



Universidad de Jaén
Centro de Estudios de Postgrado

Trabajo Fin de Máster

PROPUESTA DE UNIDAD DIDÁCTICA: “LA DINÁMICA INTERNA DE LA TIERRA” 4º DE ESO

Alumna: Claudia Fernández Jiménez

Tutor: Prof. D. Matías Reolid Pérez

Dpto: Geología

Octubre, 2021

Resumen

El presente Trabajo de Fin de Máster desarrolla una propuesta de unidad didáctica sobre la Dinámica Interna de la Tierra, prestando especial atención a las diferentes teorías e hipótesis a lo largo de la historia hasta llegar a la teoría actualmente aceptada de la Tectónica de Placas, con el objetivo de que el alumnado sea conocedor del dinamismo al que está sometido nuestro planeta.

En el desarrollo de este trabajo se pueden distinguir dos partes claramente diferenciadas. En la primera parte se muestra la fundamentación epistemológica de la dinámica interna terrestre, realizando una revisión bibliográfica previa, mediante la que se delimita el objeto de estudio, ofreciendo los conceptos más importantes al respecto, analizando los antecedentes y llegando así, al estado actual de la cuestión. En la segunda parte, se expone el desarrollo de la programación de la unidad didáctica, ofreciendo una propuesta contextualizada en la asignatura de Biología y Geología, correspondiente al 4º curso de Educación Secundaria Obligatoria, seleccionando aquellos contenidos más relevantes con la finalidad de que el alumnado adquiera las competencias clave, a través de una metodología participativa, cooperativa, motivadora y significativa, que pretende mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Palabras clave: Biología y Geología, Educación Secundaria Obligatoria, unidad didáctica, Tectónica de Placas.

Abstract

This Master's Thesis develops a proposal for a didactic unit on the Internal Dynamics of the Earth, paying special attention to the different theories and hypotheses throughout history until reaching the currently accepted theory of Plate Tectonics, with the aim of making students aware of the Earth's dynamism.

In the development of this work, two clearly differentiated parts can be distinguished. The first part, shows the epistemological foundation of the terrestrial internal dynamics, carrying out a previous bibliographic review, through which the object of study is delimited, offering the most important concepts, analyzing the antecedents and the current state of the question. In the second part, the development of the program of the didactic unit is exposed, offering a contextualized proposal in the subject of Biology and Geology, corresponding to the 4th year of Compulsory Secondary Education, selecting the most relevant contents in order to make the students acquire the key competences, through an active, participatory, cooperative, motivating and meaningful methodology, which aims to improve the teaching-learning process.

Keywords: Biology and Geology, Compulsory Secondary Education, Didactic Unit, Plate Tectonics.

Índice

1. Introducción.....	8
2. Fundamentación epistemológica.	10
2.1. El estudio de la estructura de la Tierra.....	10
2.1.1. El método sísmico.	10
2.1.2. Las principales discontinuidades sísmicas.	11
2.2. La estructura de la Tierra.....	13
2.2.1. Modelo geoquímico.	14
2.2.2. Modelo geodinámico.	15
2.3. La dinámica de la Tierra.....	16
2.3.1. La Teoría de la Deriva Continental.	17
2.3.2. La Teoría de la Tectónica de Placas.....	19
2.4. Las placas litosféricas y sus bordes.	21
2.4.1. Los bordes divergentes.	23
2.4.2. Los bordes convergentes.	24
2.4.3. Los bordes transformantes.	27
2.5. La dinámica y evolución de la litosfera.	28
2.5.1. El Ciclo de Wilson.	28
2.5.2. Las pruebas de la Teoría de la Tectónica de Placas.	30
2.5.2.1. El relieve y la edad del fondo oceánico.	31
2.5.2.2. El paleomagnetismo del fondo oceánico.	32
2.5.2.3. La distribución de terremotos y volcanes.....	33
2.5.2.4. Otras pruebas.	35
2.6. El motor de las placas.	35
2.6.1. Los primeros modelos: las corrientes de convección.	35
2.6.2. El motor de la zona de subducción.	36
2.7. Ideas previas y dificultades en el aprendizaje.....	37
3. Proyección didáctica.....	39
3.1. Introducción.	39
3.2. Legislación de referencia.....	39
3.3. Justificación.	40
3.4. Contextualización.	41
3.4.1. Contextualización del centro y del aula.	41
3.4.2. Características del alumnado.....	42
3.5. Objetivos.....	43
3.5.1. Objetivos de etapa.	43
3.5.2. Objetivos de materia.....	45
3.5.3. Objetivos de la unidad didáctica.	47
3.6. Competencias clave.....	47
3.7. Contenidos.....	50

3.7.1. Contenidos de la materia.....	50
3.7.2. Contenidos transversales.....	50
3.8. Metodología.....	51
3.8.1. Principios metodológicos.....	51
3.8.2. Temporalización.....	54
3.8.3. Organización del espacio.....	56
3.8.4. Agrupamientos.....	56
3.8.5. Descripción y secuenciación de las sesiones.....	57
3.8.6. Materiales y recursos didácticos.....	67
3.8.7. Atención a la diversidad.....	68
3.8.8. Transversalidad e interdisciplinariedad.....	69
3.9. Evaluación.....	69
3.9.1. Criterios de evaluación y estándares de aprendizaje evaluables.....	69
3.9.2. Criterios de calificación.....	71
3.9.3. Técnicas e instrumentos de evaluación.....	71
3.9.4. Recuperación y proacción.....	72
3.10. Plan de contingencia ante COVID-19.....	73
3.11. Conclusiones.....	74
4. Referencias bibliográficas.....	76
Anexo I: Actividades de la unidad didáctica: La Dinámica Interna de la Tierra.....	80
Anexo II: Exámenes.....	91
Anexo III: Maqueta.....	99
Anexo IV: Rúbricas y documento de autoevaluación y coevaluación.....	101

Índice de figuras

Figura 1. Variación de la velocidad de propagación de las ondas P y S con la profundidad.	12
Figura 2. Estructura interna terrestre.....	13
Figura 3. Dorsal mediooceánica.....	15
Figura 4. Movimientos de convección del manto terrestre	16
Figura 5. Pruebas paleontológicas.....	18
Figura 6. Subducción.....	21
Figura 7. Movimientos relativos de las placas tectónicas..	22
Figura 8. Rift intracontinental formado en bordes divergentes de dos placas constituidas por litosfera continental en la zona de separación.....	23
Figura 9. Imagen de una de las múltiples fracturas extensivas que continuamente aparecen en El Gran Valle del Rift del Este de África	23
Figura 10. Dorsal medio oceánica formada en bordes divergentes de dos placas constituidas por litosfera oceánica en la zona de separación.....	24
Figura 11. Convergencia oceánica-continental. Formación de una cordillera pericontinental por la subducción bajo el borde continental.....	25
Figura 12. Convergencia oceánica-oceánica. Formación de un arco de islas por la subducción bajo litosfera oceánica	26

Índice de tablas

Tabla 1. Tipos de bordes, movimiento y estructuras geológicas asociadas.....	22
Tabla 2. Competencias clave trabajadas en la presente unidad didáctica.....	48
Tabla 3. Relación entre objetivos UDI, OE, OA y CC.	49
Tabla 4. Contenidos específicos de la UDI extraídos de los contenidos pertenecientes al Bloque 2 de la asignatura de Biología y Geología de 4º de ESO (Orden de 15 de enero de 2021).	50
Tabla 5. Horario de la asignatura de Biología y Geología para 4º ESO.....	54
Tabla 6. Distribución de las sesiones.	55
Tabla 7. Temporalización de las sesiones de la UDI “La Dinámica Interna de la Tierra”.	55
Tabla 8. Sesión 1 de la UDI: La Dinámica Interna de la Tierra.	58
Tabla 9. Sesión 2 de la UDI: La Dinámica Interna de la Tierra.	59
Tabla 10. Sesión 3 de la UDI: La Dinámica Interna de la Tierra.	60
Tabla 11. Sesión 4 de la UDI: La Dinámica Interna de la Tierra.	61
Tabla 12. Sesión 5 de la UDI: La Dinámica Interna de la Tierra.	62
Tabla 13. Sesión 6 de la UDI: La Dinámica Interna de la Tierra.	63
Tabla 14. Sesión 7 de la UDI: La Dinámica Interna de la Tierra.	65
Tabla 15. Sesión 8 de la UDI: La Dinámica Interna de la Tierra.	66
Tabla 16. Relación entre los contenidos, objetivos específicos (OE), criterios de evaluación y estándares de aprendizaje de la unidad didáctica.	70
Tabla 17. Criterios de calificación de la unidad didáctica.....	71
Tabla 18. Técnicas e instrumentos de evaluación.	72
Tabla 19. Rúbrica de evaluación de la actitud y participación en clase	101
Tabla 20. Rúbrica de la Caza del tesoro.....	102
Tabla 21. Rúbrica para el Interrail Exprés.....	103
Tabla 22. Rúbrica de la tarea Puzzle: El Ciclo de Wilson.	104

1. Introducción.

La obtención del título correspondiente al Máster Universitario en Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas, finaliza con la realización y defensa de un Trabajo Fin de Máster (en adelante, TFM), el cual debe poner de manifiesto lo aprendido durante el transcurso del curso académico, así como el nivel de adquisición de las competencias asociadas a la titulación.

El presente TFM recoge la propuesta de una unidad didáctica (UDI) que se desarrolla en la asignatura de Biología y Geología de 4º de la Educación Secundaria Obligatoria (ESO). La unidad sobre la que se desarrollan los dos grandes bloques de este trabajo, la fundamentación epistemológica y la propuesta didáctica, versa sobre la dinámica interna de la Tierra, prestando especial atención a la Tectónica de Placas.

Como ya se ha adelantado, en este TFM se observan dos partes claramente diferenciadas, las cuales se introducen a continuación:

- Fundamentación epistemológica. En esta parte se realiza una revisión bibliográfica, en la que se hace alusión a las investigaciones, fundamentaciones y conocimientos que, hasta el día de hoy, se tienen conocimiento sobre el tema a tratar, haciendo un recorrido en la evolución de las teorías sobre la dinámica interna de la Tierra en la historia.
- Proyección didáctica. El desarrollo de la unidad didáctica propuesta se realiza de forma que se determinen los objetivos, contenidos y competencias que se van a poner en juego en ella. Se hace una propuesta de secuencia de actividades de forma detallada y su correspondiente evaluación.

El área en la que se engloba el presente TFM es en la de Geología. En “La Geología que necesitamos”, Emilio Pedrinaci (Pedrinaci, 2016) nos recordaba que “todo ciudadano debería tener unas nociones básicas sobre cómo funciona el planeta en el que vive”. Sin embargo, la geología apenas tiene espacio en el actual sistema educativo preuniversitario español (Ilustre Colegio Oficial de Geólogos, 2018). La falta de cultura geológica supone un lastre en la formación científica básica con respecto a otros países de nuestro entorno, por lo que existe un desconocimiento general del por qué hay erupciones volcánicas en unos lugares y no en otros, cómo se originan las cordilleras, por qué se rompen y se unen los continentes, o qué influencia ha tenido todo esto en la historia de la vida.

Por tanto, es necesario implicar al profesorado en formación en la construcción de un nuevo enfoque de la enseñanza de las ciencias que la contemple como una alfabetización científica, que desarrolle la competencia científica del alumnado y que tenga en cuenta el desinterés del alumnado de secundaria y el abandono de los estudios científicos, así como las investigaciones que muestran actividades que podrían aumentar el interés como las salidas de campo y prácticas de laboratorio, etc. (Solbes & Gavidia, 2013).

Se considera interesante señalar que las figuras que se presentan a lo largo de este trabajo, son de elaboración propia, teniendo como objetivo proporcionar recursos fáciles de proyectar y dibujar en la pizarra por el profesorado, sirviendo como apoyo a la hora de impartir las explicaciones pertinentes. Además, estas figuras añaden un diseño homogéneo a lo largo del trabajo.

Teniendo en cuenta la importancia de usar un lenguaje inclusivo, se ha intentado reflejar el mismo en el presente TFM, en la medida de lo posible.

2. Fundamentación epistemológica.

2.1. El estudio de la estructura de la Tierra.

Muchos estudios actuales nos muestran la dinámica de la Tierra, prueba de ello la podemos encontrar en los fósiles de organismos marinos que podemos visualizar en las rocas de la superficie continental, los cuales demuestran que alguna vez debieron ser fondos oceánicos. Un ejemplo de ello es el hallazgo de fósiles de ballenas y leones marinos de hace millones de años en la Cuenca del Guadalquivir, entre Andújar y Villanueva de la Reina (Reolid et al., 2016).

Para llegar a comprender la dinámica de la Tierra, es necesario comenzar por estudiar el interior de la misma, es decir, su estructura interna. Para ello, existen diferentes métodos, tanto directos como indirectos.

Por un lado, se puede llegar a estudiar, por observación directa, los materiales y estructuras que se localizan en la superficie terrestre. Sin embargo, el estudio del interior de la Tierra es complejo, ya que está limitado por la profundidad (el radio terrestre promedio es de 6.371 km mientras que los sondeos más profundos son de pocos kilómetros), por lo que se realiza a través de métodos indirectos, es decir, a través del estudio de las propiedades físicas y químicas del planeta (González, 2016).

El estudio de las anomalías gravimétricas, la temperatura, la densidad, los meteoritos y los métodos magnéticos, son ejemplos de métodos indirectos (García et al., 2021), siendo el método sísmico el que mejores resultados proporciona, el cual se explica a continuación.

2.1.1. El método sísmico.

El método sísmico se basa en el estudio de propagación de las ondas sísmicas, las cuales son vibraciones que se producen durante un terremoto, se generan en el foco o hipocentro y se transmiten a grandes velocidades.

El estudio del cambio de la trayectoria y de la velocidad de las ondas sísmicas cuando se propagan a través de los diferentes materiales que componen el interior de la Tierra, ha permitido la identificación de las capas internas en función de sus propiedades mecánicas.

Las ondas sísmicas se propagan en todas direcciones y más rápido cuanto más rígido es el medio que atraviesan. Todo seísmo produce ondas sísmicas internas (primarias (P) y

secundarias (S)) y superficiales (Hernández et al., 2011; González, 2016, García et al., 2021), las cuales se definen a continuación:

- **Ondas internas:** atraviesan el interior de la Tierra y su velocidad depende del material que atraviesan. Se diferencian en:
 - **Ondas P o primarias.** Hacen vibrar los materiales de modo que estos se comprimen y se dilatan alternativamente, como un acordeón. Estas ondas son más rápidas y se propagan tanto en medios sólidos como líquidos.
 - **Ondas S o secundarias.** Hacen vibrar los materiales de modo que estos oscilan perpendicularmente a la dirección de propagación. Son más lentas que las ondas P y no pueden atravesar medios líquidos, sólo los medios sólidos.
- **Ondas superficiales.** No atraviesan el interior de la Tierra, por lo que no se emplean en el método sísmico. Se generan cuando las ondas P y S llegan a la superficie terrestre y se propagan solo por ella, causando las catástrofes.

La información de la energía registrada por las estaciones de control es analizada para establecer la estructura de la Tierra. Cuando las ondas sísmicas alcanzan la superficie terrestre, son detectadas por unos instrumentos, los **sismógrafos**, que las registran en gráficos llamados sismogramas. A partir de esos gráficos, se puede calcular la trayectoria y la velocidad de las ondas (Hernández et al., 2011).

Los datos del método sísmico muestran que las ondas varían su dirección y su velocidad a unas profundidades muy concretas, demostrando que la Tierra no es uniforme en cuanto a su composición y propiedades físicas.

2.1.2. Las principales discontinuidades sísmicas.

Cuando se observa un cambio brusco en la velocidad y dirección de las ondas, se debe a que las ondas están pasando por una zona donde hay un cambio en la composición o en el estado físico de los materiales. A estas alteraciones en el comportamiento de las ondas se les denomina **discontinuidades sísmicas**, las cuales llevan el nombre de sus descubridores y se han interpretado como los límites entre capas de diferente composición o estado físico.

A continuación, se señalan tres discontinuidades importantes (Tarbuck, 2005; Hernández et al., 2011; López & Rodríguez de Vera, 2018):

- **Discontinuidad de Mohorovicic.** Se detecta a una media de 20 km de profundidad. Las ondas sísmicas aumentan su velocidad debido a un aumento en la densidad de las rocas. Bajo ella, se registra una zona de baja velocidad de las ondas que indicaría la presencia de rocas fundidas.
- **Discontinuidad de Repetti.** Se encuentra a los 660 km de profundidad. Se debe a un cambio en la estructura de los materiales debido a la presión.
- **Discontinuidad de Gutenberg.** Se detecta a 2.900 km de profundidad. Las ondas P disminuyen bruscamente su velocidad, mientras que las ondas S dejan de propagarse a partir de ahí, indicando que la capa inferior se encuentra en estado líquido.
- **Discontinuidad de Wlechart-Lehmann.Jelfreys.** Se detecta a 5.100 km de profundidad. La velocidad de las ondas P aumenta de nuevo bruscamente, interpretándose como un estado sólido compacto de los materiales del centro de la Tierra.

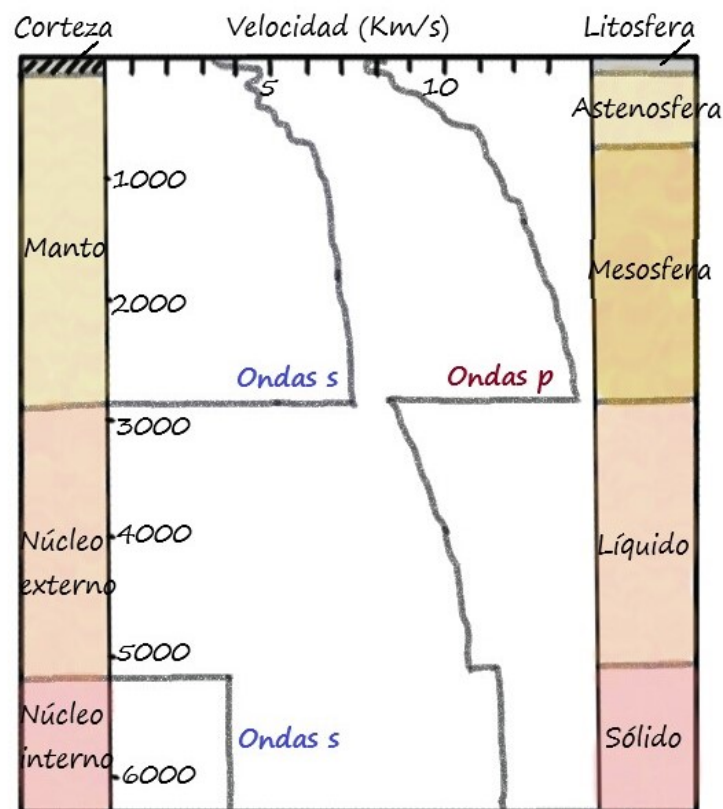


Figura 1. Variación de la velocidad de propagación de las ondas P y S con la profundidad. Adaptado de INSUGEO, (2010).

2.2. La estructura de la Tierra.

El planeta Tierra está compuesto de varias capas concéntricas con distintas composiciones químicas y propiedades físicas, ordenadas según su densidad, de manera que los elementos químicos más ligeros se encuentran en la atmósfera y los más pesados, como el hierro y el níquel, abundan en el núcleo terrestre, por lo que la densidad no se distribuye uniformemente y aumenta hacia el interior (Reolid, 2020).

Con el fin de explicar la estructura interna de la Tierra, a partir de los datos proporcionados, fundamentalmente, por el método sísmico, los geólogos han propuesto un modelo, basado en su composición química y la densidad de los materiales (Modelo geoquímico), y un modelo basado en el comportamiento de los materiales, en sus propiedades físicas (Modelo dinámico).

