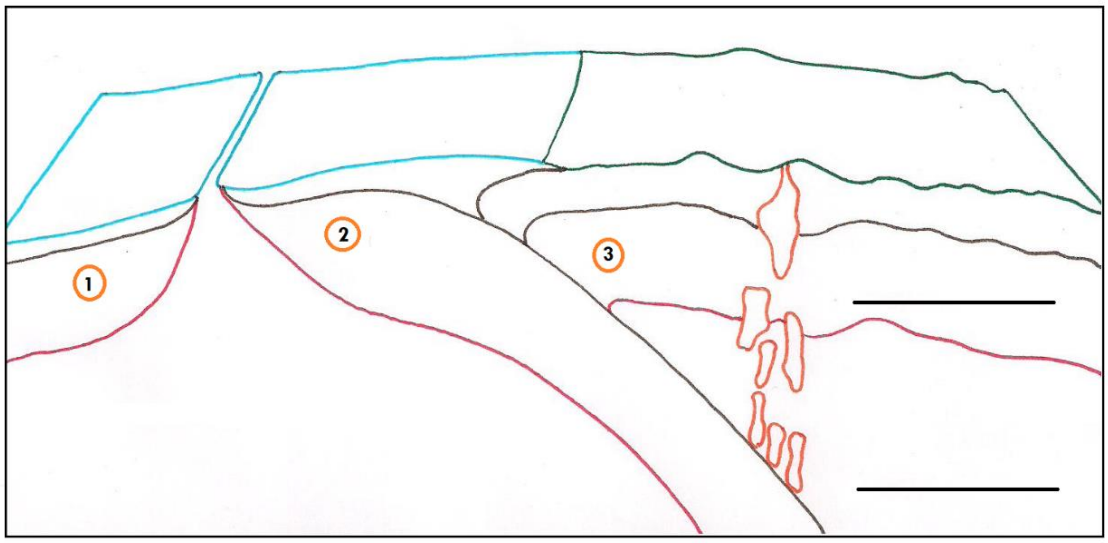
Corcho



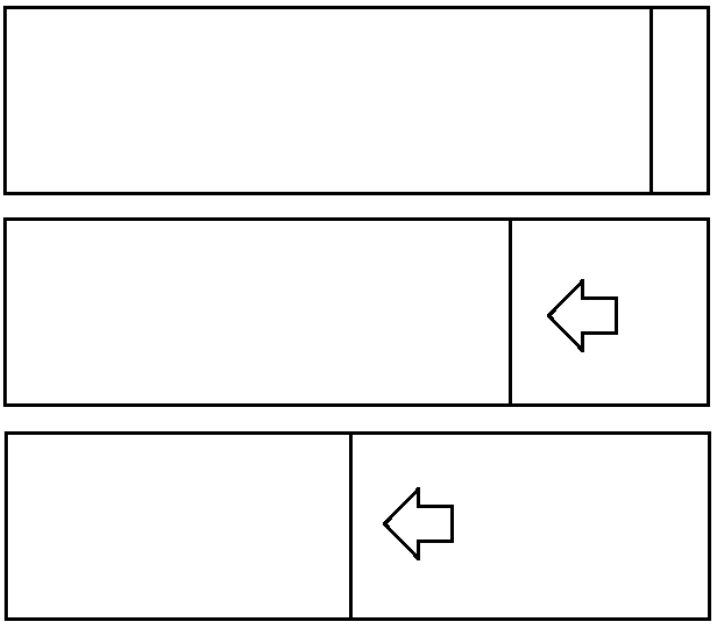
Combinacion de materiales (Foamy – Carton Corrugado – Fieltro – Corcho)



Actividad 3: Identificando los efectos de las fuerzas entre placas tectónicas en el relieve



Actividad 4: Efecto de las fuerzas compresivas sobre capas de material. Analogía con las rocas sedimentarias



Material 1	
Material 2	
Material 3	
Material 4	

Bibliografía

Alvarenga, B; Ribeiro da Luz, A. (1983). Física General con experimentos sencillos. Editorial Haqrla. México D.F.

Ausubel, D. P. (1976). Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo. Ed. Trillas. México.

Caballero, C. (s.f. a). Deformación de los materiales de la corteza. Universidad Nacional Autónoma de México. Obtenido en octubre 9, 2017 en http://usuarios.geofisica.unam.mx/cecilia/cursos/33b-DEFORMACION.pdf.

Caballero, C. (s.f. b). Tectónica de Placas: Historia y Fundamento. Universidad Nacional Autónoma de México. Obtenido en octubre 9, 2017 en http://usuarios.geofisica.unam.mx/cecilia/cursos/21-TectoC1.pdf.