MODELO GEOQUÍMICO

MODELO GEODINÁMICO

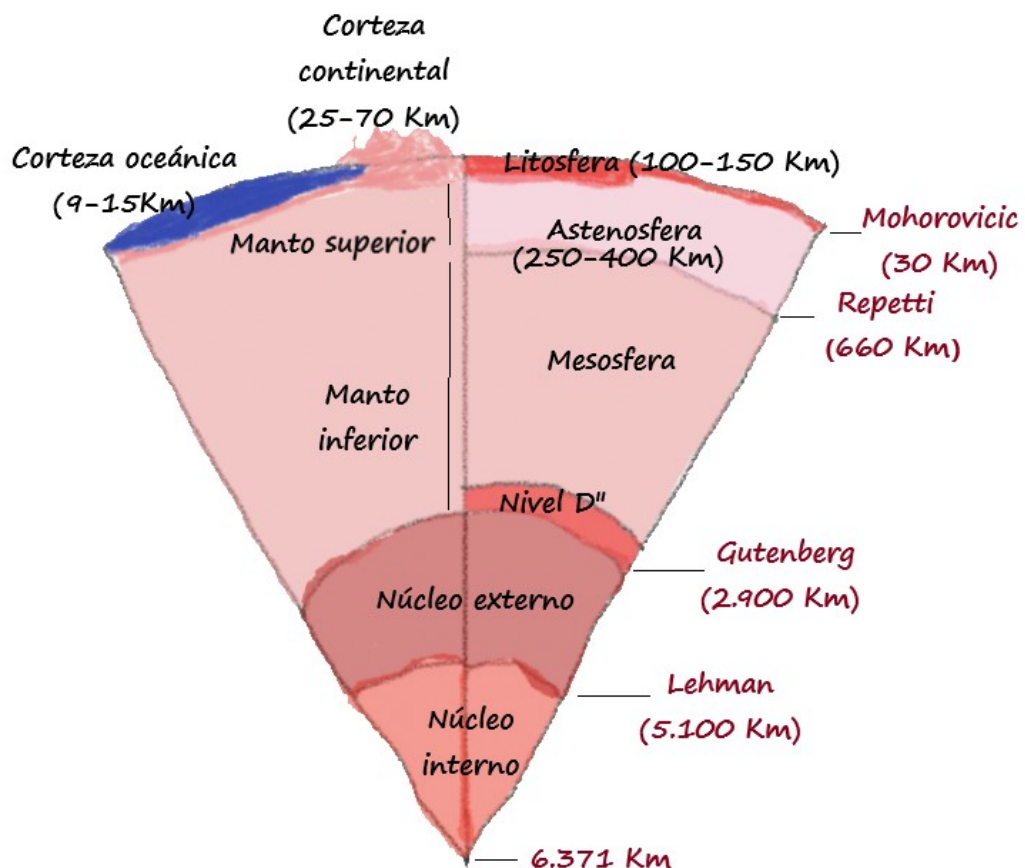


Figura 2. Estructura interna terrestre. Adaptado de *Geologiaweb*, (2021).

2.2.1. Modelo geoquímico.

La geosfera (sector sólido de nuestro planeta que está formado por capas concéntricas), según su composición química, se puede diferenciar en tres grandes capas concéntricas: corteza, manto y núcleo.

La **corteza** es la capa más superficial y la que presenta menor espesor. Ocupa un 1% del volumen de la geosfera. Se extiende desde la superficie hasta la discontinuidad de Mohorovicic, situada a una profundidad aproximada de unos 30 km (Hernández et al., 2011).

Existen dos tipos de corteza: la oceánica y la continental. La primera tiene un espesor entre 9 y 15 km. Ocupa el 75% de la superficie terrestre, y constituye el fondo de los océanos. Está compuesta, principalmente, por rocas volcánicas como el basalto, siendo esta corteza más densa que la continental. Esta última, forma los continentes y sus plataformas continentales sumergidas. Tiene un espesor mayor y variable, entre 25 y 70 km, y está constituida por rocas de naturaleza variada, de menor densidad que las de la corteza oceánica, predominando las rocas metamórficas, constituidas fundamentalmente por silicatos de aluminio y, en su parte más superficial, las rocas sedimentarias.

El **manto** es la capa más gruesa de la geosfera, ya que alcanza hasta los 2.900 km de profundidad. Supone el 83 % del volumen de la Tierra. Se sitúa entre la discontinuidad de Mohorovicic y la de Gutenberg. Está compuesta por silicatos de hierro y magnesio, que dan lugar, en función de las diferentes condiciones de presión y temperatura, a diferentes minerales que afectan a la composición mecánica del interior de la Tierra.

El **manto superior**, entre la discontinuidad de Mohorovicic y los 100 km de profundidad, contiene rocas rígidas, en concreto, peridotitas, cuyo principal mineral es el olivino (Tarbuck et al., 2005). El **manto inferior** se extiende hasta la discontinuidad de Gutenberg.

El **núcleo** se extiende desde la discontinuidad de Gutenberg, es decir, por debajo del manto, hasta el centro del planeta, situado a 6.371 km de profundidad (valor promedio). Supone el 16% del volumen de la Tierra. Se compone por hierro y níquel (Tarbuck et al., 2005). Se subdivide en núcleo externo e interno.

El **núcleo externo**, con 2.200 km de espesor, está situado entre la discontinuidad de Gutenberg (2.900 km) y la de Lehman (5.100 km). Se ha interpretado que se encuentra en estado líquido, ya que las ondas S no lo atraviesan.

El **núcleo interno** es una esfera sólida extremadamente densa, con un radio de 1.200 km (las ondas P aumentan aquí su velocidad). A pesar de la altísima temperatura que presenta, se encuentra en estado sólido debido a la elevada presión que se alcanza (Reolid, 2020).

2.2.2. Modelo geodinámico.

El segundo modelo sobre la estructura interna de la Tierra, denominado geodinámico, está basado en el estado físico de las capas (plasticidad, rigidez o densidad) y en sus propiedades mecánicas como respuesta a las presiones y temperaturas a las que se encuentran.

De acuerdo a este modelo, desde la superficie hasta el interior de la Tierra se encuentran distintas capas: litosfera, astenosfera, mesosfera, zona D'' y endosfera (Carrillo & Madrid, 2016).

La **litosfera** es la parte externa y rígida de la Tierra, constituida por la corteza continental, la oceánica y parte del manto superior, el cual presenta un comportamiento rígido. Se extiende entre los 100 y 150 km de profundidad, excepto alrededor de las dorsales mediooceánicas, donde su espesor es mucho menor (Reolid, 2020).

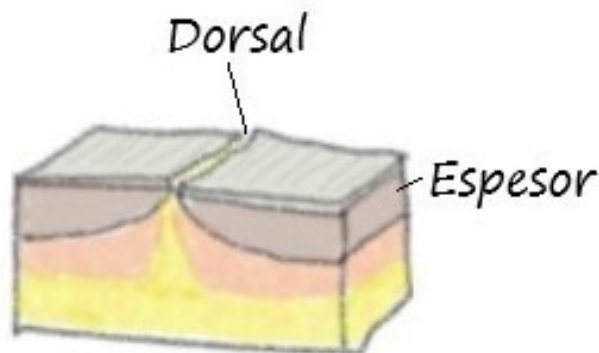


Figura 3. Dorsal mediooceánica.

Por debajo de la litosfera, se localiza la **astenosfera o manto superior sublitosférico** (Carrillo & Madrid, 2016), situada entre la litosfera y la mesosfera. Presenta profundidades de hasta 250 a 400 km. Se trata de una capa plástica, al contener pequeñas cantidades de magma, permitiendo que la astenosfera pueda moverse, en función de la temperatura y densidad, en lo que se denominan células de convección (Reolid, 2020).

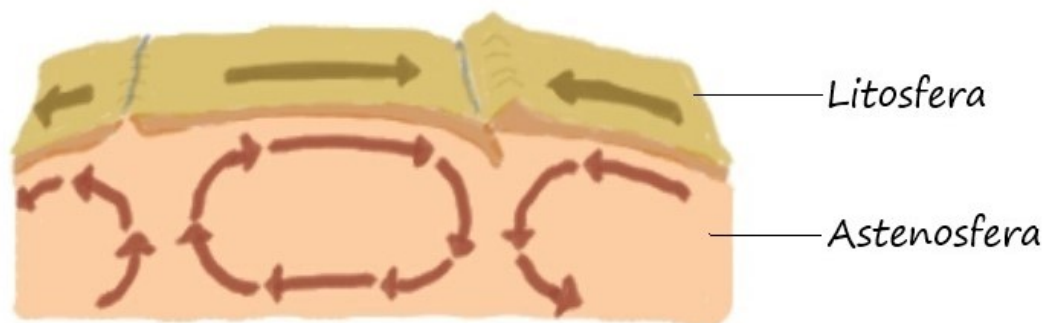


Figura 4. Movimientos de convección del manto terrestre.

La **mesosfera** se corresponde con el manto inferior y se extiende hasta los 2.900 km de profundidad. Se presenta en estado sólido.

Es necesario señalar **la zona o capa D''**, la cual se encuentra parcialmente fundida, acumula parte de los materiales de las placas que subducen y presenta hasta 400 km de grosor (Anguita, 1995). Este nivel se pone de manifiesto por una pequeña disminución de la velocidad de las ondas sísmicas entre el núcleo externo y el manto inferior; se trata de una de las zonas más dinámicas del planeta, ya que acumula el calor procedente del núcleo externo. Gran parte del calor acumulado en la capa D'' escapa poco a poco de esta zona y genera corrientes de convección en el manto y, en ocasiones, escapa calor de forma puntual, en forma de penachos térmicos, que ascienden a través del manto, perforan la litosfera y originan puntos calientes con intensa actividad volcánica, como es el caso del vulcanismo de Hawai.

Por último, la **endosfera**, equivale al núcleo terrestre, coincidiendo con el núcleo, interno y externo, del modelo geoquímico.

2.3. La dinámica de la Tierra.

Los geólogos, no solo han estudiado la estructura de la Tierra, también han tratado de explicar su dinámica, es decir, sus cambios. En concreto, han intentado describir los llamados procesos endógenos o procesos tectónicos, es decir, los que "construyen" relieves mediante fuerzas del interior del planeta como, por ejemplo, los que deforman las rocas y originan cordilleras, la actividad volcánica, los terremotos, etc.

Hasta principios del siglo XX las primeras hipótesis que intentaban explicar los procesos tectónicos partían de un punto de vista fijista, y defendían que los continentes habían permanecido siempre fijos en las posiciones que ocupan en la actualidad.

Estas hipótesis suponían que las fuerzas generadoras de relieves eran movimientos verticales debidos a ascensos de magmas del manto, a contracciones de la corteza, y/o a hundimientos o ascensos del terreno (García et al., 2021).

2.3.1. La Teoría de la Deriva Continental.

La primera hipótesis no fijista (movilista) de los procesos tectónicos fue “la Deriva Continental”, propuesta por el meteorólogo y geofísico alemán Alfred Wegener en 1912, y publicada en 1915.

Wegener sostenía que, en el pasado, hubo un supercontinente, al cual lo llamó **Pangea**, formado por la unión de todas las masas continentales, que se fragmentó paulatinamente en los continentes actuales.

Wegener aportó cuatro pruebas para formular su teoría, (Hernández et al., 2011; Reolid, 2020; García et al., 2021), ya que la teoría de la deriva continental se formuló sin ninguna base experimental. Las pruebas en las que fundamentó su hipótesis fueron las siguientes:

- **Pruebas geográficas:** se percató de que las líneas de la costa Este de Sudamérica y de la costa Oeste de África encajaban como un rompecabezas, como si hubiesen estado unidas, poniendo de manifiesto que algún día llegaron a formar parte de un mismo continente que se fragmentó (Hernández et al., 2011).
- **Pruebas geológicas:** observó continuidad en ciertas formaciones geológicas que hoy están en lugares separados por océanos. Entre otras, encontró formaciones de las mismas rocas en América y África.
- **Pruebas paleontológicas:** descubrió fósiles de las mismas especies de seres vivos, como los fósiles de reptiles de *Cynognathus*, *Mesosaurus*, *Lystrosaurus*, y de helechos como *Glossopteris*, en rocas de la misma edad que hoy día están en continentes separados por océanos. La distribución geográfica de algunos fósiles de estos organismos se ha hallado en Sudamérica, África, India, Australia y Antártida. Esto es algo solo explicable si los ambientes en los que vivieron hubiesen estado, millones de años atrás, sobre una misma masa continental.

- **Pruebas paleoclimáticas:** según Wegener éstas eran las pruebas más importantes para él, debido a sus conocimientos sobre meteorología. El científico descubrió que existían zonas en la Tierra cuyos climas actuales no coincidían con los que tenían en el pasado. Así, zonas actualmente cálidas estuvieron cubiertas de hielo en el pasado (López & Rodríguez de Vera, 2018).

Un ejemplo de este tipo de pruebas son las huellas dejadas por una antigua glaciación que tuvo lugar hace 300 Ma (Carrillo & Madrid, 2016). El registro de datos paleoclimáticos que mostraban un periodo glaciario en el Carbonífero, en masas continentales actualmente en posiciones tropicales, constituía una evidencia de que los continentes se encontraban anteriormente unidos y en una posición mucho más cercana al Polo Sur. De esta manera, se explicaba cómo grandes extensiones de hielo pudieron ocupar África, Sudamérica, India y Australia al tiempo que enormes pantanos tropicales se desarrollaban en Europa, Norteamérica y Asia (Reolid, 2020).

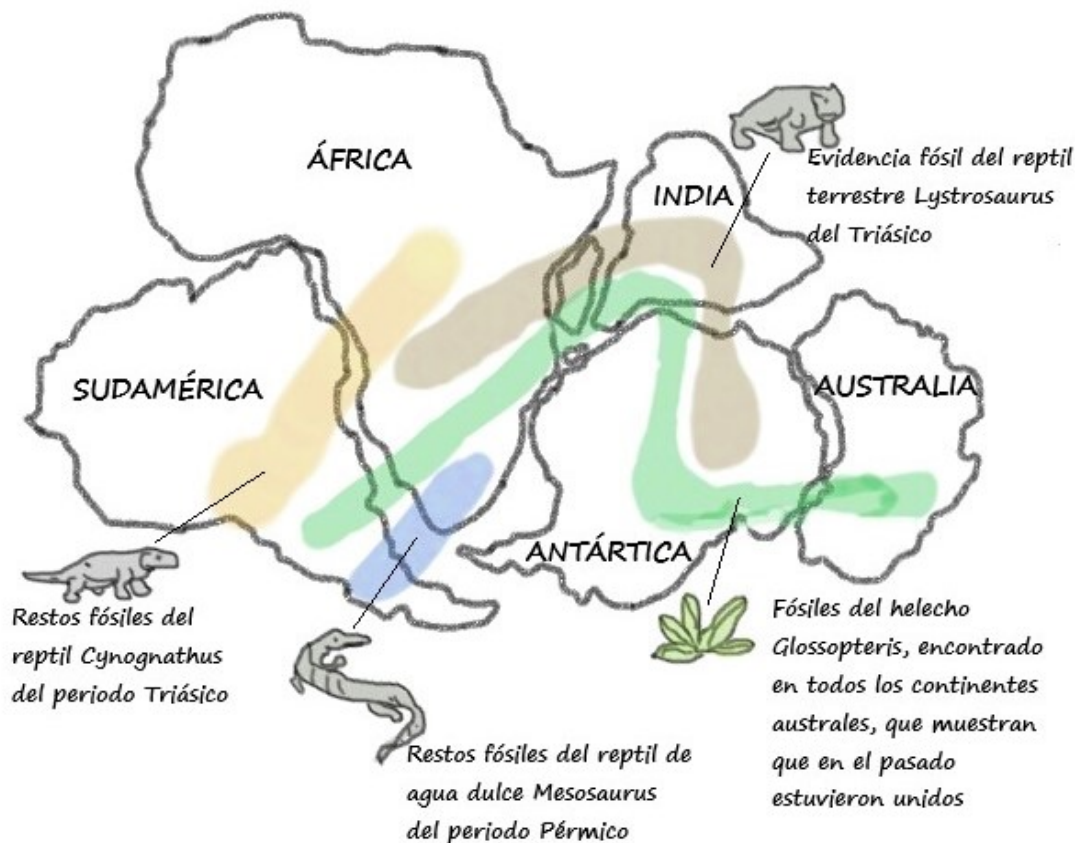


Figura 5. Pruebas paleontológicas. Como señalaron Snider-Pellegrini y Wegener, la ubicación de ciertas plantas y animales fósiles en los continentes ampliamente separados de la actualidad formarían patrones finitos (mostrados por las bandas de colores), si los continentes se unieran nuevamente. Adaptado de la imagen perteneciente al dominio público, procedente del Servicio Geológico de EEUU.

La hipótesis de Wegener fue rechazada porque no daba una explicación satisfactoria sobre qué fuerzas movían los continentes y por la imposibilidad demostrada por los geólogos de la época, de que las masas de rocas continentales flotaran sobre las rocas del fondo oceánico (Hernández et al., 2011).

Pero las pruebas que aportó Wegener eran indiscutibles: la posición de los continentes había cambiado con el tiempo. Por eso, sirvieron como base, junto con la hipótesis de la expansión del fondo oceánico, realizada por Harry Hess en 1962, para desarrollar la principal teoría de la geología moderna, que explica todos los procesos geológicos: **la Teoría de la Tectónica de Placas**.

El conocimiento de que en las dorsales mediooceánicas se producía la expansión del fondo oceánico, hizo que los geólogos se preguntaran que, si el fondo del mar se está continuamente expandiendo, ¿cómo no se está expandiendo la Tierra? Ya que la Tierra conserva la misma área. Esta cuestión es resuelta por la teoría de la tectónica de placas, la cual se detalla seguidamente.

2.3.2. La Teoría de la Tectónica de Placas.

La teoría de la tectónica de placas tiene sus raíces en el concepto de deriva continental que propuso Alfred Wegener a principios del siglo XX. Hasta este siglo, las profundidades del mar constituían un misterio total. Tras la segunda Guerra Mundial, se produjo una fase muy intensa de exploración oceánica, favorecida por la tecnología del sonar, desarrollada inicialmente con intereses militares, que permitió elaborar detallados mapas de los fondos oceánicos (Carrillo & Madrid, 2016). Los nuevos datos del fondo oceánico obtenidos con estas técnicas confirmaban el desplazamiento de las masas continentales, como la presencia de una cordillera en mitad del océano Atlántico (la dorsal mesoatlántica) y de un estrecho cañón en el centro de esta dorsal (Reolid, 2020).

Con estos descubrimientos, los geólogos se dieron cuenta de la simetría de la topografía del fondo marino, así como que la expansión de los fondos oceánicos ocurre en las dorsales, donde se forma nueva corteza oceánica mediante la actividad volcánica y el desplazamiento gradual del fondo alejándose de la dorsal (Carrillo & Madrid, 2016).

La Teoría de la Tectónica de Placas surge en la década de 1970 y propone que la litosfera, la capa más rígida y externa de la Tierra, se desplaza sobre la astenosfera, más caliente y plástica. Esta teoría se basa en los siguientes postulados fundamentales:

- La litosfera está dividida en fragmentos rígidos llamados **placas litosféricas** o **placas tectónicas**. La litosfera está fragmentada en unas 20 placas (7 grandes placas y otras más pequeñas denominadas microplacas), que se desplazan a velocidades que no llegan a 10 cm por año (Reolid, 2020). Este movimiento es imperceptible en nuestro día a día, pero, a escala geológica, conlleva un cambio constante de la superficie terrestre.

Las placas pueden ser **oceánicas**, compuestas íntegramente por litosfera oceánica, como la placa pacífica, o **mixtas**, compuestas con parte de litosfera continental y parte oceánica, como la placa euroasiática (Carrillo & Madrid, 2016).

- La litosfera oceánica, más delgada y densa que la continental, se genera continuamente en las dorsales oceánicas. En las **dorsales oceánicas**, grandes cordilleras submarinas que recorren las cuencas oceánicas y donde existe gran actividad volcánica (García et al., 2021), el magma caliente que surge desde el manto, se enfría y solidifica creando la nueva litosfera oceánica y, por tanto, ampliando el tamaño de ese océano.

Dado que el volumen terrestre es constante, una cantidad equivalente a la litosfera creada debe compensarse con la destrucción de litosfera más antigua. Esto último se produce en las fosas oceánicas, en un proceso denominado **subducción**.

Cuando las placas convergen, la placa más densa, la que contiene corteza oceánica en la zona de colisión, se hunde, subduce, por debajo de la placa más ligera, que presenta corteza continental en la zona de colisión, y es reintroducida en el manto, donde es parcialmente destruida y reciclada.

Donde dos placas oceánicas convergen, la que posee una litosfera más antigua y más fría y, por tanto, más densa, es la que subduce. Normalmente, es la litosfera oceánica la que será subducida (Reolid, 2020).

- Las placas litosféricas son dinámicas: se desplazan, aumentan o reducen su tamaño y cambian de forma. Las placas se desplazan unas respecto a otras, arrastrando con ellas a los continentes, impulsadas por amplios sistemas de intercambio de calor en el manto junto con la acción de la gravedad (Hernández et al., 2011).

- Las placas interactúan, sobre todo en sus bordes o límites, en donde tiene lugar una intensa actividad geológica, dando origen a las grandes estructuras del relieve terrestre y fenómenos asociados, como los terremotos (Carrillo & Madrid, 2016).

Es necesario señalar que los continentes están embebidos de forma pasiva en las placas junto con parte de la corteza oceánica que los rodea.

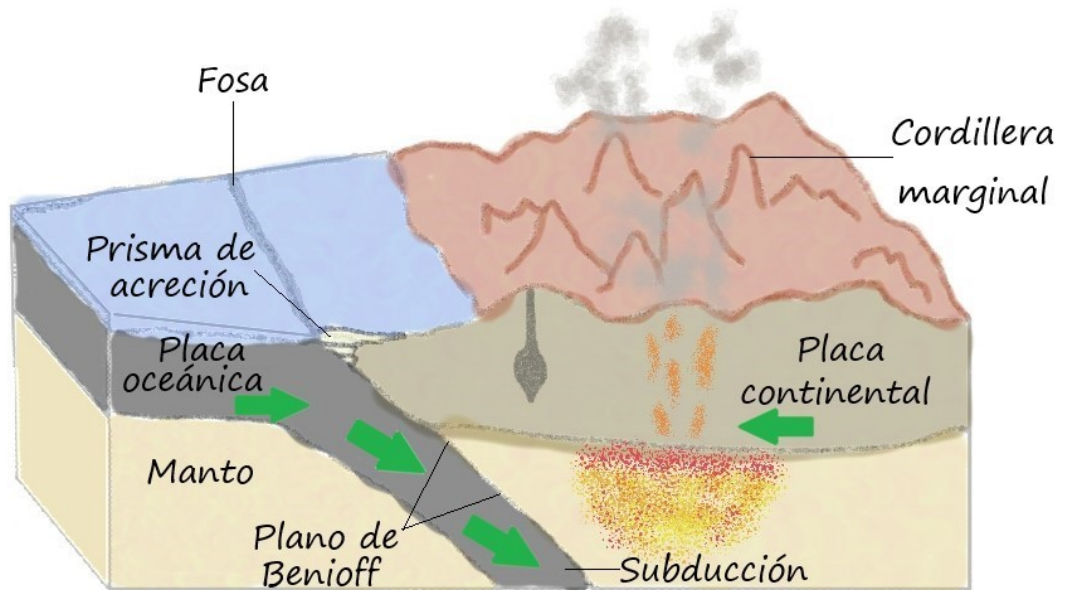


Figura 6. Subducción. Adaptado de García et al., (2021).

2.4. Las placas litosféricas y sus bordes.

Las placas litosféricas pueden chocar entre ellas, separarse o deslizarse, unas respecto a otras. Los efectos de estos movimientos son más evidentes cerca de los límites entre placas.

Los lugares de contacto entre las placas se denominan **bordes**. Las interacciones entre las placas generan esfuerzos y deformación en los bordes, así como acumulación de energía que se disipa mediante la actividad sísmica. Por tanto, según sean los movimientos relativos entre las placas, en sus bordes se producirán diversos fenómenos geológicos en los que habrá creación, destrucción o conservación de la litosfera (Carrillo & Madrid, 2016).



Figura 7. Movimientos relativos de las placas tectónicas. Las flechas rojas muestran la dirección y desplazamiento de las placas. Adaptado de USGS, (2011).

Como se ha podido observar en la figura anterior, las placas litosféricas tienen límites bien definidos, que coinciden con relieves muy notables de la litosfera, por ejemplo, con las dorsales oceánicas, con las fosas oceánicas o con las grandes cordilleras.

Como ya se ha comentado, las placas pueden estar compuestas solo por litosfera oceánica o tener, además, bloques de litosfera continental. Esta composición de las placas litosféricas influye en el comportamiento geológico de sus bordes, que pueden ser de tres tipos, en función de cómo sea el contacto entre ellos: convergentes, divergentes y transformantes (Hernández et al., 2011).

Tabla 1. Tipos de bordes, movimiento y estructuras geológicas asociadas.

Borde	Movimiento	Sucesos	Estructuras geológicas
Convergente	Compresión	Los márgenes de placas litosféricas colisionan y se destruye litosfera	Fenómenos orogénicos (montañas, cordilleras). Zonas de subducción
Divergente	Extensión	Los márgenes de placas litosféricas se separan y se crea litosfera	Dorsales oceánicas y un rift intracontinentales
Transformante	Cizalla	Bordes conservadores o pasivos (ni se crea ni se destruye litosfera)	Fallas transformantes

Adaptado de (Carrillo & Madrid, 2016).

2.4.1. Los bordes divergentes.

Los bordes divergentes (o constructivos) son los de dos placas que se separan. La separación hace que entre ambos bordes se formen grietas, a través de las cuales suele salir material fundido del manto, que se solidifica en el exterior y forma nueva litosfera (las placas aumentan de tamaño).

En estos bordes se forman dos tipos de estructuras dependiendo del tipo de la litosfera de las placas: los **rifts intracontinentales** y las **dorsales**.

Los rifts intracontinentales

Los rifts intracontinentales son hundimientos del terreno con el fondo muy fracturado, que se producen cuando una masa continental se rompe para originar dos placas con bordes divergentes. La separación debilita la litosfera que, primero, se agrieta y, después, se hunde. Así se encuentra la zona de África oriental (el llamado Gran Valle del Rift) (Hernández et al., 2011).

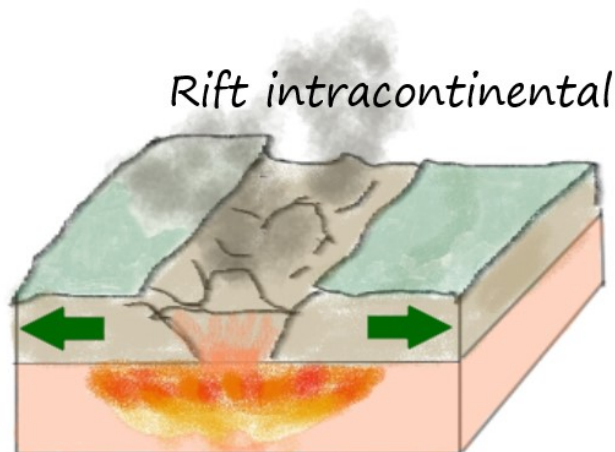


Figura 8. Rift intracontinental formado en bordes divergentes de dos placas constituidas por litosfera continental en la zona de separación.



Figura 9. Imagen de una de las múltiples fracturas extensivas que continuamente aparecen en El Gran Valle del Rift del Este de África. Ndiso, (2018).

Las dorsales

Las dorsales son elevaciones del fondo marino de decenas de miles de kilómetros de longitud, cientos de kilómetros de anchura y unos 2 km de altitud respecto a la llanura abisal. Estos relieves están constituidos por rocas volcánicas muy jóvenes que, a diferencia de las cadenas montañosas de los continentes, no están deformadas. Un rasgo fundamental es la presencia de una fosa (rift) que ocupa el eje central de la dorsal.

Se forman en los bordes divergentes de dos placas constituidas por litosfera oceánica. Una de las principales dorsales de la Tierra es la que recorre de Norte a Sur el centro del Atlántico.

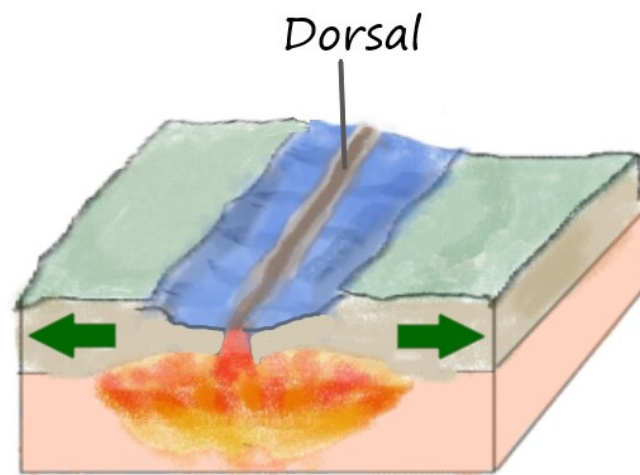


Figura 10. Dorsal medio oceánica formada en bordes divergentes de dos placas constituidas por litosfera oceánica en la zona de separación.

2.4.2. Los bordes convergentes.

Los bordes convergentes (o destructivos) son los límites entre dos placas que se mueven una hacia la otra. La convergencia produce una reducción del tamaño de las placas implicadas (una destrucción de litosfera) y la generación de cadenas montañosas.

No obstante, la composición de la litosfera de las placas en la zona de colisión determina el modo en que ésta se produce y el comportamiento geológico de las placas implicadas. Así, estos bordes difieren en función de que la convergencia se produzca entre una placa continental y una oceánica, entre dos placas oceánicas o entre dos placas continentales (Hernández et al., 2011).

En función de los tipos de placas que convergen, se forman diferentes cordilleras:

Cordillera pericontinental o de tipo andino.

En los bordes de colisión entre una placa continental y una placa oceánica, se produce el fenómeno denominado subducción. La **subducción** es uno de los procesos responsables de la orogénesis, es decir, del proceso de generación de cadenas montañosas, al añadir litosfera continental al margen de los continentes. Cuando la litosfera oceánica, más densa, se hunde en la astenosfera bajo la litosfera menos densa, el agua que contiene tiende a escapar, lo que desencadena fusión por encima de la zona de subducción y generación de magma que, por su menor densidad, tiende a salir hacia la superficie terrestre (Reolid, 2020). Cuando este magma asciende, alimenta los volcanes y calienta la corteza suprayacente creando montañas, al acumularse los sedimentos en el borde de la placa continental. A estos sedimentos plegados se les denomina **prisma de acreción** (López & Rodríguez de Vera, 2018).

En la zona de contacto entre las dos placas se forman las **fosas oceánicas**, que son las zonas más profundas de los océanos, como por ejemplo la Fosa de las Marianas, con algo más de 11 km de profundidad y ubicada en el límite entre el fondo oceánico y el continente.

La fricción genera terremotos en numerosos puntos que se concentran en un plano inclinado llamado **plano de Benioff** (Tarbuck et al., 2005), coincidente con la superficie de la placa que se hunde.

Los Andes, en Sudamérica, son un ejemplo típico de cordillera pericontinental, resultado de la subducción de litosfera oceánica debajo del margen occidental de litosfera continental de la placa sudamericana.

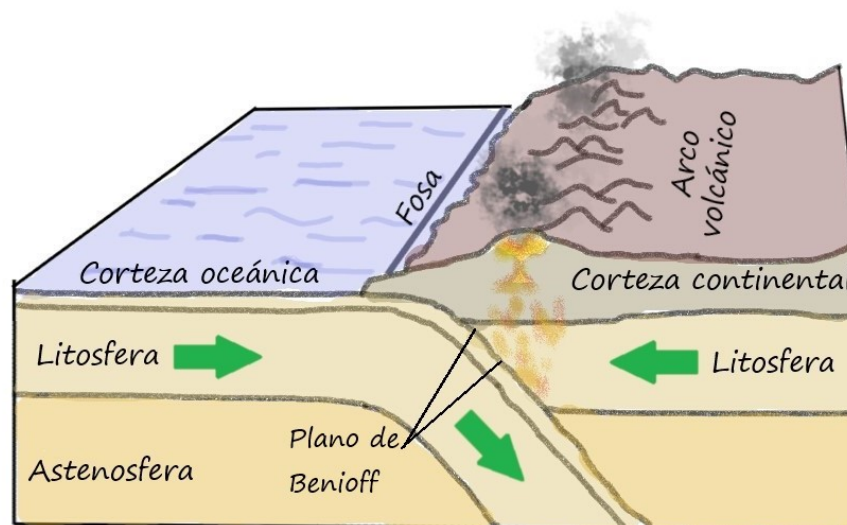


Figura 11. Convergencia oceánica-continental. Formación de una cordillera pericontinental por la subducción bajo el borde continental. Adaptado de Junta de Andalucía, (2011).

Orógenos de arco insular o arco de islas.

En los bordes de colisión entre dos placas de litosfera oceánica, la más densa de las dos (la más antigua) subduce bajo la otra con un ángulo pronunciado. El hundimiento de la placa que subduce también origina una fosa en la zona de contacto entre las dos placas.

Este tipo de subducción funde las rocas del manto y origina magmas que ascienden hasta la otra placa cabalgante y salen a la superficie a través de las grietas que se producen en ella. Estos magmas dan lugar a conjuntos de islas volcánicas agrupadas en forma de arco (arcos insulares), como en el caso de las islas Aleutianas (junto a Alaska), la Isla de Japón, o los arcos de islas de Indonesia (Hernández et al., 2011).

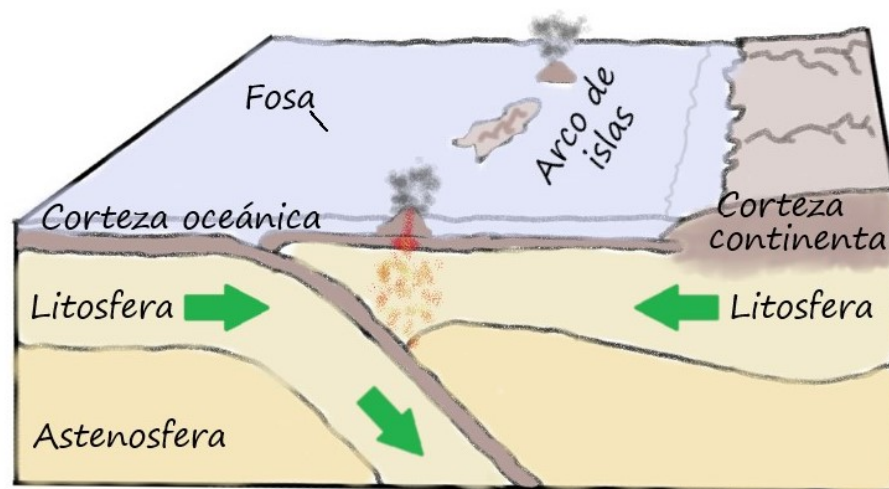


Figura 12. Convergencia oceánica-oceánica. Formación de un arco de islas por la subducción bajo litosfera oceánica. Adaptado de Junta de Andalucía, (2011).

Cordillera intracontinental o de tipo alpino.

En los bordes de colisión entre dos placas de litosfera continental, ninguna de las placas subduce, por la baja densidad de sus rocas (García et al., 2005). Este tipo de orogenia ocurre cuando la placa que subduce arrastra corteza continental. Cuando la corteza oceánica ha sido subducida en su totalidad, se produce la colisión entre masas continentales. La litosfera continental, que es menos densa, llega a la zona de subducción, y no puede introducirse en el manto superior litosférico debido a su mayor espesor y su menor densidad. El resultado final es la construcción de una litosfera engrosada, que da lugar a montañas, originando el relieve del borde continental. Ejemplo de este tipo de cadenas montañosas u orógenos son el Himalaya, que es el resultado de la colisión entre la India y Asia meridional, y los Alpes, que resultaron de la colisión entre parte del Norte de África y Europa (Reolid, 2020).

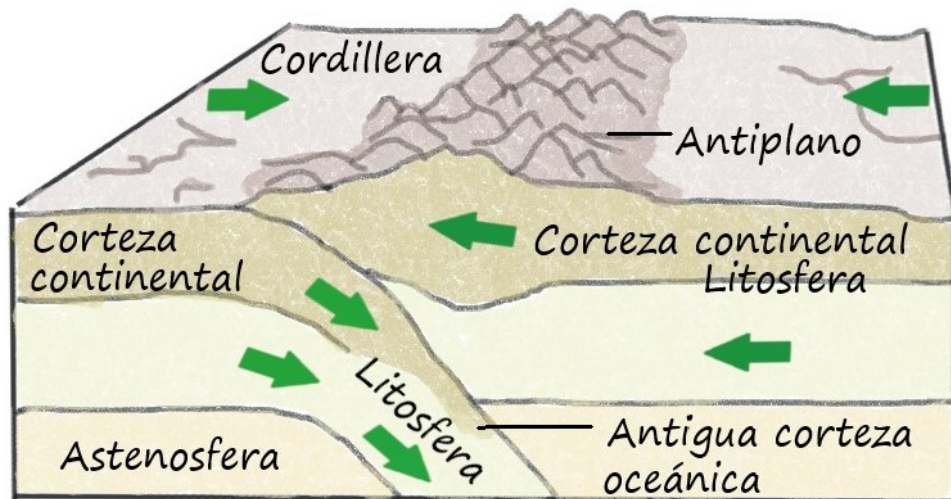


Figura 13. Convergencia continental-continental. Levantamiento de un orógeno por colisión continental; aunque en realidad la placa que inicialmente subduce es la que termina cabalgando sobre la otra. Adaptado de Junta de Andalucía, (2011).

2.4.3. Los bordes transformantes.

Los bordes transformantes son los de dos placas que se rozan al crecer o desplazarse una respecto a la otra, en sentido contrario. En ellos, la litosfera ni se crea ni se destruye (Hernández et al., 2011).

Los bordes transformantes son fracturas perpendiculares a los bordes divergentes, que se producen por el diferente ritmo de crecimiento de las dos placas. Por esta razón, suelen aparecer en las dorsales, aunque algunas, como la falla de San Andrés, en California, están en la litosfera continental.

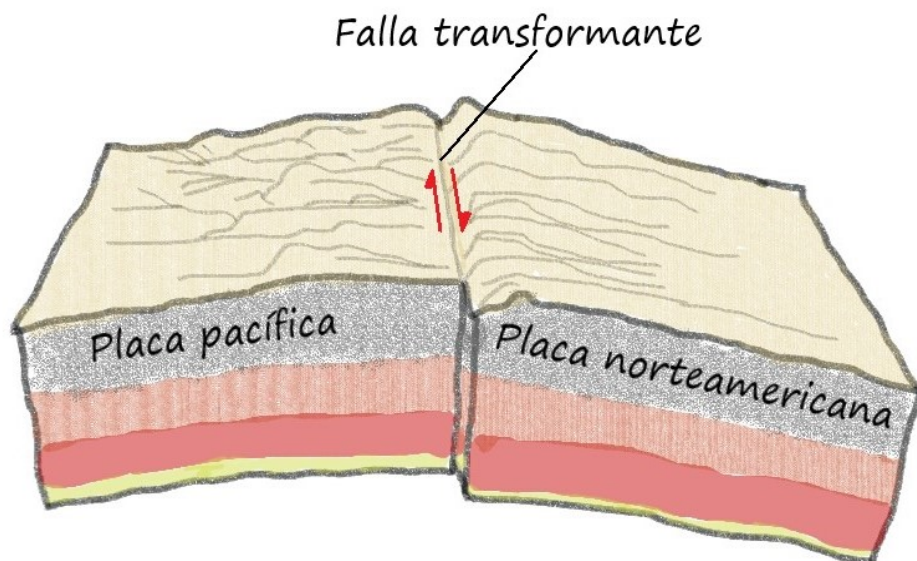


Figura 14. Falla transformante. Adaptado de *Mi sistema solar*, (2018).

Un claro ejemplo de este tipo de límites es la Falla de las Azores, que desde el Atlántico central, se dirige hacia el Sur de la península Ibérica y pasa por las cercanías del Estrecho de Gibraltar en su recorrido hacia el Este, gobernando los movimientos en toda esa área entre la Placa Africana y la Placa Euroasiática, y siendo la responsable de la sismicidad que sufrimos en el mar de Alborán y en el Sur de la península (Camacho & Alonso-Chaves, 1997).

2.5. La dinámica y evolución de la litosfera.

Las interacciones entre las placas litosféricas que describe la Teoría de la Tectónica de Placas son muy lentas pero constantes, y hay indicios de que se han estado produciendo durante cientos de millones de años.

2.5.1. El Ciclo de Wilson.

El movimiento de las placas litosféricas es capaz de abrir y cerrar completamente cuencas oceánicas. Por ejemplo, el alejamiento de América, Europa y África durante los últimos 180 Ma, ha abierto el Océano Atlántico, el cual continúa creciendo en la actualidad (Reolid, 2020).