Caballero, C. (s.f. c). Tectónica de Placas ¿Cómo funciona? Universidad Nacional Autónoma de México. Obtenido en octubre 9, 2017 en http://usuarios.geofisica.unam.mx/cecilia/cursos/21-TectoC2.pdf.

Campuzano, M. (2011). Kepler y Newton: Encuentros con la armonía sideral. Visión Libros, Madrid.

De Justo, J. (Abril de 2014). Historia de la sismología. Ciclo de Conferencias sobre Historia y Filosofía de la Ciencia y de la Técnica. Conferencias llevadas a cabo en Sevilla, España.

Estrada, L. (2012). Apuntes de Sismología. Universidad Nacional de Tucumán. México.

De Echandía G, (1995) Aristóteles: Física. Editorial Gredos. Madrid.

Franco A. (2010). Física con Ordenador: Curso Interactivo de Física en internet. Obtenido en noviembre 9, 2017 en http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/default.htm.

Geografía Plena, (Julio 02 de 2013). Placas Tectónicas: Celdas de Convección. Obtenido en noviembre 9, 2017 en geografiaplena.wordpress.com/2013/07/02/placas-tectónicas-celdas-de-conveccion.

Giancoli D. (2006). Física: Principios con Aplicaciones, Sexta Edición. Pearson Educación. México D.F.

Instituto Nacional de Prevención Sísmica INPRES (s.f.). Historia de la Sismología. Obtenido en julio 5, 2017 en http://contenidos.inpres.gov.ar/docs/Historia%20de%20la%20Sismolog%C3%ADa.pdf

Julivert, M. (1986). Curso de Geología Estructural. Asociación Colombiana de Geólogos y Geofísicos del Petróleo. Bogotá D.C.

López, L. (2012). La importancia de la interdisciplinariedad en la construcción del conocimiento desde la filosofía de la educación. Sophia, Colección de Filosofía de la Educación. pp. 367-377.

Martinez, E. & Sánchez, S. (s.f.). Instrumentos para recabar datos. Universidad de Huelva. Obtenido en octubre 9, 2017 en https://www.uhu.es/cine.educacion/didactica/0093instrumentosrecabardatos.htm.

Ministerio de Educación Nacional MEN (2004, julio). “Formar en ciencias: ¡El desafío! Lo que necesitamos saber y saber hacer” en Serie Guías, vol. 7, pp. 12 – 24.

Ministerio de Educación Nacional MEN (2016). Derechos Básicos de Aprendizaje: Ciencias Naturales V1. Colombia. Panamericana Formas e Impresos.

Moreno, V. (2013). Riesgo Sísmico. Una realidad en la región de Murcia. Universidad Politécnica de Cartagena. España.

Perez-Malváez, C; Bueno, A; Feria, M & Ruiz, R. (2006). Noventa y Cuatro años de la teoría de la deriva continental de Alfred Lothar Wegener. Interciencia, 31(7). 536-543. Obtenido Noviembre 10, 2017 en http://www.scielo.org.ve/scielo.php.

Rodríguez, M. L. (2004), La Teoría del aprendizaje significativo. España. Centro de Educación a Distancia Santa Cruz de Tenerife.

Servicio Geológico Mexicano SGM, (2017). Rocas. Obtenido en noviembre 9, 2017 en http://www.sgm.gob.mx/Web/MuseoVirtual/Rocas/Introduccion-rocas.html.

Tippens, P. (1992). Física 1. Editorial Mc Graw Hill. México D.F.

Torra, R. (s.f). Breve Historia de la Geología. Obtenido en noviembre 9, 2017 en http://www.unne.edu.ar/unnevieja/Web/cyt/cyt/humanidades/h-037.pdf.

Torres, A. (2017). La Teoría del Aprendizaje Significativo de David Ausubel. Psicología y Mente. Obtenido en octubre 9, 2017 en https://psicologiaymente.net/desarrollo/aprendizaje-significatico-david-ausubel.

Trimiño- Quiala, B & Voltaire- Basil, R. (2013). La utilización de las ideas previas en el desarrollo de los conceptos: vías didácticas para su implementación en las clases de Ciencias Naturales. EduSol, Julio-Septiembre, 88-95.

Sepúlveda, A. (2003) Los conceptos de la física: Evolución Histórica. Editorial Universidad de Antioquia. Medellín.

Van Del Linde, G. (2007). ¿Por qué es importante la interdisciplinariedad en la educación superior? En: Cuadernos de Pedagogía Universitaria, Año 4. No. 8. pp.11-13. Pontificia Universidad Católica Madre y Maestra. República Dominicana.