El primer científico que trató de explicar la evolución de la litosfera en el tiempo fue el canadiense Tuzo Wilson. Este geólogo propuso un modelo cíclico, continuo e iterativo, según el cual las placas evolucionan de manera que las masas continentales se reúnen y se separan cada cierto tiempo. Este ciclo consta de las siguientes fases:

1. Fragmentación continental y formación de un rift.

La dinámica de las placas genera tensiones que pueden hacer que una gran masa continental se fracture a lo largo de un eje y que las dos partes comiencen a separarse. La rotura y desplazamiento de los supercontinentes se encuentra marcada por la inyección de magma desde el manto, que levantaría ligeramente la corteza continental haciendo que se arqueara y fracturara, a medida que el magma aprovechase las fracturas para ascender a la superficie (Reolid, 2020).

Si la separación de las placas continúa, se produce un adelgazamiento de la corteza y la litosfera continental fracturada se desploma y se forma un rift intracontinental.

2. Formación de un océano en expansión.

La expansión del rift intracontinental se produce por la emisión de lavas básicas de tipo basáltico. La inundación por agua marina da lugar a un nuevo mar en expansión que tendría un fondo oceánico. El proceso progresa con la generación de corteza basáltica y márgenes continentales a lo largo de las costas de las masas continentales en dispersión, originándose un mar estrecho, como ocurre en el Mar Rojo.

Si la separación de las placas continúa, aumenta la extensión de nuevo fondo oceánico (López & Rodríguez de Vera, 2018), desarrollándose una dorsal en el centro de este, y la litosfera oceánica se va expandiendo entre los dos bordes continentales, en cuyos márgenes se produce sedimentación, pudiendo terminar por abrir un gran océano como el Atlántico.

3. Reducción del océano y colisión continental.

El proceso contrario, la reunificación de los continentes para formar un supercontinente, necesita que se formen zonas de subducción.

En fondos oceánicos muy extensos (en las zonas más alejadas de la dorsal, junto al borde del continente y donde se acumulan muchos sedimentos), la litosfera oceánica es muy antigua, se hace más densa y, consecuentemente, más inestable gravitacionalmente por lo que puede romperse y comenzar a subducir por su mayor densidad y por el peso de los sedimentos. Una vez que se forma una zona de subducción, la litosfera oceánica que subduce arrastra (slab pull) al resto de la placa tectónica, incluyendo a la litosfera continental, aunque la litosfera continental no va a poder subducir o lo hará muy poco (Reolid, 2020). Así se forma un borde convergente que reduce poco a poco el fondo oceánico.

Las zonas de subducción en el margen occidental del Pacífico (Cinturón de Fuego del Pacífico), costa Este de Japón o Indonesia, se encuentran en esta situación. El futuro del océano Pacífico es su desaparición por la subducción bajo las placas americanas y la asiática y, finalmente, la colisión hasta que se forme un nuevo supercontinente (Reolid, 2020).

Cuando la reducción del océano es máxima y la litosfera oceánica subduce totalmente, el océano se cierra, los continentes colisionan y sus rocas se pliegan, se fracturan y se elevan, originando una cordillera (Hernández et al., 2011). El Himalaya se formó así, al colisionar la India y la placa euroasiática.

El océano Atlántico seguirá haciéndose más extenso, Sin embargo, su litosfera oceánica se hace más antigua y densa cerca de los márgenes continentales atlánticos de América, Europa y África, y es posible que en sus márgenes se puedan iniciar zonas de subducción. Si sucediese esto, tenemos una alternativa futura de supercontinente, que pasa por el cierre del océano Atlántico (Reolid, 2020).

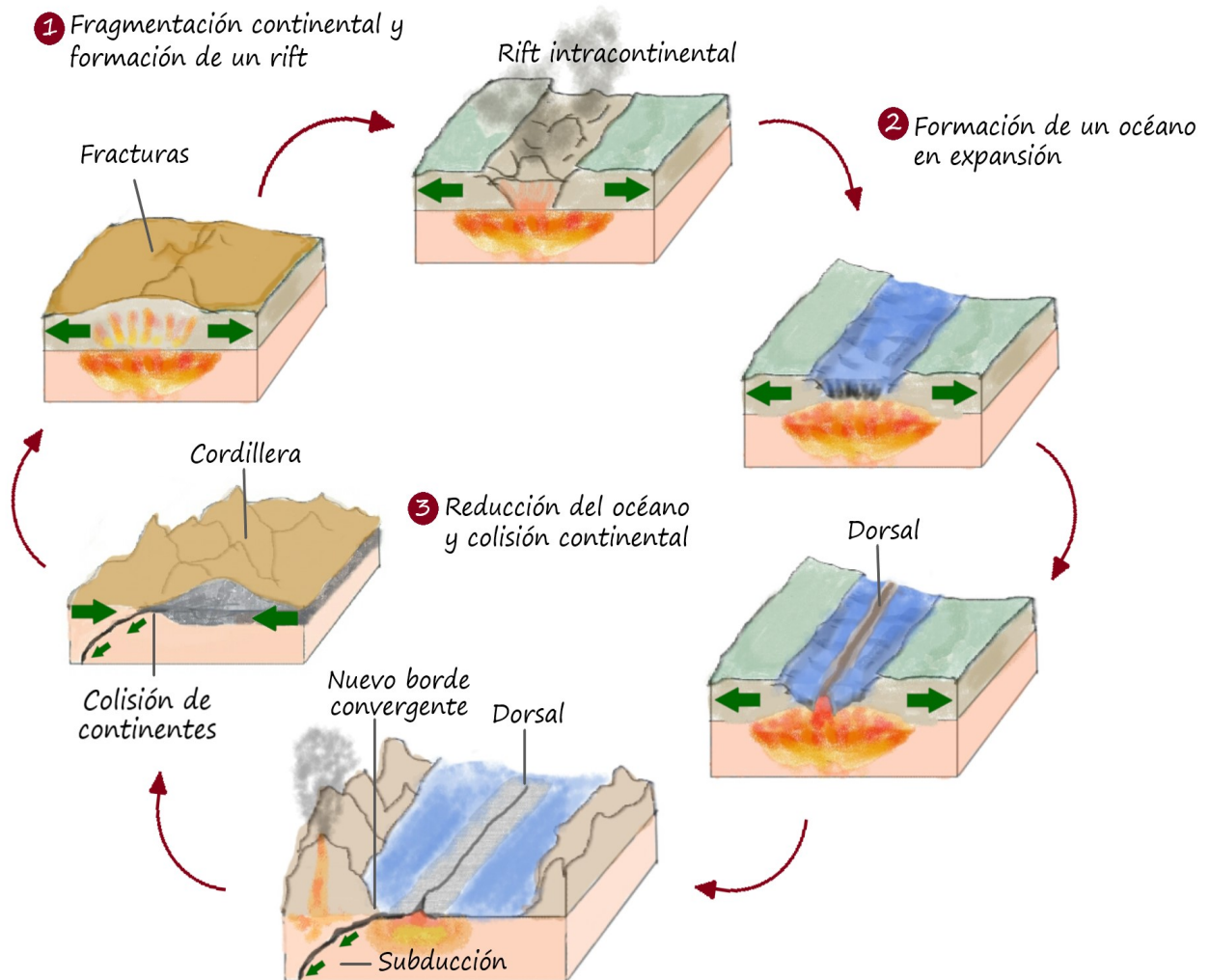


Figura 15. El ciclo de Wilson. Adaptado de Hernández et al., (2011).

2.5.2. Las pruebas de la Teoría de la Tectónica de Placas.

La Teoría de la Tectónica de Placas se fundamenta en ciertos hechos que pueden observarse y medirse en la litosfera terrestre y que son considerados pruebas de dicha teoría.

Estos hechos son, además de los ya descritos por Alfred Wegener en su hipótesis de la deriva de los continentes, el relieve y la edad del fondo oceánico, el paleomagnetismo de la litosfera y la distribución global de los terremotos y de los volcanes.

2.5.2.1. El relieve y la edad del fondo oceánico.

Desde el último cuarto del siglo XX hasta nuestros días, los fondos de los océanos se han explorado para determinar su relieve y su composición. Los resultados son compatibles con la teoría de la tectónica de placas.

El relieve sumergido

El relieve de los fondos oceánicos se ha determinado desde barcos con instrumentos para medir la profundidad y, más recientemente, mediante satélites artificiales con precisos sistemas de medición de altitud por radar.

Los resultados han permitido elaborar mapas muy detallados de la topografía del fondo marino, que muestran ciertos hechos compatibles con la teoría de la tectónica de placas, como la confirmación de la existencia de las dorsales oceánicas en los bordes divergentes y de las fosas en los bordes convergentes.

La edad de las rocas del fondo oceánico

Al extraer muestras de rocas de fondo marino en líneas perpendiculares a una dorsal, y medir su edad con métodos de datación muy precisos, se comprobaron estos hechos:

-Las dorsales están formadas exclusivamente por rocas volcánicas muy jóvenes, es decir, que se solidificaron a partir de lava hace menos de un millón de años y que apenas están recubiertas por sedimentos. Las rocas del rift de la dorsal tienen que ser jóvenes porque se han formado recientemente a partir de lavas que solidifican.

-Las edades de las rocas del fondo oceánico aumentan cuanto más lejos están del eje de la dorsal, y se corresponden, en bandas simétricas de rocas de la misma edad situadas a los lados del eje de la dorsal, porque las rocas formadas en el rift se van alejando lentamente de dicho eje a medida que las dos placas se separan y el hueco se va rellenando con rocas más recientes.

Debido a las zonas de subducción, se puede explicar que no haya rocas con más de 180 millones de años de antigüedad en el fondo oceánico, ya que, en estas zonas, las rocas que se formaron a principio del ciclo se hunden en el manto y desaparecen, mientras que en los continentes se preservan rocas bastante más antiguas, en algunos casos, de hasta 4.000 Ma.

Ambos hechos prueban la evolución de la litosfera descrita por Wilson.

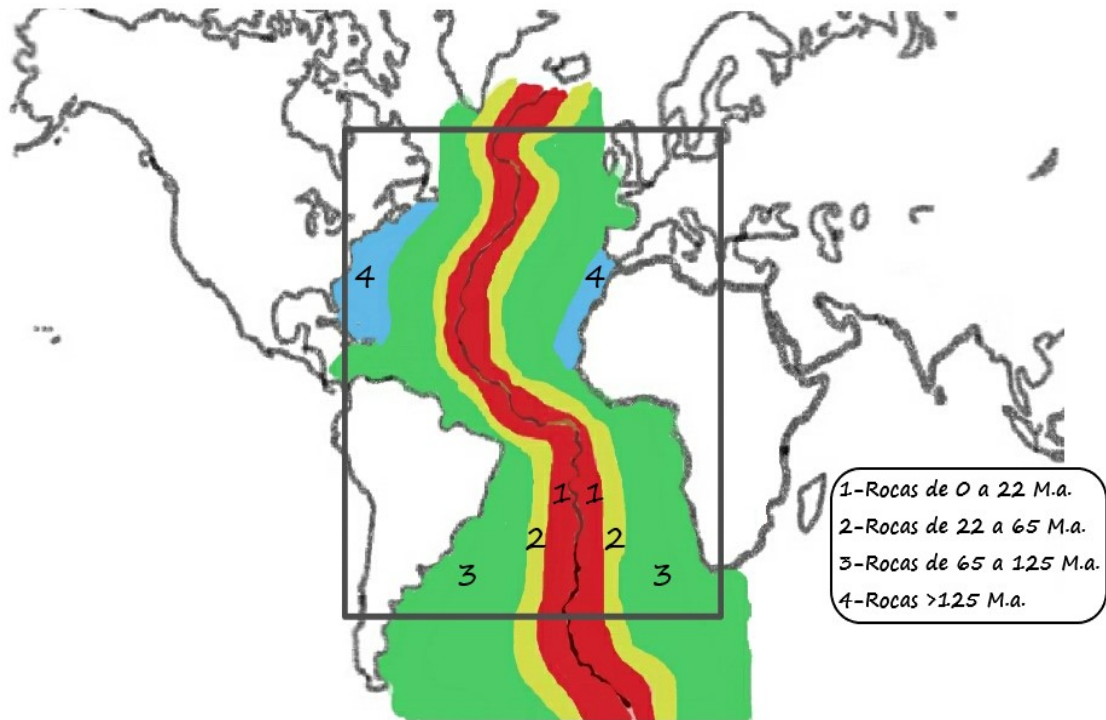


Figura 16. Edad de la corteza oceánica. Distribución simétrica de las rocas del fondo oceánico a ambos lados de la dorsal, siendo las rocas más antiguas las más alejadas de la dorsal y próximas al continente. Adaptado de National Oceanic and Atmospheric Administration, (2005).

2.5.2.2. El paleomagnetismo del fondo oceánico.

Una de las pruebas más concluyentes que confirmaron la expansión del fondo oceánico la aportaron Vine y Matthews en 1963 (Vine & Matthews, 1963). Estos investigadores observaron que cuando las rocas volcánicas están en forma de lava, los minerales magnéticos que contienen (como la magnetita) cristalizan orientados según el campo magnético terrestre reinante en la época de formación de la roca. Es lo que se conoce como paleomagnetismo (Frankel, 1995).

La historia del campo magnético del planeta Tierra está registrada en su superficie, principalmente en las rocas volcánicas ricas en hierro de diferentes edades, como los basaltos. Ya que el basalto es una roca muy abundante en las dorsales oceánicas, se posee un gran registro de cómo el campo magnético de la Tierra se ha invertido a lo largo de la historia geológica de la Tierra (Reolid, 2020).

Al estudiar la orientación de los minerales magnéticos en las rocas del fondo oceánico, observaron que, a cada lado del eje de una dorsal, alternaban bandas de rocas con los minerales orientados en direcciones opuestas, y que esas bandas eran simétricas respecto de dicho eje.

Su estudio confirmó que la única explicación para la distribución simétrica de las bandas de paleomagnetismo era que el fondo oceánico se hubiera expandido a partir del eje de la dorsal.

La simetría en las bandas de magnetismo remanente de las rocas constituye una prueba de que en las dorsales se crea litosfera nueva que es empujada hacia los lados a medida que va surgiendo más material por la dorsal (Carrillo & Madrid, 2016).

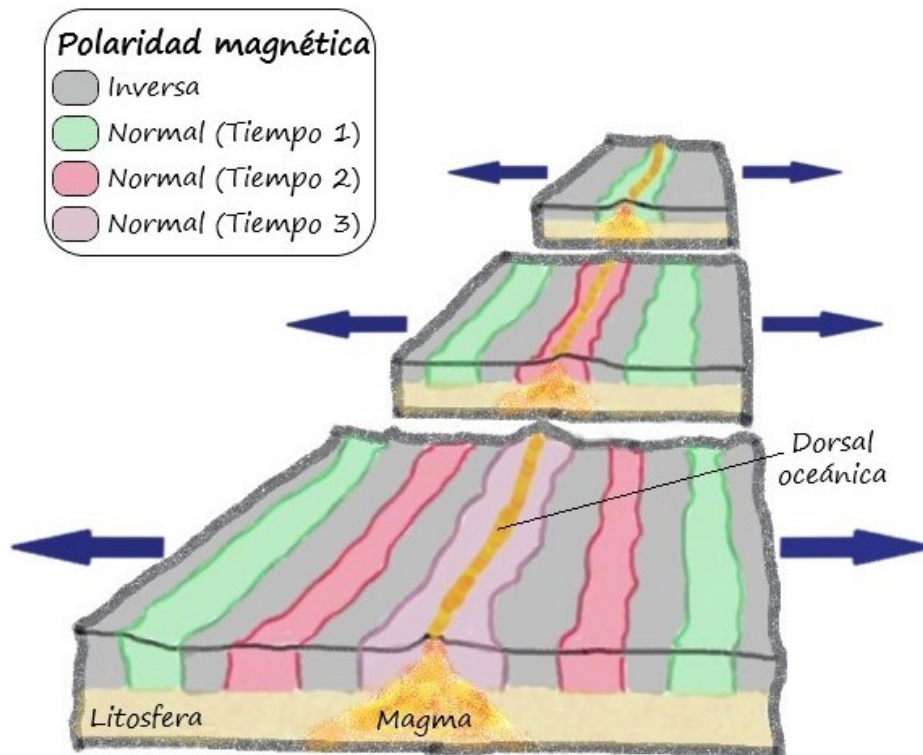


Figura 17. Prueba de la expansión del fondo oceánico a partir del eje de las Dorsales oceánicas a través del estudio de la polaridad magnética de las rocas. Adaptado de Granada Natural, (2009).

2.5.2.3. La distribución de terremotos y volcanes.

Los terremotos y los volcanes son manifestaciones de la dinámica interna de la Tierra. Si estos fenómenos se sitúan en un mapa, se observa que la mayoría de ellos se localizan en los bordes de las placas litosféricas, tal y como se puede observar en la figura 18.

Esto confirma el postulado de la teoría de la tectónica de placas, según el cual la intensa actividad geológica interna es consecuencia de la interacción de los bordes de las placas litosféricas. De hecho, la localización geográfica de las erupciones volcánicas y de los terremotos ocurridos en los últimos tiempos ha permitido a los geólogos definir con claridad los contornos de las placas litosféricas.

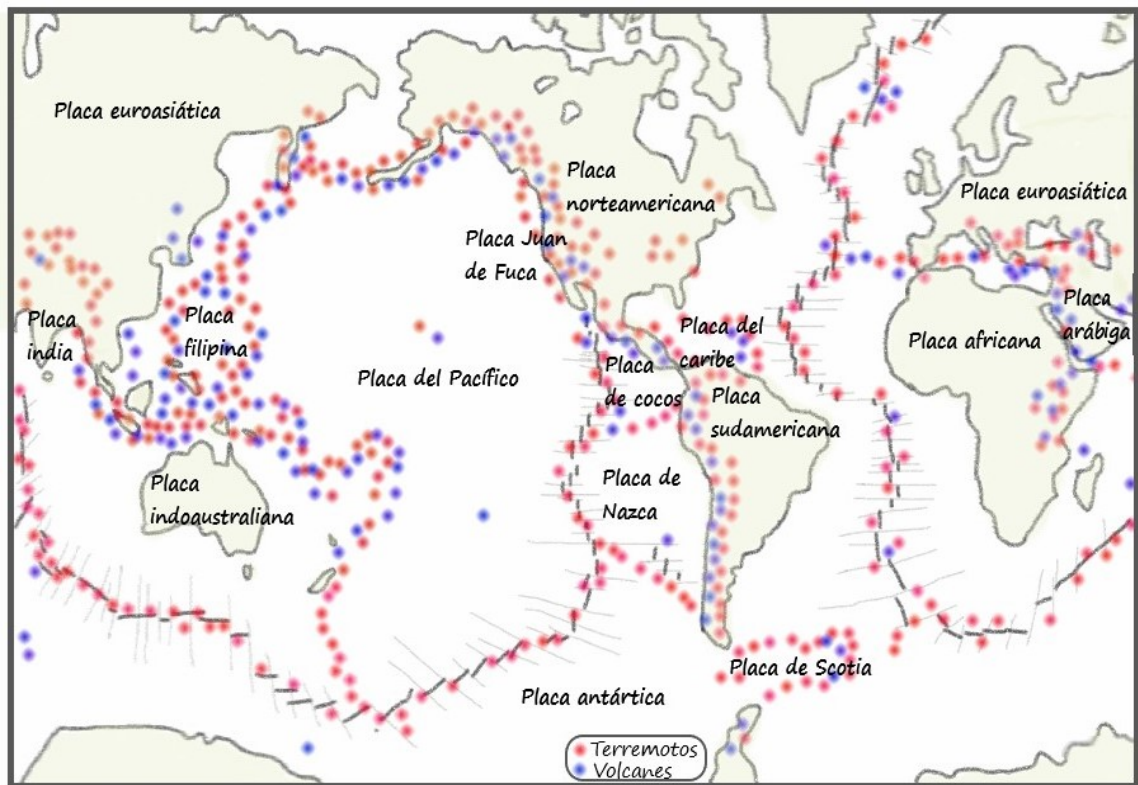


Figura 18. Distribución de volcanes y terremotos en el mundo. Adaptado de El Blog de Sexto, (2019).

La actividad intraplaca

Por otra parte, existen manifestaciones volcánicas y sísmicas en zonas de las placas alejadas de los bordes activos. Estos casos se denominan **fenómenos intraplaca**, los cuales también pueden aportar pruebas que apoyan la teoría de la tectónica de placas (Hernández et al., 2011). Por ejemplo, algunos grupos de islas, como la llamada cadena hawaiana, que surgen en mitad de una placa oceánica, se disponen en una hilera, ordenadas según edad.

Esto se explica por la presencia, bajo la litosfera, de los que se denominan **puntos calientes**. Un punto caliente es un “penacho” o “pluma” ascendente de materiales ardientes del manto profundo, que generaría magmas al llegar a la litosfera y lograría agrietarla (Tarbuck et al., 2005). El ascenso a la superficie de esos magmas, en erupciones sucesivas, generaría las islas volcánicas.

El hecho de que surjan islas en cadena confirma que la placa se va desplazando debido a la dinámica litosférica, mientras que el punto caliente permanece en el mismo lugar.

2.5.2.4. Otras pruebas.

- El espesor de los sedimentos de las cuencas oceánicas debería ser de 17Km, pero es de 1.3km, por lo que deben estar desapareciendo. El espesor total del sedimento aumenta lejos de la dorsal oceánica.
- El flujo térmico es mayor en ciertas bandas de la Tierra (dorsales oceánicas, tras las zonas de subducción).

2.6. El motor de las placas.

La teoría de la tectónica de placas no explica las causas de la dinámica de las placas, solo afirma que estas existen y que cambian, y describe cómo cambian y cuáles son los efectos geológicos de esa dinámica.

Muchos geólogos han buscado las causas de la dinámica litosférica, es decir, algún modelo que explique el “motor de las placas” que sea compatible con las pruebas de la dinámica litosférica y con los datos sobre la estructura del interior de la Tierra.

2.6.1. Los primeros modelos: las corrientes de convección.

El geólogo británico Arthur Holmes, en 1929, propuso un mecanismo que podía servir para explicar la deriva continental. Este geólogo planteó la presencia de corrientes de convección en el interior de la Tierra, capaces de propulsar el movimiento de los continentes (Reolid, 2020).

Los primeros modelos que intentaban explicar las causas de la dinámica de la litosfera consideraban que el manto (o al menos su parte más externa, que llamaban astenosfera) estaba fundido y que en él se producían corrientes de convección ascendentes y descendentes, que van desplazando lentamente los continentes, como si se tratase de una cinta transportadora (Hernández et al., 2011).

En el manto inferior se detectan masas de rocas muy calientes y algo menos densas, que ascienden por el manto hasta la litosfera. Por un lado, las corrientes de convección ascendentes llevarían rocas fundidas a las dorsales. Estas rocas saldrían por las grietas del centro de la dorsal y empujarían las placas hacia ambos lados, causando su movimiento. Por otro lado, las corrientes de convección descendentes, arrastrarían hacia el manto las placas en las zonas de subducción. De este modo, la corteza oceánica más profunda se va destruyendo a medida que se hunde en el manto.

Como una primera aproximación, el movimiento de las células de convección puede ser aplicado al movimiento de las placas litosféricas. La convección está originada por el calor del interior de la Tierra, que está causado por el calor residual que se disipa progresivamente desde la formación del planeta y el calor que se genera por la constante desintegración de elementos radioactivos, como uranio, torio y potasio, que se hallan en el interior de la Tierra (Reolid, 2020).

Estos modelos se han ido descartando al aumentar el conocimiento sobre el manto y demostrarse que tiene una consistencia plástica pero sólida y que no presenta un nivel superior con rocas fundidas.

2.6.2. El motor de la zona de subducción.

A finales del siglo XX surgen dos nuevos mecanismos que se añaden a la convección del manto terrestre. El denominado **empuje de la dorsal oceánica** o **ridge push** plantea que la intrusión de magma en las dorsales centrooceánicas es la fuerza que empuja y mantiene el movimiento de las placas. El otro mecanismo que se propuso es el denominado **arrastre de la placa** o **slab pull**, que plantea que la fuerza que mueve las placas proviene del hundimiento gravitatorio en el manto de la densa y antigua litosfera oceánica, que arrastra con su peso bajo la zona de subducción al resto de la placa. Este último mecanismo, el slab pull, se considera en la actualidad el principal motor del movimiento de las placas, respecto a los otros dos. Muchos especialistas en geodinámica sostienen que las fuerzas causadas por la litosfera oceánica al hundirse en el manto son las responsables de alrededor del 90% de la energía necesaria para mantener la dinámica de la tectónica de placas (Reolid, 2020).

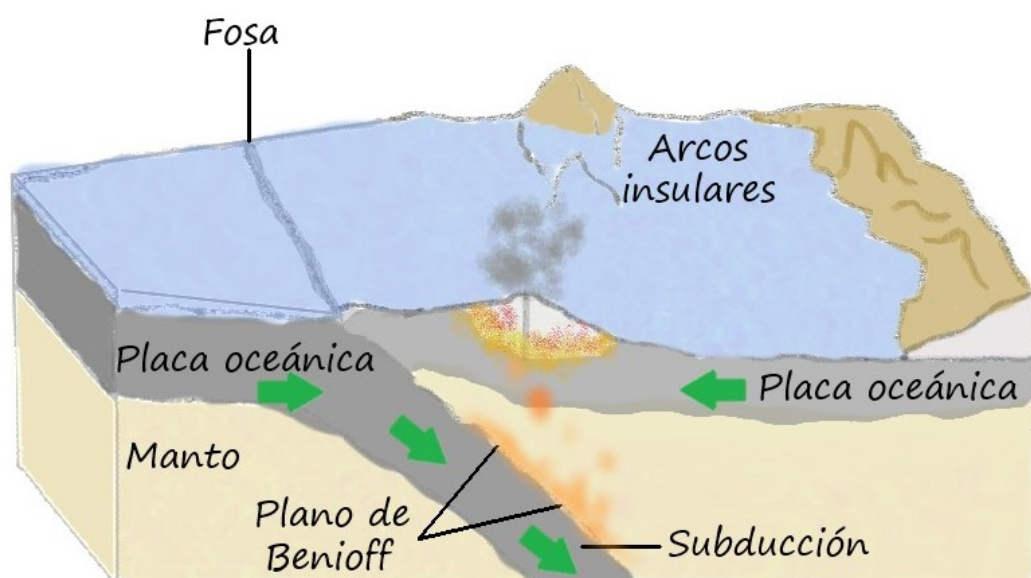


Figura 19. Subducción de litosfera oceánica bajo litosfera oceánica. Adaptado de Hernández et al., (2011).

El mecanismo slab pull, es el mecanismo de la subducción profunda en el manto, el cual propone un movimiento o flujo de materiales sólidos a través del manto plástico, según estos procesos (Hernández et al., 2011):

- Se produce un flujo descendente de litosfera oceánica fría y densa, que se hunde, en las zonas de subducción, hasta el ardiente límite núcleo-manto. Este hundimiento o avalancha tira de la placa y la mueve.
- En el límite núcleo-manto, los restos de litosfera se mezclan con rocas del manto, se calientan a su vez y disminuyen su densidad. Así se produce un flujo ascendente de “penachos” o “plumas” de materiales muy calientes desde el límite núcleo-manto hasta la superficie, que se corresponden con los ya mencionados puntos calientes.
- Según este modelo, las dorsales no son el origen del movimiento de las placas, sino una consecuencia de que estas se muevan. El movimiento de las placas, al separarse, abre grietas en el rift, lo que provoca la formación de los magmas que salen a la superficie.

Actualmente, ninguno de los mecanismos propuestos explica por sí mismo el movimiento de las placas, por lo que aún queda mucho por estudiar en el marco de la Tectónica de Placas. Muchos geólogos afirman que la manera de funcionar de la tectónica de placas ha cambiado a lo largo de la historia de la Tierra a medida que esta se ha ido enfriando desde sus orígenes, habiendo tenido un equilibrio diferente de fuerzas al que observamos en la actualidad (Reolid, 2020).

El principal problema de Alfred Wegener para defender su teoría fue explicar el motor del movimiento de los continentes. Wegener no llegó a interpretar que los continentes formaban parte de grandes placas que también incluían el fondo oceánico.

2.7. Ideas previas y dificultades en el aprendizaje.

Los alumnos poseen preconcepciones, ideas y comportamientos intuitivos, que interfieren en la adquisición de los conocimientos científicos.

Para empezar, los continentes raramente se ensamblan de la misma manera en la que se fragmentaron, aunque suele pensarse esto. Con ello, la teoría de la tectónica de placas se reduce a una simplificación bidimensional abusiva e injustificada que la

empobrece, perdiendo gran parte de su fascinación, de su capacidad explicativa, de la posibilidad de cautivar al estudiante (Fernández, 2019).

Pedrinaci, en su libro *Los procesos geológicos internos* (Pedrinaci, 2001), hace una revisión sobre aquellas ideas persistentes en el alumnado, las cuales suponen una dificultad de aprendizaje. Algunas de ellas se muestran a continuación:

- No ven la formación de las rocas como un proceso actual, sino que suelen pensar que éstas son tan antiguas como la Tierra.

- Los alumnos/as suelen ver el relieve terrestre, en general, y las montañas en particular, como estructuras muy estables que cambian poco o muy poco, teniendo una visión “estática” del planeta.

- Entender los procesos a escala geológica es un reto para el alumnado, siendo difícil comprender aquellos fenómenos geológicos que se desarrollan a gran escala de tiempo.

- Entienden que la formación de las montañas es más un proceso del pasado que actual o futuro.

- Para explicar los cambios importantes en el relieve, al creer que la parte sólida de la Tierra es estática, suelen recurrir a enfoques que recuerdan el catastrofismo, es decir, fenómenos como terremotos o choque de meteoritos.

- Los procesos de cambio que describen son fundamentalmente destructivos (erosión). Los alumnos suelen interpretar el origen de las montañas mediante los procesos de erosión, transporte y sedimentación, llegando a pensar que una montaña podrá formarse cerca de otra gracias a que agentes como el viento desplazarán sus partículas haciendo que se vayan acumulando.

- Los procesos constructivos que más tienen en cuenta son los relacionados con el vulcanismo, y la construcción que proponen es más por acumulación que por interacción.

- A la hora de interpretar la teoría de la tectónica de placas, tienen gran dificultad en identificar qué son las placas tectónicas, puesto que las comparan con la corteza continental, creyendo que los límites de ambos son coincidentes entre sí.

3. Proyección didáctica.

3.1. Introducción.

La unidad didáctica “La Dinámica Interna de la Tierra”, se engloba dentro de la programación didáctica de la asignatura de Biología y Geología, y está dirigida a los alumnos/as de cuarto curso de Educación Secundaria Obligatoria (ESO).

La asignatura de Biología y Geología se trata de una asignatura troncal de opción en 4º de la ESO, dentro de las enseñanzas académicas para la iniciación al bachillerato.

El diseño de la presente unidad didáctica se hace conforme a las especificaciones del Real Decreto 1105/2014, del 26 de diciembre (BOE 03/01/2015), que establece el currículo básico de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, enmarcada dentro del bloque II del segundo ciclo de la ESO “La dinámica de la Tierra”, donde aparecen los contenidos mínimos relacionados con la misma.

A través del desarrollo de esta unidad didáctica, la Geología toma como hilo conductor la Teoría de la Tectónica de Placas. El alumnado adquirirá conocimientos sobre la composición, estructura y dinámica del interior terrestre, para continuar con el análisis de los movimientos de las placas y sus consecuencias: expansión oceánica, relieve terrestre, magmatismo y riesgos geológicos, entre otros.

3.2. Legislación de referencia.

La legislación de referencia que se tiene en cuenta en esta unidad didáctica se puede agrupar en dos niveles de concreción: estatal y autonómico.

Nivel Estatal:

-Ley Orgánica 2/2006 de 3 de mayo de Educación.

-Ley Orgánica 8/2013 de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa.

-Real Decreto 1105/2014 de 26 de diciembre por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato.

-Orden ECD/65/2015 de 21 de enero por la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la educación primaria, la educación secundaria obligatoria y el bachillerato.

Nivel Autonómico:

-Decreto 301/2009, de 14 de julio, por el que se regula el calendario y la jornada escolar en los centros docentes, a excepción de los universitarios. Consejería de Educación.

-Decreto 111/2016, de 14 de junio, por el que se establece la ordenación y el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Autónoma de Andalucía.

-Decreto 182/2020, de 10 de noviembre por el que se modifica parte del Decreto 111/2016, de 14 de junio.

-Orden de 15 de enero de 2021, por la que se desarrolla el currículo correspondiente a la etapa de Educación Secundaria en la Comunidad Autónoma de Andalucía, se regulan determinados aspectos de la atención a la diversidad, se establece la ordenación de la evaluación del proceso de aprendizaje del alumnado y se determina el proceso de tránsito entre distintas etapas educativas.

3.3. Justificación.

El tema desarrollado “La Dinámica Interna de la Tierra” gira en torno a una teoría crucial en la historia de la Tierra: la Teoría de la Tectónica de Placas. Esta teoría es el nuevo paradigma de la geología moderna, que ha ido reajustándose en el tiempo desde sus inicios en el siglo XX hasta la actualidad, todo esto gracias a los avances de las nuevas tecnologías.

Se ha escogido este tema al considerarlo de especial relevancia a la hora de explicar casi todos los fenómenos y elementos geológicos de la Tierra, así como de entender la distribución actual de los organismos vivos (Pérez-Malvárez et al., 2016).

La Geología, en la ESO, se imparte de manera conjunta con Biología, y suele haber un desinterés elevado en esta temática, por lo que, si se aborda de una forma motivadora en esta etapa, los alumnos/as pueden ir con más predisposición a escoger la asignatura de Geología en 2º de Bachillerato e irán mejor preparados a la hora de hacer frente a los contenidos.

3.4. Contextualización.

3.4.1. Contextualización del centro y del aula.

Esta unidad didáctica sería impartida en el centro C.D.P. Escuelas Profesionales de la Sagrada Familia (SAFA) de Úbeda.

En 1940 se formó la Fundación de las Escuelas Profesionales de la «Sagrada Familia» por el jesuita Rafael Villoslada Peula con la finalidad de acercar la educación a las clases más desfavorecidas de Andalucía y a los huérfanos de la guerra (Almagro, 2016).

Esta Fundación es una obra educativa confiada a la Compañía de Jesús y forma parte de la red de EDUCSI de los colegios de jesuitas en España (Escuelas Profesionales de la Sagrada Familia, 2021). Se trata de una institución con más de setenta y cinco años de historia, lo que hace que el Centro sea pionero en todas las reformas educativas que se han ido desarrollado, y siempre se ha dedicado a ofrecer una educación en profundidad a la población más desfavorecida de Andalucía en sus veintiséis centros educativos, atento a los principios educativos de la Institución y a una constante renovación del profesorado.

El Centro SAFA de Úbeda se fundó el 12 de enero de 1941, festividad de la Sagrada Familia, en plena postguerra, con la ayuda desinteresada de familias generosas como la de los Bueno y Benavides, comenzando a funcionar con un reducido número de alumnos/as en las primitivas instalaciones de la plaza de López Almagro.

Para completar la formación y llegar al mayor número de personas, el fundador creó un internado en el que atender a los niños más necesitados, una realidad que se sigue manteniendo, ya que la SAFA de Úbeda también es escuela hogar y también tiene opción a residencia para aquellos alumnos y alumnas que viven en otros pueblos.

En 1944 se construyó la SAFA en su ubicación actual, situada al Suroeste del municipio (Avda. Cristo Rey, 25), en la provincia de Jaén. En ella se pueden encontrar amplias instalaciones, zonas verdes y un edificio en forma de herradura, en la cual se encuentra la zona de recepción, las salas de profesores y numerosas aulas, laboratorios, salón de actos y biblioteca.

Alrededor de los edificios existen extensos patios recreativos, donde las diferentes zonas están asignadas a cada uno de los cursos. En otra área diferente, integrada en el propio centro, se encuentran las instalaciones deportivas donde se imparte la asignatura de Educación Física.

La SAFA de Úbeda cuenta con más de 2.000 alumnos/as, 160 profesores y 40 personas en administración (Diario Jaén, 2016). Es la única de Andalucía en la que podemos encontrar todas las etapas educativas, ya que conviven alumnado de Educación Infantil que, pasando por todos los niveles de Educación Primaria, Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, puede acabar llegando a los Grados universitarios de Maestro en Educación Primaria e Infantil. En este centro también existe una amplia oferta educativa de Formación Profesional Básica, Ciclos Formativos de Grado Medio y Ciclos Formativos de Grado Superior. Por otro lado, apuesta por el bilingüismo y las experiencias educativas que atienden a las diferentes formas de aprender del alumnado contribuyendo a su desarrollo físico, afectivo, social e intelectual.

En líneas generales, el centro cuenta con una gran diversidad de alumnos/as y de expectativas de las familias, por lo que el modelo organizativo tiene como fin dar respuesta a la atención que necesita el alumnado. El factor económico y cultural del contexto familiar del alumnado incide de forma manifiesta en aspectos sociales, pero también en los educativos, ya que tienen una clara incidencia sobre los logros escolares, que a veces puede incluso ser más importante que la atribuida al currículo escolar. El principio de equidad en la educación, que tan presente tiene la SAFA de Úbeda, pretende precisamente compensar el déficit motivado por las circunstancias sociales y familiares.

Los alumnos y alumnas de 4º de la ESO se encuentran ubicados durante todo el curso académico en las mismas dos aulas, una por grupo, para evitar desplazamientos continuos por las instalaciones del centro debido a la situación extraordinaria provocada por la pandemia desde mediados de marzo del año 2020. Las dos aulas cuentan cada una con una pizarra, un equipo informático y un proyector. Además, en el centro hay varias salas informáticas, para posibles actividades con el uso de las TIC's, y laboratorios. Todo esto se ha tenido en cuenta a la hora de planificar y elaborar las actividades y elegir las metodologías que se desarrollarán en esta unidad.

3.4.2. Características del alumnado.

Como se ha indicado anteriormente, el alumnado que alberga este centro es muy diverso en cuanto a formación, edad, y nivel socioeconómico, procediendo el alumnado, tanto de familias con un nivel medio-alto, como de familias con un nivel bajo.

Los alumnos/as suelen proceder de Úbeda, pero también de los pueblos de alrededor.

Concretamente, el curso de 4ºESO está dividido en dos grupos: A y B. El primero de ellos cuenta con 30 alumnos/as, de los cuales un 35% son chicas y un 65% chicos, y el segundo presenta 35 alumnos/as, con un 45% de chicas y un 55% de chicos.

Los dos grupos son muy diferentes. Al grupo A le cuesta más esfuerzo aplicar los conceptos y mantener la atención, aunque destaca por su gran compañerismo, mientras que en el grupo B, una gran parte del alumnado necesita menos tiempo para asimilar el contenido y aplicarlo en las tareas posteriores, estableciendo más fácilmente una vinculación entre los conceptos desarrollados en clase y la realidad. Sin embargo, en este último grupo, existe una minoría de alumnos y alumnas en los que su dedicación en los trabajos grupales es casi inexistente, mientras que otra parte del grupo destaca por su esfuerzo y su perfil participativo.

No hay que olvidar que son alumnos/as entre 14 y 15 años, en plena adolescencia, presentando, en ocasiones, un comportamiento característico de esta etapa.

3.5. Objetivos.

En este apartado, se van a enunciar tres niveles de concreción de los objetivos que se pretenden alcanzar mediante la impartición de esta unidad didáctica:

- Objetivos de etapa
- Objetivos de materia “Biología y Geología”
- Objetivos de la unidad didáctica “La Dinámica Interna de la Tierra”

3.5.1. Objetivos de etapa.

Los objetivos generales de etapa, es decir, aquellos que deben obtenerse cuando se concluye, en este caso, la etapa de la ESO, están señalados, a nivel estatal, en el artículo 11 del Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato, se plasman aquellos objetivos que los alumnos y alumnas de Bachillerato deben alcanzar para superar satisfactoriamente esta etapa educativa. A nivel autonómico, se encuentran especificados en el artículo 3 del Decreto 111/2016, de 14 de junio, por el que se establece la ordenación y el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Autónoma de Andalucía. Estos objetivos son:

a) Asumir responsablemente sus deberes, conocer y ejercer sus derechos en el respeto a los demás, practicar la tolerancia, la cooperación y la solidaridad entre las personas y grupos, ejercitarse en el diálogo afianzando los derechos humanos y la

igualdad de trato y de oportunidades entre mujeres y hombres, como valores comunes de una sociedad plural y prepararse para el ejercicio de la ciudadanía democrática.

b) Desarrollar y consolidar hábitos de disciplina, estudio y trabajo individual y en equipo como condición necesaria para una realización eficaz de las tareas del aprendizaje y como medio de desarrollo personal.

c) Valorar y respetar la diferencia de sexos y la igualdad de derechos y oportunidades entre ellos. Rechazar la discriminación de las personas por razón de sexo o por cualquier otra condición o circunstancia personal o social. Rechazar los estereotipos que supongan discriminación entre hombres y mujeres, así como cualquier manifestación de violencia contra la mujer.

d) Fortalecer sus capacidades afectivas en todos los ámbitos de la personalidad y en sus relaciones con los demás, así como rechazar la violencia, los prejuicios de cualquier tipo, los comportamientos sexistas y resolver pacíficamente los conflictos.

e) Desarrollar destrezas básicas en la utilización de las fuentes de información para, con sentido crítico, adquirir nuevos conocimientos. Adquirir una preparación básica en el campo de las tecnologías, especialmente las de la información y la comunicación.

f) Concebir el conocimiento científico como un saber integrado, que se estructura en distintas disciplinas, así como conocer y aplicar los métodos para identificar los problemas en los diversos campos del conocimiento y de la experiencia.

g) Desarrollar el espíritu emprendedor y la confianza en sí mismo, la participación, el sentido crítico, la iniciativa personal y la capacidad para aprender a aprender, planificar, tomar decisiones y asumir responsabilidades.

h) Comprender y expresar con corrección, oralmente y por escrito, en la lengua castellana y, si la hubiere, en la lengua cooficial de la Comunidad Autónoma, textos y mensajes complejos, e iniciarse en el conocimiento, la lectura y el estudio de la literatura.

i) Comprender y expresarse en una o más lenguas extranjeras de manera apropiada.

j) Conocer, valorar y respetar los aspectos básicos de la cultura y la historia propias y de los demás, así como el patrimonio artístico y cultural.

k) Conocer y aceptar el funcionamiento del propio cuerpo y el de los otros, respetar las diferencias, afianzar los hábitos de cuidado y salud corporales e incorporar la educación física y la práctica del deporte para favorecer el desarrollo personal y social. Conocer y valorar la dimensión humana de la sexualidad en toda su diversidad. Valorar críticamente los hábitos sociales relacionados con la salud, el consumo, el cuidado de los seres vivos y el medio ambiente, contribuyendo a su conservación y mejora.

l) Apreciar la creación artística y comprender el lenguaje de las distintas manifestaciones artísticas, utilizando diversos medios de expresión y representación.

3.5.2. Objetivos de materia.

Los objetivos de materia, es decir, aquellos que plasman las capacidades que deben conseguir los alumnos en las distintas áreas del currículo, en este caso, el área de Biología y geología de 4º de la ESO, se encuentran recogidos en el Anexo II de la Orden de 15 de enero de 2021, por la que se desarrolla el currículo correspondiente a la etapa de Educación Secundaria en la Comunidad Autónoma de Andalucía, se regulan determinados aspectos de la atención a la diversidad, se establece la ordenación de la evaluación del proceso de aprendizaje del alumnado y se determina el proceso de tránsito entre distintas etapas educativas.

En esta Orden se establece que la enseñanza de Biología y Geología tendrá como finalidad el desarrollo de las siguientes capacidades:

1. Comprender y utilizar las estrategias y los conceptos básicos de la Biología y Geología para interpretar los fenómenos naturales, así como para analizar y valorar las repercusiones de desarrollos científicos y sus aplicaciones.

2. Aplicar, en la resolución de problemas, estrategias coherentes con los procedimientos de las ciencias, tales como la discusión del interés de los problemas planteados, la formulación de hipótesis, la elaboración de estrategias de resolución y de diseños experimentales, el análisis de resultados, la consideración de aplicaciones y repercusiones del estudio realizado y la búsqueda de coherencia global.

3. *Comprender y expresar mensajes con contenido científico utilizando el lenguaje oral y escrito con propiedad, interpretar diagramas, gráficas, tablas y expresiones matemáticas elementales, así como comunicar a otras personas argumentaciones y explicaciones en el ámbito de la ciencia.*

4. *Obtener información sobre temas científicos, utilizando distintas fuentes, incluidas las tecnologías de la información y la comunicación, y emplearla, valorando su contenido, para fundamentar y orientar trabajos sobre temas científicos.*

5. *Adoptar actitudes críticas fundamentadas en el conocimiento para analizar, individualmente o en grupo, cuestiones científicas.*

6. *Desarrollar actitudes y hábitos favorables a la promoción de la salud personal y comunitaria, facilitando estrategias que permitan hacer frente a los riesgos de la sociedad actual en aspectos relacionados con la alimentación, el consumo, las drogodependencias y la sexualidad.*

7. *Comprender la importancia de utilizar los conocimientos de la Biología y Geología para satisfacer las necesidades humanas y participar en la necesaria toma de decisiones en torno a problemas locales y globales a los que nos enfrentamos.*

8. *Conocer y valorar las interacciones de la ciencia con la sociedad y el medio ambiente, con atención particular a los problemas a los que se enfrenta hoy la humanidad y la necesidad de búsqueda y aplicación de soluciones, sujetas al principio de precaución, para avanzar hacia un futuro sostenible.*

9. *Reconocer el carácter tentativo y creativo de las ciencias de la naturaleza, así como sus aportaciones al pensamiento humano a lo largo de la historia, apreciando los grandes debates superadores de dogmatismos y las revoluciones científicas que han marcado la evolución cultural de la humanidad y sus condiciones de vida.*

10. *Conocer y apreciar los elementos específicos del patrimonio natural de Andalucía para que sea valorado y respetado como patrimonio propio y a escala española y universal.*

11. *Conocer los principales centros de investigación de Andalucía y sus áreas de desarrollo que permitan valorar la importancia de la investigación para la humanidad desde un punto de vista respetuoso y sostenible.*

3.5.3. Objetivos de la unidad didáctica.

Los objetivos específicos de la presente unidad didáctica son:

- OE.1.** Conocer la importancia del método sísmico en el estudio del interior terrestre.
- OE.2.** Diferenciar los tipos de ondas sísmicas y comprender su comportamiento en el interior terrestre.
- OE.3.** Conocer la estructura y composición de la Tierra.
- OE.4.** Distinguir entre la teoría de la Deriva Continental y la Tectónica de Placas.
- OE.5.** Valorar las evidencias aportadas por Wegener en su teoría que sirvieron como base para la tectónica de placas.
- OE.6.** Reconocer los diferentes límites de placas litosféricas y sus movimientos relativos.
- OE.7.** Identificar los fenómenos y estructuras geológicas asociadas al contacto entre placas.
- OE.8.** Explicar el Ciclo de Wilson.
- OE.9.** Comprender las diferentes pruebas sobre la teoría de la tectónica de placas.
- OE.10.** Interpretar los modelos propuestos como “motor de las placas”.

3.6. Competencias clave.

En el artículo 6 de la Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa 8/2013, de 9 de diciembre y en el artículo 2.1 del Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre se enuncian las competencias o capacidades para aplicar de forma integrada los contenidos propios de cada enseñanza y etapa educativa, con el fin de lograr la realización adecuada de actividades y la resolución eficaz de problemas complejos.

Con los contenidos que se trabajan en esta UDI, se pretende promover el desarrollo de una serie de competencias clave que adquirirá el alumnado, en línea con lo señalado en la Orden ECD/65/2015, de 21 de enero y la Orden de 15 de enero de 2021. En concreto, se van a trabajar las siguientes competencias clave, en las que se indican cómo se va a trabajar a lo largo de esta unidad:

Tabla 2. Competencias clave trabajadas en la presente unidad didáctica.

	Competencia en Comunicación Lingüística: se trabajará ofreciendo un marco idóneo para el debate, a través de intervenciones orales de cada alumno, los trabajos en grupo, debates, diálogos y exposiciones, así como a través de la escucha activa del resto de compañeros y del profesor. También se verá fomentado su desarrollo realizando búsquedas de información, lecturas y comprensiones de textos.
	Competencia Matemática y Competencias Básicas en Ciencia y Tecnología: se trabajará a través de la definición de variables, la interpretación y la representación de gráficos, como el de las ondas sísmicas y su velocidad expresada en km/h, así como la interpretación de diferentes figuras de distintos tipos de bordes o de las capas del interior terrestre.
	Competencia Digital: se fomentará a través de la utilización de las tecnologías de la información y la comunicación para la realización de las diferentes tareas, mediante la búsqueda, selección, procesamiento y presentación de información como proceso básico vinculado al trabajo científico. Además, sirve de apoyo a las explicaciones, haciendo un uso crítico, creativo y seguro de los canales de comunicación y de las fuentes consultadas.
	Competencia de Aprender a Aprender: esta competencia se desarrollará en los alumnos/as mediante la búsqueda y tratamiento de información, la explicación de conceptos entre iguales durante las actividades en grupo y la realización de trabajos de investigación, con una distribución previa de tareas compartidas.
	Sentido de Iniciativa y Espíritu Emprendedor: se trabajará al fomentar la participación del alumnado en debates y trabajos grupales, animándolos a expresarse e intercambiar opiniones con el resto de sus compañeros.
	Conciencia y Expresiones Culturales: hace alusión a la cultura científica alcanzada a partir de los aprendizajes contenidos en esta unidad didáctica, es decir, con el estudio de la evolución de diversas teorías que explican la dinámica del interior terrestre.

A continuación, se muestra una tabla, que muestra la relación entre los objetivos específicos de la UDI, los objetivos generales de etapa (OE), los objetivos de la materia de Biología y Geología (OA) y las competencias clave (CC) señaladas anteriormente.

Tabla 3. Relación entre objetivos UDI, OE, OA y CC.

Objetivos Específicos	OE	OA	CC					
OE.1. Conocer la importancia del método sísmico en el estudio del interior terrestre.	b, e, f	1, 9	CCL	CMCT				CEC
OE.2. Diferenciar los tipos de ondas sísmicas y comprender su comportamiento en el interior terrestre.	b, e, f	1, 3	CCL	CMCT		CAA		CEC
OE.3. Conocer la estructura y composición de la Tierra.	b, e, f	1, 3	CCL	CMCT		CAA		CEC
OE.4. Distinguir entre la teoría de la Deriva continental y la Tectónica de Placas.	b, e, f, g, h	1, 4, 5, 9	CCL		CD	CAA	SIEP	CEC
OE.5. Valorar las evidencias aportadas por Wegener en su teoría que sirvieron como base para la tectónica de placas.	b, e, f	1, 5, 9	CCL		CD	CAA	SIEP	CEC
OE.6. Reconocer los diferentes límites de placas litosféricas y sus movimientos relativos.	b, e, f, h	1, 3, 4, 5	CCL	CMCT	CD	CAA	SIEP	CEC
OE.7. Identificar los fenómenos y estructuras geológicas asociadas al contacto entre placas.	b, e, f, h, j	1, 3, 4, 5, 7, 8, 10	CCL		CD	CAA	SIEP	CEC
OE.8. Explicar el Ciclo de Wilson.	a, b, e, f, g	1, 3	CCL			CAA	SIEP	CEC
OE.9. Comprender las diferentes pruebas sobre la teoría de la tectónica de placas.	b, e, f	1, 5, 9	CCL				SIEP	CEC
OE.10. Interpretar los modelos propuestos como “motor de las placas”.	b, e, f	1, 9	CCL	CMCT			SIEP	CEC

3.7. Contenidos.

3.7.1. Contenidos de la materia.

Los contenidos correspondientes a la asignatura de Biología y Geología de 4º de ESO se encuentran especificados en el Anexo I del Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la ESO y del Bachillerato, y en el Anexo II de la Orden de 15 de enero de 2021.

Concretamente, los contenidos que se van a desarrollar dentro de esta UDI “La Dinámica Interna de la Tierra” y que se encuentran relacionados con el Bloque 2: “La Dinámica de la Tierra”, de la asignatura de Biología y Geología de 4º de la ESO, son los siguientes:

Tabla 4. Contenidos específicos de la UDI extraídos de los contenidos pertenecientes al Bloque 2 de la asignatura de Biología y Geología de 4º de ESO (Orden de 15 de enero de 2021).

Contenidos extraídos del Bloque II	Contenidos específicos de la unidad didáctica
Estructura y composición de la Tierra. Modelos geodinámico y geoquímico.	-El estudio de la estructura interna de la Tierra: el método sísmico. -Modelo geoquímico y geodinámico de la Tierra.
La tectónica de placas y sus manifestaciones.	-La Teoría de la Tectónica de Placas y sus manifestaciones. - La dinámica y evolución de la litosfera.
Evolución histórica: de la Deriva Continental a la Tectónica de Placas.	-De la Teoría de la Deriva Continental a la Tectónica de Placas. -Las pruebas de la tectónica de placas. -El motor de las placas.

3.7.2. Contenidos transversales.

En virtud del artículo 6 del Real Decreto 1105/2014, del 26 de diciembre, el artículo 6 del Decreto 111/2016, de 14 de junio y el artículo 3 de la Orden de 15 de enero de 2021 el currículo de la ESO debe incluir una serie de contenidos transversales, además de los contenidos de materia. En esta unidad didáctica, se tratarán de forma específica los siguientes contenidos transversales:

-Comprensión lectora y expresión oral y escrita. Comunicación audiovisual y uso correcto de las tecnologías de la información y la comunicación.

-El fomento de la tolerancia y el reconocimiento de la diversidad y la convivencia intercultural, el conocimiento de la contribución de las diferentes sociedades, civilizaciones y culturas al desarrollo de la humanidad y el conocimiento de la historia.

-El desarrollo de las habilidades básicas para la comunicación interpersonal, la capacidad de escucha activa, la empatía, la racionalidad y el acuerdo a través del diálogo.

-La utilización crítica y el autocontrol en el uso de las tecnologías de la información y la comunicación y los medios audiovisuales, la prevención de las situaciones de riesgo derivadas de su utilización inadecuada, su aportación a la enseñanza, al aprendizaje y al trabajo del alumnado, y los procesos de transformación de la información en conocimiento.

-La toma de conciencia sobre temas y problemas que afectan a todas las personas en un mundo globalizado.

-Desarrollo de la creatividad, la autonomía, la iniciativa, el trabajo en equipo y la confianza en uno mismo.

-Resolución pacífica de conflictos en todos los ámbitos de la vida.

3.8. Metodología.

3.8.1. Principios metodológicos.

La Educación Secundaria Obligatoria debe facilitar al alumnado una alfabetización científica que haga posible la familiarización con las ideas básicas de la ciencia, ayudando a la comprensión de los problemas que ocurren, además de valorar e incorporar en forma de conocimiento válido el resultado de la experiencia y la información sobre las temáticas científicas que se recibe a lo largo de la vida.

La secuencia didáctica debe proporcionar al alumnado un contexto que constituya una aproximación razonable a la investigación científica, por lo que la ciencia en esta etapa debe estar próxima al alumnado y favorecer su familiarización progresiva con la cultura científica, pues permite salir al paso de visiones deformadas y empobrecidas, puramente operativas de la ciencia, que generan un rechazo hacia la misma que es necesario superar.

La metodología debe basarse en lograr un cambio conceptual a través de un aprendizaje significativo que, según David Ausubel (Ausubel, 1963) es aquél en el que el alumno integra de manera refleja el nuevo conocimiento adquirido en los que posee de antemano.

A lo largo de la unidad didáctica “La Dinámica Interna de la Tierra”, se van a poner en práctica diversas estrategias metodológicas con el fin de que los alumnos/as logren integrar los contenidos impartidos. Para llevar a cabo el proceso de enseñanza-aprendizaje de esta unidad, se pondrá en práctica las siguientes estrategias:

-Ideas previas: las ideas, creencias y motivaciones del alumnado, tienen un papel fundamental a la hora de que el alumnado construya su aprendizaje. Por tanto, se considera fundamental, previamente a la impartición de la unidad, detectar cuál es el punto de partida de los alumnos y alumnas, para poder acotar y abordar mejor el proceso de enseñanza-aprendizaje de esta materia, ya que varios autores constatan que el alumnado presenta concepciones erróneas respecto a la naturaleza del conocimiento científico (Fernández et al., 2002).

Para ello, se considera necesario que el alumnado conteste a una serie de preguntas en torno a los contenidos de esta unidad, invitándolo a que exponga todo lo que sepa, ya que de esta manera se abordará mejor la impartición de la materia.

-Lección comunicativa: se basa en la enseñanza por transmisión-recepción significativa. En la mayoría de los eventos académicos, se cuestiona la clase magistral calificándose como una estrategia obsoleta. Sin embargo, ésta es efectiva cuando se sabe implementar dentro del marco del aprendizaje significativo por recepción que propone Ausubel, es decir, cuando es interactiva, la comunicación es bidireccional o coexpositiva y la exposición de la teoría es contextual y motivadora. Es indudable que es la estrategia didáctica más utilizada en los diferentes niveles educativos del mundo, pero la mayoría de las veces mal implementada, siendo unidireccional (Charaja, 2014).

Para no llegar a un aprendizaje repetitivo o memorístico, en el cual no se relaciona la nueva información con las ideas previas del alumno, el docente debe ayudar a establecer relaciones entre los conceptos, usando mapas conceptuales, recursos visuales en el aula para apoyar las explicaciones y motivar al alumnado, así como establecer una jerarquía conceptual que vaya de lo más general a lo más concreto (Tünnermann-Bernheim, 2011).

Las clases magistrales se complementarán y guiarán con la utilización de presentaciones con diapositivas, las cuales pueden considerarse como técnicas que forman parte del método conocido como lección magistral (Alcoba, 2012), ya que es una buena forma de controlar la atención de un grupo, obtener su feedback de manera inmediata, y llevar a cabo la transmisión, en el proceso de enseñanza-aprendizaje, de los contenidos programados. Estas sesiones deben acompañarse por

preguntas finales que se resolvían en la misma sesión, y que se sitúan en el terreno de concreción, ayudando a incorporar y contextualizar el contenido tratado.

-Aprendizaje cooperativo: permite a los estudiantes trabajar juntos, por pequeños grupos, para mejorar su propio aprendizaje y el de los demás. Ayuda a romper con el individualismo al que estamos acostumbrados, permitiendo un aprendizaje en convivencia y respeto hacia los demás. Esto se justifica en la Teoría Sociocultural de Vygotsky (Chaves, 2001), que reconoce el gran componente social y cultural que posee el aprendizaje. Un individuo aprende mejor con otros ya que estos aportan otras ideas, habilidades y experiencias distintas a las suyas propias, además de permitirle el desarrollo de habilidades de trabajo en equipo.

En este tipo de aprendizaje, como técnica de trabajo cooperativo, se pondrá en práctica la *tarea puzle*.

-Aprendizaje por descubrimiento: se basa en una enseñanza por descubrimiento guiado cuya responsabilidad recae en el profesor. Éste diseña unas preguntas que conducirán a los alumnos a la respuesta correcta. Se pretende que el estudiante encuentre respuesta por sí mismo a los interrogantes que se le plantea por el profesor, a través de elementos brindados por el docente e información localizada por el estudiante, este puede construir sus propias conclusiones (Ruiz, 2007).

Este tipo de metodología se aplicará a la hora de realizar una *Caza del Tesoro*.

La Caza del Tesoro se titula “Alfred Wegener: de la Deriva Continental a la Tectónica de placas”. Como la historia de Wegener juega una parte integral dentro del contenido de la presente UDI, ubicar discusiones de sus logros dentro de un contexto humanístico facilita el que los alumnos puedan alcanzar un mejor entendimiento sobre el proceso de descubrimiento científico y de avances de conocimientos científicos, en vez de adquirir simplemente unos conocimientos superficiales sobre Wegener y su teoría de la deriva de los continentes (Lange, C. & Zawicki, 2012). Este enfoque puede ayudar al alumnado a comprender mejor el mundo que les rodea, y reflexionar finalmente sobre la teoría, sus fundamentos y aplicaciones, llegando a formar a personas verdaderamente críticas.

-Modelo didáctico por Mini proyectos: La Orden de 15 de enero de 2021, establece una serie de estrategias metodológicas en cada una de las asignaturas. En concreto, para la asignatura de Biología y Geología se recomienda, entre otras estrategias, el aprendizaje por proyectos, especialmente relevante para el aprendizaje por

competencias, busca conseguir un determinado resultado práctico, favoreciendo en el alumnado la reflexión, crítica, y la tarea investigadora en el que cada uno asume la responsabilidad de su aprendizaje, aplicando sus conocimientos y habilidades en los proyectos.

Por su magnitud, no se pueden calificar como proyectos, pero tienen el mismo objetivo. Los mini proyectos se definen como una estrategia metodológica para la enseñanza de las ciencias naturales (Caicedo & Acuña, 2015). Esta estrategia sitúa a los alumnos/as en el centro de la acción educativa, al tener que dar respuesta a problemas abiertos diseñados para estimular el pensamiento y la creatividad individual, al ser solucionable por varios métodos y permitir más de una respuesta correcta. El alumno presenta un rol activo que promueve al uso del pensamiento independiente (Cárdenas et al., 1995).

En esta unidad se aplicará este método a través de la tarea *Interrail exprés*.

3.8.2. Temporalización.

En el Anexo I de la Orden de 15 de enero de 2021, se especifican las horas semanales de la asignatura de Biología y Geología de cuarto de ESO, siendo 3 horas. La presente UDI, se desarrollará durante las primeras semanas del tercer trimestre, concretamente en la segunda, tercera y cuarta semana de abril, encuadrándose la última sesión a primeros de la primera semana de mayo, correspondiendo esta última con la realización del examen de esta unidad didáctica. En total se desarrollarán 8 sesiones lectivas de 55 minutos de duración cada una.

Las sesiones que conforman la unidad didáctica se impartirán los martes, jueves y viernes en el siguiente horario, según cada grupo:

Tabla 5. Horario de la asignatura de Biología y Geología para 4º ESO.

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
8 a 9				4ºESO B	
9 a 10					4ºESO A
10 a 11					
11:30-12:30				4ºESO A	4ºESO B
12:30-13:30		4ºESO B			
13:30-14:30		4ºESO A			

La distribución de las sesiones se refleja en la siguiente tabla:

Tabla 6. Distribución de las sesiones.

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
1º semana-abril		Sesión 1		Sesión 2	Sesión 3
2º semana-abril		Sesión 4		Sesión 5	Sesión 6
3º semana-abril		Sesión 7			
1º semana-mayo		Sesión 8			

A continuación, para una mayor especificación de la temporalización de las sesiones, se presenta la siguiente tabla en la que se recoge una breve descripción de cada una de ellas, indicando las tareas a realizar:

Tabla 7. Temporalización de las sesiones de la UDI “La Dinámica Interna de la Tierra”.

SESIÓN	DESCRIPCIÓN Y TAREAS	DURACIÓN	
1	Introducción a la unidad didáctica	5'	55'
	Realización de un breve cuestionario de ideas previas	10'	
	Visionado de un vídeo	10'	
	Primera clase magistral	30'	
2	Segunda clase magistral	55'	55'
3	Trabajo por parejas. Resolución de la Caza del Tesoro	45'	55'
	Puesta en Común de la solución a “la gran pregunta” a través de debate	10'	
4	Tercera clase magistral complementando la explicación con una maqueta de la dorsal oceánica	55'	55'
5	Iniciación de mini proyecto individual “Interrail Exprés”	55'	55'
6	Trabajo por grupos. Tarea puzle del ciclo de Wilson		55'
	-Primera fase	10'	
	-Segunda fase: “Reunión de expertos”	10'	
	-Tercera fase	15'	
	-Cuarta fase	15'	
	Reparto de fichas para la autoevaluación y coevaluación del trabajo en equipo del grupo original	5'	
7	Entrega de fichas de autoevaluación y coevaluación del trabajo en grupo de la tarea puzle	5'	55'
	Cuarta clase magistral	35'	
	Realización del cuestionario que se hizo en la primera sesión y puesta en común de los posibles errores iniciales detectados en las ideas previas	15'	
8	Examen de la UDI “La Dinámica Interna de la Tierra”	55'	55'

La temporalización de los diferentes contenidos y actividades se especifica de una manera más detallada en el apartado de “Descripción y secuenciación de las sesiones”:

3.8.3. Organización del espacio.

Parte de las sesiones que se van a llevar a cabo en la presente unidad didáctica se van a impartir en el aula ordinaria asignada a cada grupo correspondiente, exceptuando las sesiones 3 y 5 que se van a desarrollar en el aula de informática.

Las dos aulas ordinarias correspondientes a cada grupo cuentan con mesas individuales, siendo la amplitud de las mismas suficiente para permitir la realización de los trabajos por grupos.

En el trabajo por grupos correspondiente a las sesiones 6 y 7, las mesas se agruparán de seis en seis para facilitar el trabajo colectivo.

Respecto a los ordenadores, estas aulas cuentan solamente con un ordenador en la mesa del profesor, supliendo esta carencia de ordenadores en las aulas con la disposición de tres salas de informática en el centro.

3.8.4. Agrupamientos.

Como ya se ha adelantado, muchas de las sesiones destacan por la necesidad del trabajo cooperativo. Teniendo en cuenta que el grupo A cuenta con 30 alumnos/as y el grupo B con 35, los agrupamientos que se van a llevar a cabo en esta unidad son los siguientes:

-Grupo-clase: a la hora de las clases magistrales, debates, puesta en común, exposición de trabajos, análisis de ideas previas y resolución de dudas, la clase funciona colectivamente como un grupo solo.

-Trabajo en grupos: teniendo en cuenta el número de alumnos/as por grupo (A y B), en el grupo A se realizarán 5 grupos de 6 alumnos/as cada uno, mientras que en el grupo B, se formarán 6 grupos, donde 5/6 estarán compuestos por 6 y 1/6, por 5 alumnos/as.

El trabajo en grupos se hará en las sesiones 6 y 7 para realizar la tarea puzle del ciclo de Wilson.

Estos grupos serán diseñados por el docente, de manera que en cada uno de ellos haya un alumno que tenga la predisposición de líder y, por lo general, coincide con un alumno trabajador y responsable y, el resto del grupo lo constituyan alumnos/as también responsables y otros a los que les cuesta más esforzarse o son más

introvertidos. Esta dinámica es adecuada aplicar en este tercer trimestre, ya que el profesor conoce más al alumnado.

-Trabajo en parejas: teniendo de nuevo en cuenta el número de alumnos/as por grupo, en el A se realizarán 15 parejas, mientras que en el B se formarán 16 parejas y un agrupamiento constituido por tres alumnos/as.

El trabajo en parejas se llevará a cabo en la sesión 3 para realizar la actividad de la Caza del Tesoro.

-Trabajo individual: el alumno trabajará individualmente en la lectura y comprensión de los contenidos, en el análisis del documento de la primera fase de la tarea puzzle, la realización del cuestionario de ideas previas, la autoevaluación y coevaluación del trabajo en grupo, el desarrollo de la actividad “Interrail Exprés” y en la realización del examen correspondiente a esta unidad.

3.8.5. Descripción y secuenciación de las sesiones.

A continuación, se procede a describir, de forma detallada, cada una de las sesiones que se van a llevar a cabo para trabajar la UDI. En cada tabla se incluyen los contenidos a tratar, la descripción de la actividad a realizar, la temporalización, los materiales y recursos necesarios, los objetivos de la UDI, los criterios de evaluación y la competencia clave.

Es necesario puntualizar que todas las tareas propuestas están ajustadas para que se lleven a cabo en el tiempo de clase, para que el alumno no se lleva trabajo a casa. La actividad de “Interrail Exprés”, al ser individual, si no hubiera suficiente tiempo para realizarla en clase, el alumno puede trabajarla en la casa y entregarla en un margen de tres días.

Tabla 8. Sesión 1 de la UDI: La Dinámica Interna de la Tierra.

Sesión 1			
Contenidos	Actividades	Descripción	Tiempo
	Introducción UDI	Durante la primera parte de la sesión, el docente hará una breve introducción de la unidad didáctica “La Dinámica Interna de la Tierra”, explicando los contenidos a tratar, las tareas a desarrollar y el qué y cómo se va a evaluar.	5’
	Ideas previas	En la segunda parte de la sesión, se realizará un <i>Kahoot</i> , donde los alumnos/as pueden emplear sus móviles para contestar unas preguntas establecidas previamente. De esta manera se puede detectar del nivel del que se parte y posibles errores conceptuales de la materia. En el Anexo I se facilita este cuestionario previo de <i>Kahoot</i> .	10’
El estudio de la estructura de la Tierra: el método sísmico.	Visionado de un video	Antes de comenzar la explicación, se visionará un video de menos de 10 minutos como introducción a la dinámica interna de la Tierra. En el enlace es el siguiente: https://www.youtube.com/watch?v=25YR4_gE4jY	10’
	1ª Clase magistral	En esta primera lección magistral, el profesor transmitirá los contenidos acerca del estudio de la estructura de la Tierra, haciendo especial hincapié en la importancia del método sísmico y en la interpretación de la gráfica de la variación de la velocidad de las ondas P y S en función de la profundidad, estableciendo una relación de estos cambios de velocidad con la existencia de las principales discontinuidades terrestres.	30’
Recursos	Ordenador, proyector, libro de texto, cuestionario de ideas previas en <i>Kahoot</i> y móviles.		
Objetivos de la UDI	OE.1, OE.2		
Competencias Clave	CCL, CMCT, CAA, CEC		
Criterios de evaluación	CE.1		

Tabla 9. Sesión 2 de la UDI: La Dinámica Interna de la Tierra.

Sesión 2			
Contenidos	Actividades	Descripción	Tiempo
-Modelo geoquímico y geodinámico de la Tierra. -De la teoría de la deriva continental a la tectónica de placas.	2º Clase Magistral	En esta lección magistral, en la primera mitad de la clase, el profesor dibujará en la pizarra los dos modelos de la estructura de la Tierra: el modelo geoquímico y el geodinámico, a la vez que los explica, teniendo que dibujar los alumnos/as en su libreta los dos modelos para trabajar la memoria visual. En la segunda parte de la clase se introducirá la Evolución histórica: de la Deriva Continental a la Tectónica de Placas, para que en la siguiente sesión tengan ya algunos conocimientos para realizar la caza del tesoro.	55'
Recursos	Ordenador, proyector, libro de texto y libreta del alumno.		
Objetivos de la UDI	OE.3, OE.4, OE.5		
Competencias Clave	CCL, CMCT, CD, CAA, SIEP, CEC		
Criterios de evaluación	CE.2, CE.3		

Tabla 10. Sesión 3 de la UDI: La Dinámica Interna de la Tierra.

Sesión 3			
Contenidos	Actividades	Descripción	Tiempo
De la teoría de la deriva continental a la tectónica de placas.	Caza del tesoro	En un entorno virtual de enseñanza-aprendizaje, se realizará una Caza del Tesoro. Se trata de poner a disposición del alumnado una página web con una serie de preguntas sobre conceptos y una lista de recursos Web en los que el alumnado puede buscar las respuestas. Por último, se incluye la “gran pregunta”, cuya respuesta exige integrar y valorar lo aprendido durante la búsqueda. La actividad de la Caza del Tesoro la podemos encontrar en el Anexo I .	45'
	Puesta en común de la solución a la “Gran pregunta”	La gran pregunta gira en torno a la comprensión de la diferencia entre la teoría de la deriva continental y la tectónica de placas, para hacer ver a los alumnos/as un gran error que suelen cometer, que es el hecho de que son las placas tectónicas las que se mueven y no los continentes. De esta manera, se establecerá una secuencia que permita transmitir al alumno, paso a paso, la teoría de la Tectónica de Placas, una teoría global que se nutre de otras anteriores como la Deriva Continental o la Expansión de los Fondos Oceánicos, a través del planteamiento de cuestiones a modo de nexo de unión que permitan ir de lo simple a lo complejo en la progresión en el aprendizaje del alumno. La contestación a las preguntas se hará en un documento aparte. Una vez terminado, por parejas, se enviará al docente. Al final, se hará una puesta en común de las contestaciones, detectando posibles errores y resolviendo las dudas pertinentes. Esta sesión se desarrollará en el aula de informática, por parejas. Al final de la sesión se recordará al alumnado que, al día siguiente, la clase será en el aula de informática, para quedar directamente en esa aula y evitar consumir tiempo de clase.	10'
Recursos	Un ordenador por pareja (Aula de informática) y un documento rellenable con las preguntas de la Caza del Tesoro.		
Objetivos de la UDI	OE.4, OE.5		
Competencias Clave	CCL, CD, CAA, SIEP, CEC		
Criterios de evaluación	CE.3		

Tabla 11. Sesión 4 de la UDI: La Dinámica Interna de la Tierra.

Sesión 4			
Contenidos	Actividades	Descripción	Tiempo
La teoría de la tectónica de placas y sus manifestaciones.	3º Clase Magistral	Esta tercera clase magistral, se empleará en explicar los diferentes bordes de las placas tectónicas y sus manifestaciones (fenómenos y estructuras geológicas), incidiendo en las zonas donde se crea (dorsales oceánicas) y se destruye (zonas de subducción) corteza litosférica. Las explicaciones se apoyarán en el empleo de una maqueta realizada con lápices de colores, la cual se describe en el Anexo III que facilitará la comprensión y entendimiento de la creación y destrucción de litosfera, así como la edad de los materiales del fondo oceánico. Se mencionará el relieve, como resultado de la interacción entre los procesos geológicos internos y externos.	55'
Recursos	Ordenador, proyector, libro de texto y maqueta de la dorsal oceánica.		
Objetivos de la UDI	OE.6, OE.7		
Competencias Clave	CCL, CMCT, CD, CAA, SIEP, CEC		
Criterios de evaluación	CE.4, CE.5, CE.6, CE.7, CE.8		

Tabla 12. Sesión 5 de la UDI: La Dinámica Interna de la Tierra.

Sesión 5			
Contenidos	Actividades	Descripción	Tiempo
La teoría de la tectónica de placas y sus manifestaciones.	Mini proyecto "Interrail Exprés"	A nivel individual, haciendo uso, de nuevo, del aula de informática, se facilitará al alumno un documento de Word con un listado de diferentes sitios particulares del mundo, un dibujo como plantilla del mapa del mundo y un modelo de chincheta. Haciendo uso de la herramienta "Jamboard" de Google, el alumnado debe coger el mapa en blanco del mundo facilitado y pegarlo en la pizarra de Google, seleccionar 5 puntos distintos del listado, marcarlos en el mapa utilizando la chincheta que se ofrece e indicar los siguientes datos: si procede, el tipo de fenómeno o estructura geológica, si no se trata de un fenómeno intraplaca, el tipo de borde existente entre las dos placas que intervienen, el tipo de placas entre las que se produce el contacto, el nombre de las placas que intervienen, el tipo de placa litosférica en el que se encuentran, una foto del sitio en concreto, el país y continente al que pertenecen, la moneda de ese lugar y el idioma. Estos tres últimos datos, se incluyen por el hecho de adquirir un poco de cultura general y abordar la transversalidad. Esta actividad se adjunta, de manera más detallada, en el Anexo I.	55'
Recursos	Un ordenador individual (Aula de informática) y documento de la actividad.		
Objetivos de la UDI	OE.6, OE.7		
Competencias Clave	CCL, CMCT, CD, CAA, SIEP, CEC		
Criterios de evaluación	CE.5, CE.6., CE.7		

Tabla 13. Sesión 6 de la UDI: La Dinámica Interna de la Tierra.

Sesión 6			
Contenidos	Actividades	Descripción	Tiempo
La dinámica y evolución de la litosfera.	Tarea Puzle del Ciclo de Wilson	El objetivo de esta actividad es que los alumnos y alumnas, en grupo, recopilen una serie de información de los documentos que se les aportan, y en común, puedan encontrarle una coherencia y comprensión al Ciclo de Wilson, y si se generan dudas, sean capaces de resolverlas. En el Anexo I se muestran los documentos a repartir. En grupos de 6, se reúnen para recopilar información sobre el Ciclo de Wilson. El docente, ha de tener preparada la división del tema a tratar en 6 documentos, cada uno correspondiente a las diferentes fases del Ciclo de Wilson, los cuales se repartirán previamente a la realización de la actividad. El esfuerzo y trabajo, tanto individual como grupal, será necesario para aprender la totalidad del Ciclo de Wilson. Dentro de cada grupo, cada miembro recibirá un número (del 1 al 6). El grupo que sea de 5 alumnos/as, se identificarán con un número (del 1 al 5), quedando el 6 sin asignar (esto no sería un gran desajuste, simplemente que en la “reunión de expertos” de los alumnos/as que tengan asignado el número 6, habrá solamente 5). A los estudiantes con el número 1 se les reparte el mismo documento (que será diferente al del resto de compañeros con diferentes números asignados y corresponderá con una fase del Ciclo). Al alumnado con el número 2 se les reparte el mismo documento (que es otra fase de la evolución de la litosfera en el tiempo) y así sucesivamente con el resto de alumnos. Se considera importante señalar que los números asignados a los alumnos, deben corresponder con el mismo número de fase del Ciclo de Wilson, para que se siga un orden. La primera fase será, por tanto, que los estudiantes individualmente preparen su documento durante, aproximadamente 10 minutos, que lo lean, que lo entiendan, que lo aprendan (no memorizando) y que recopilen las dudas que les surjan. Se ha considerado solamente 5 minutos ya que los documentos que se aportan son breves y sencillos, a priori, de entender.	10'

Contenidos	Actividades	Descripción	Tiempo
La dinámica y evolución de la litosfera.	Tarea Puzzle del Ciclo de Wilson	Una vez que ya ha finalizado el tiempo estimado para la preparación individual del documento, comienza la segunda fase que se denomina “Reunión de Expertos”. En este momento todos los alumnos y alumnas con el número 1 se reúnen para debatir y comentar su documento (que es el mismo). Los estudiantes con el número 2 también se reúnen, y así sucesivamente con el resto de los números. Esta fase durará 10 minutos.	10’
		La finalidad de esta fase es doble: por un lado, que cada alumno se haga experto del documento a través del debate, de los comentarios y de las explicaciones que se hagan en dichos grupos y por otro, que juntos diseñen un plan común para comunicar ese documento al resto de compañeros.	
		Finalizadas las reuniones de expertos, llega la tercera fase , con una duración de 15 minutos, que supone el regreso al grupo original y, cada alumno explicará al resto de sus compañeros el documento que ha estado preparando, por orden numérico para, al finalizar, disponer de un conocimiento ordenado y completo del Ciclo de Wilson.	15’
	Fichas de autoevaluación y coevaluación	La cuarta fase y última, consiste en evaluar la actividad grupal y la eficacia de la técnica individualmente. Para ello, los grupos vuelven a explicarse lo aprendido mientras que el docente utiliza una rúbrica que rellenará a la vez que realiza una observación directa de los grupos.	15’
		Desde la primera fase de la tarea hasta esta última, el docente ha tenido tiempo para recopilar información suficiente para evaluar esta actividad.	
		Al finalizar la clase, el profesor repartirá a cada alumno una ficha para la autoevaluación y coevaluación de su grupo original, es decir, el que tenía tanto en la primera como en la tercera y cuarta fase, la cual se recoge en el Anexo IV .	5’
Recursos	Documentos de cada fase del Ciclo de Wilson y test.		
Objetivos de la UDI	OE.8		
Competencias Clave	CCL, CAA, SIEP, CEC		
Criterios de evaluación	CE.9		

Tabla 14. Sesión 7 de la UDI: La Dinámica Interna de la Tierra.

Sesión 7			
Contenidos	Actividades	Descripción	Tiempo
	Entrega de fichas de autoevaluación y coevaluación	Antes de comenzar esta sesión, se recogerán las fichas completadas por cada alumno referentes a la autoevaluación y coevaluación de la actividad de la anterior sesión.	5'
-Las pruebas de la tectónica de placas. -El motor de las placas.	4º Clase magistral	En esta penúltima sesión, se realizará una transmisión de los contenidos relacionados con las pruebas de la tectónica de placas y con las teorías que explican el motor de las placas.	35'
	Realización, de nuevo, del cuestionario previo de <i>Kahoot</i>	Para finalizar, se dejarán unos 15 minutos, en los que el alumnado tiene que hacer de nuevo el cuestionario de <i>Kahoot</i> que realizaron en la primera sesión para detectar las ideas previas. Una vez hecho, se puede analizar el progreso de los alumnos/as tras haber adquirido los conocimientos de la unidad y posibles cambios conceptuales.	15'
Recursos	Ordenador, proyector, libro de texto, cuestionario de ideas previas en <i>Kahoot</i> y móviles.		
Objetivos de la UDI	OE.9, OE.10		
Competencias Clave	CCL, CMCT, CD, SIEP, CEC		
Criterios de evaluación	CE.10, CE.11		

Tabla 15. Sesión 8 de la UDI: La Dinámica Interna de la Tierra.

Sesión 8			
Contenidos	Actividades	Descripción	Tiempo
Todos los de la UDI	Examen	Como parte de la evaluación de la unidad didáctica, se hace necesaria la realización de un examen de los contenidos vistos en la presente unidad. Este examen se realizará con una semana de espacio desde la finalización de la impartición de la unidad, para que a los alumnos/as les dé tiempo a estudiar y fijar conceptos. Este examen consta de 20 preguntas, todas ellas de tipo test, excepto una de ellas, que es rellenable en los huecos asignados por números.	55'
Recursos	Examen impreso.		
Objetivos de la UDI	OE.1, OE.2, OE.3, OE.4, OE.5, OE.6, OE.7, OE.8, OE.9, OE.10		
Competencias Clave	CCL, CMCT, CEC		
Criterios de evaluación	CE.1, CE.2, CE.3, CE. 4, CE.5, CE.6, CE.7, CE.8, CE.9, CE.10, CE.11		

3.8.6. Materiales y recursos didácticos.

En este apartado se comenta, de manera más general, los recursos necesarios, aunque se señalan específicamente en cada una de las sesiones del apartado anterior. Para llevar a cabo las actividades propuestas en el marco de las metodologías descritas anteriormente, se hará uso de los siguientes materiales y recursos didácticos:

- Libro de texto.
- Diapositivas, textos científicos y fichas adicionales puestas a disposición por el docente como, por ejemplo:
 - Gráfica de variación de la velocidad de las ondas sísmicas P y S en función de la profundidad.
 - Figura del fondo marino con la distribución de la edad de los materiales.
 - Figura de distribución de especies fósiles.
 - Plantilla rellenable para la tarea de la Caza del tesoro.
 - Documentos para la tarea puzzle del Ciclo de Wilson.
- Material de papelería: folios.
- Ordenador con conexión a internet. Se hará uso de las TIC's para la búsqueda de información y realización de algunas de las tareas.
- Pizarra y proyector.
- Móvil del alumnado: solo para la actividad de ideas previas inicial y para la actividad final de la unidad, que evalúa el progreso de aciertos al realizar el mismo *kahoot* una vez impartido el tema.

En cuanto a recursos web, se harán uso de los siguientes:

- Plataforma *Google Classroom*: para la descarga del material, fichas y documentos necesarios para la realización de actividades evaluables.
- La herramienta de *Google Meet*: para que los estudiantes sigan las clases en caso de posible confinamiento.
- La herramienta de *Jamboard* de Google: para la realización de la actividad "Interrail Exprés".
- La herramienta de *Google Forms*: para la realización de la prueba final, en caso de posible confinamiento del alumnado.
- Aplicación *Kahoot*.
- Enlace web para la realización de la actividad de la Caza del tesoro.
- *Youtube* para el visionado de videos.

3.8.7. Atención a la diversidad.

Cada alumno al que se le imparte clase, presenta una personalidad, capacidad, interés y motivación diferentes, por lo que también tendrá un ritmo de aprendizaje diferente. Por tanto, es indispensable que el docente capte estas diferenciaciones para atender a la diversidad y los centros educativos cuenten propuestas pedagógicas para poder ofrecer a cada alumno un proceso de enseñanza-aprendizaje óptimo.

Para atender a la diversidad, los trabajos abiertos, ya sean grupales o individuales, son muy adecuados para lograr ver las capacidades del alumnado y hasta dónde pueden llegar. Como ya se ha adelantado, el hecho de que esta unidad se imparta en el tercer trimestre, facilita tiempo suficiente para que el docente conozca un poco más a los alumnos y alumnas, por lo que en aquellas actividades en las que sea necesario el trabajo cooperativo, el profesor/a ya tendrá la capacidad suficiente para poder diseñar los grupos heterogéneos, de manera que los alumnos/as colaboren entre ellos, y los que más dificultades presenten en el aprendizaje se puedan beneficiar de los compañeros que están más avanzados en conocimientos.

En los dos grupos de clase, no se han detectado, a priori, alumnos/as que requieran adaptaciones curriculares, pero sí existen adolescentes más introvertidos a los que les cuesta participar, por lo que el trabajo cooperativo será favorecedor de su inclusión. En el caso de que, durante el transcurso de la unidad didáctica se detecten ciertas necesidades de atención a la diversidad, se proponen las siguientes medidas:

- Flexibilizar la temporalización de las actividades, garantizando la consecución de las mismas y su comprensión.

- Diversificar los instrumentos de evaluación respetando los criterios de evaluación, por ejemplo, adaptando la prueba final escrita mediante evaluación oral o a través de un cuaderno de actividades adaptadas.

- Adaptar los agrupamientos, pasando una actividad que a priori era individual, a parejas o por grupos para favorecer la cooperación.

- Adaptar las actividades a los diferentes ritmos de aprendizaje, respetando el contenido a impartir.

- Seleccionar otros recursos didácticos o materiales adicionales para lograr una mayor motivación del alumnado.

3.8.8. Transversalidad e interdisciplinariedad.

En esta UDI no se va a tratar la interdisciplinariedad, pero sí la transversalidad ya que dentro de la Geología se tratan conocimientos de otras disciplinas. Esta transversalidad se puede ver a la hora de la realización de la tarea “Interrail Exprés”, en la cual, los alumnos deben detectar el idioma y la moneda de algunos países, por lo que podría encajar con contenidos relacionados con la materia troncal de Geografía e Historia.

3.9. Evaluación.

La evaluación de la UDI será continua, teniendo en cuenta las características del grupo, e individualizada, considerando el progreso del alumnado a lo largo de su desarrollo.

El papel del docente es importante a la hora de la consecución de los objetivos marcados por la unidad, debiendo tener en cuenta todos los elementos que forman parte del currículum y realizando las adaptaciones oportunas ante las dificultades que se puedan presentar en el alumnado a la hora del proceso de enseñanza-aprendizaje.

La evaluación se dividirá en tres partes:

-Evaluación inicial: esta evaluación se realizará a través del cuestionario de ideas previas para conocer el conocimiento del que parte el alumnado.

-Evaluación continua: a lo largo de la impartición de la unidad, se realizarán diversas actividades, las cuales se han descrito en apartados anteriores, para conocer los conocimientos que se van adquiriendo por los alumnos/as y las posibles dificultades que puedan presentarse a la hora de la comprensión de los contenidos.

-Evaluación final: se realizará a través de la corrección de la prueba escrita final de la unidad, que intentará englobar todos los contenidos trabajados a lo largo de la UDI.

3.9.1. Criterios de evaluación y estándares de aprendizaje evaluables.

Los criterios de evaluación y los estándares de aprendizaje evaluables correspondientes a la asignatura de Biología y Geología de 4º de ESO se encuentran especificados en el Anexo I del Real Decreto 1105/2014, y en el Anexo II de la Orden de 15 de enero de 2021. A continuación, se muestra una tabla en la que se recogen los contenidos, objetivos específicos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje evaluables de la unidad didáctica:

Tabla 16. Relación entre los contenidos, objetivos específicos (OE), criterios de evaluación y estándares de aprendizaje de la unidad didáctica.

Contenidos	OE	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje
1. El estudio de la estructura de la Tierra: el método sísmico.	OE.1, OE.2	CE.1. Interpretar el comportamiento de las ondas sísmicas en cada capa del interior terrestre, identificando las principales discontinuidades sísmicas.	EA.1. Identifica en un gráfico de la velocidad de las ondas sísmicas frente a la profundidad terrestre las diferentes capas y discontinuidades de la Tierra.
2. Modelo geoquímico y geodinámico de la Tierra.	OE. 3	CE.2. Comprender los diferentes modelos que explican la estructura y composición de la Tierra.	EA.2. Analiza y compara los diferentes modelos que explican la estructura y composición de la Tierra.
3. De la teoría de la deriva continental a la tectónica de placas.	OE.4, OE.5	CE.3. Reconocer las evidencias de la deriva continental y de la expansión del fondo oceánico.	EA.3. Expresa algunas evidencias actuales de la deriva continental y la expansión del fondo oceánico.
4. La teoría de la tectónica de placas y sus manifestaciones.	OE.6, OE.7	CE.4. Combinar el modelo dinámico de la estructura interna de la Tierra con la teoría de la tectónica de placas. CE.5. Interpretar algunos fenómenos geológicos asociados al movimiento de la litosfera y relacionarlos con su ubicación en mapas terrestres. Comprender los fenómenos naturales producidos en los contactos de las placas. CE.6. Explicar el origen de las cordilleras, los arcos de islas y los orógenos térmicos. CE.7. Contrastar los tipos de placas litosféricas asociando a los mismos movimientos y consecuencias. CE.8. Analizar que el relieve, en su origen y evolución, es resultado de la interacción entre los procesos geológicos internos y externos.	EA.4. Relaciona las características de la estructura interna de la Tierra asociándolas con los fenómenos superficiales. EA.5.1. Conoce y explica razonadamente los movimientos relativos de las placas litosféricas. EA.5.2. Interpreta las consecuencias que tienen en el relieve los movimientos de las placas. EA.6. Identifica las causas que originan los principales relieves terrestres. EA.7. Relaciona los movimientos de las placas con distintos procesos tectónicos. EA.8. Interpreta la evolución del relieve bajo la influencia de la dinámica externa e interna.
5. La dinámica y evolución de la litosfera	OE.8	CE.9. Diferenciar las distintas fases del Ciclo de Wilson.	EA.9. Comprende y explica las diferentes fases del Ciclo de Wilson
6. Las pruebas de la tectónica de placas	OE.9	CE.10. Comprender las diferentes pruebas que apoyan la teoría de la tectónica de placas.	EA.10. Reconoce las diferentes pruebas que fundamentan la tectónica de placas.
7. El motor de las placas	OE.10	CE.11. Interpretar el modelo de las corrientes de convección y el modelo de la subducción profunda.	EA.11. Conoce los principales modelos que intentan explicar el motor de las placas litosféricas.

3.9.2. Criterios de calificación.

Los criterios de calificación que se van a seguir en esta unidad didáctica y que se van a informar al alumnado en la introducción de la unidad, son los siguientes:

Tabla 17. Criterios de calificación de la unidad didáctica.

Criterio de calificación	Ponderación
Prueba escrita	50%
Caza del tesoro	15%
Interrail Exprés	15%
Tarea puzzle de El Ciclo de Wilson	8%
-Autoevaluación y Coevaluación	2% (Solo por entregar el documento)
Actitud e intervención mostradas en clase	10%

3.9.3. Técnicas e instrumentos de evaluación.

En este apartado se van a mostrar los instrumentos de evaluación necesarios para llevar a cabo una valoración del progreso y de los resultados que el alumnado ha obtenido a lo largo de la unidad didáctica. Las técnicas e instrumentos de evaluación que se van a usar son los siguientes:

-Observación directa e individual del alumnado en la consecución de las actividades programadas para esta UDI. El docente, a través de la observación del alumnado a lo largo del desarrollo de la unidad, tanto a la hora de la impartición de las clases magistrales como en las sesiones en las que se debe hacer actividades, evaluará la participación, atención y actitud de los alumnos/as, así como el respeto de estos hacia el resto de sus compañeros y el profesor.

-Como instrumento de evaluación principal, se usará la rúbrica, una para cada actividad diferente, la cual ayudará a analizar y corregir las actividades programadas realizadas.

-Documento de Autoevaluación y Coevaluación: con este documento se pretende evaluar la tarea en grupo, desde la perspectiva del alumnado, un dato esencial que ayuda al docente a conocer aún más sobre el grado de involucración de cada uno de los componentes del grupo y completar su rúbrica de evaluación de la actividad.

-Realización de la prueba escrita final donde se indica, al final de cada pregunta, lo que vale cada una de ellas. Este examen se realizará una vez concluida la UDI y plasmará la mayor parte de los contenidos tratados a lo largo del desarrollo de la unidad. Se trata, en su mayoría, de una prueba con preguntas test.

Tabla 18. Técnicas e instrumentos de evaluación.

Sesión o actividad	Técnica y/o instrumento de evaluación
Clases magistrales	-Observación directa -Rúbrica de evaluación de la actitud y participación en clase
Caza del tesoro	Rúbrica
Interrail Exprés	Rúbrica
Tarea Puzle: El Ciclo de Wilson	-Rúbrica -Documento de autoevaluación y coevaluación
Prueba final	Examen final

Las rúbricas de evaluación empleadas para otorgar una calificación a cada criterio se pueden encontrar en el **Anexo IV** del presente trabajo.

3.9.4. Recuperación y proacción.

La prueba escrita, adjunta en el **Anexo II** como “Examen final”, que recoge todos los contenidos evaluables de la unidad didáctica, se podrá recuperar por el alumnado que no la supere satisfactoriamente, es decir, que no haya conseguido de calificación un 5 en la prueba final, entendiéndose que no ha adquirido los objetivos de esta unidad didáctica. Esta recuperación se realizará al final del trimestre, y consistirá en otra prueba escrita, la cual se recoge en el **Anexo II** como “Examen de recuperación”.

Por otro lado, las actividades de proacción son aquellas que realizan los alumnos de una manera autónoma y se proponen a los alumnos que han superado los objetivos de la unidad, para conseguir optimizar su aprendizaje. En esta UDI se promoverá la competencia “aprender a aprender” proponiendo a los alumnos/as la búsqueda de la causa que provoca los movimientos sísmicos en la provincia de Granada.

Las actividades de recuperación y de proacción han de incluirse siempre dentro de la programación didáctica, empleándose en el caso de que algún alumno las requiera.

3.10. Plan de contingencia ante COVID-19.

La situación sanitaria ha afectado a la comunidad educativa a la hora de replantearse la forma de desempeñar su actividad durante y después de la pandemia de COVID-19. La crisis de salud pública se plantea como una oportunidad para reformular las infraestructuras educativas y la forma de impartir docencia, siendo necesaria la dotación de recursos tecnológicos que posibiliten la continuidad de los cursos educativos a distancia y que garanticen el mínimo riesgo de contagio por COVID-19.

Debido a la pandemia de COVID-19, hablar de centro educativo, al ser un ámbito cerrado en el que es común que se produzcan aglomeraciones y sea complicado llevar a cabo un distanciamiento social, tanto el profesorado como el alumnado deben adaptarse a las nuevas circunstancias y tomar conciencia de las medidas de prevención oportunas como son el distanciamiento interpersonal, el lavado de manos, la higiene respiratoria y el uso correcto de mascarilla, para que el servicio educativo pueda continuar con todas las garantías de salud.

La presente unidad didáctica se ha desarrollado con la idea de que, en caso de que la situación sanitaria obligara a los centros a impartir la enseñanza a distancia, suprimiendo la presencialidad o minimizándola, se pueda adaptar a la situación, ya sea en la modalidad de enseñanza híbrida, como en la modalidad de enseñanza totalmente virtual. A continuación, se detalla cómo se desarrollarían las actividades y clases magistrales de las sesiones ya programadas:

-Clases magistrales: se realizarán online, a través de *Google meet*, con la salvedad de que, en vez de utilizar la maqueta para que vean la creación de litosfera oceánica desde la dorsal oceánica, se utilizará una animación, cuyo enlace es el siguiente: <https://www.edumedia-sciences.com/es/media/674-dorsal-oceanica>

-Caza del tesoro: se puede realizar perfectamente a través del enlace web de la caza del tesoro, manteniendo la agrupación por parejas, realizando los grupos de trabajo a través de la creación de sesiones separadas de *Google meet*, agregando los participantes que haya considerado previamente el docente en cada una de las parejas.

-Interrail Exprés: se puede realizar desde casa, permaneciendo como tarea individual, adjuntando el documento en *Google classroom* y utilizando el alumno la herramienta de *Jamboard* de Google para su elaboración, permitiendo esta poder compartir el trabajo con los colaboradores, en este caso, con el docente, y viendo en directo el trabajo que está realizando el alumno.

-Tarea puzzle: El Ciclo de Wilson: esta tarea, al igual que las demás, se puede realizar a distancia, realizando, de nuevo, los grupos de trabajo a través de la creación de sesiones separadas de *Google meet*, agregando los participantes que haya considerado previamente el docente en cada uno de los grupos.

Esta tarea a distancia quizás sea un poco más complicada a la hora de formar dos veces grupos distintos, un grupo para la fase 2ª de la tarea y otro grupo para la 3ª y la 4ª, por lo que el docente debe tener muy en cuenta los números asignados a cada alumno, para ello, ese trabajo de asignación ya debe estar previamente hecho en un listado, para facilitar el desarrollo de la actividad.

Las fichas serán proporcionadas por el profesor a través de *Google Classroom* y el docente puede ir pasando por las diferentes salas formadas para los distintos grupos e ir viendo en directo la forma de trabajar de cada alumno en individual y del grupo en conjunto.

Al final de esta tarea, todos los grupos deben volver a la sala principal, donde el profesor hará una síntesis del trabajo que ha ido observando e informará al alumnado de la importancia de que rellenen el documento de autoevaluación y coevaluación de manera individual.

-Examen: como la prueba escrita es prácticamente test y solamente contiene una pregunta para rellenar huecos, se puede realizar desde casa usando *Google Forms*.

3.11. Conclusiones.

El presente Trabajo de Fin de Máster, cuyo contenido es el desarrollo de la unidad didáctica: La Dinámica Interna de la Tierra, de la materia de Biología y Geología de 4º de ESO, es un acercamiento a la realidad de la labor del docente, al tener este que elaborar, desarrollar e implementar diferentes unidades didácticas de las materias que imparta a lo largo de su trayectoria como profesor.

La temática escogida, se engloba dentro de la materia de Geología, una asignatura poco atractiva para algunos alumnos y alumnas y muy importante para entender los procesos geológicos que ocurren en nuestro planeta.

El grado de consecución de los objetivos del proceso de enseñanza-aprendizaje por parte de los alumnos/as depende de cómo se organicen las sesiones y de la metodología de impartición escogida por el docente, pudiendo lograr una alta

motivación del alumnado y unos resultados positivos de la evolución de su aprendizaje.

Este trabajo apuesta por la previa identificación de las ideas previas que tienen los alumnos/as para trabajar, desde el principio, los conceptos erróneos que puedan presentar y marcar un punto de partida con el que poder comparar los conceptos adquiridos al finalizar la unidad.

La unidad didáctica desarrollada defiende la importancia de impartir algunas clases magistrales eficaces a la hora de la transmisión de información al alumnado, utilizando recursos didácticos y elementos visuales, como las maquetas, para amenizar las clases y facilitar la captación de conocimientos.

La realización de diferentes actividades a lo largo de las sesiones enriquece el proceso de enseñanza y colaboran a la hora de que el alumnado fije los conceptos claves de la unidad desarrollada, apostando por los agrupamientos para trabajar la cooperación entre los compañeros, sin dejar atrás actividades que se centren en la evaluación individual del alumno.

Los debates y puesta en común al finalizar determinadas tareas, inciden en la importancia de trabajar algunas de las competencias clave, como la de comunicación lingüística o las competencias sociales y cívicas, ayudando al alumnado a respetar los turnos de palabra y animándolo a su participación.

Una buena finalización de la unidad didáctica consiste en realizar la evaluación final de la misma a través de una prueba escrita, con preguntas test, que recojan los conceptos principales adquiridos en el desarrollo del tema.

Para finalizar, teniendo en cuenta la emergencia sanitaria ocasionada por la COVID-19, esta UDI se ha diseñado con miras a adaptar las sesiones programadas para una situación normal de presencialidad en las clases a una situación extrema en la que se produzca, de nuevo, un confinamiento derivado de esta situación de pandemia. Por tanto, en este último caso, la UDI podría desarrollarse sin problema con las nuevas Tecnologías de la Información y Comunicación, contando que todo el alumnado de 4º de ESO de SAFA presentan un ordenador e Internet para poder seguir las clases sin ningún problema.

4. Referencias bibliográficas.

- Alcoba González, J. (2012). La clasificación de los métodos de enseñanza en educación superior. *Contextos educativos*, 15, 93-106
- Almagro García, A. (2016). Formando maestros en SAFA: la Escuela Universitaria de Magisterio, centro adscrito a la Universidad de Granada (1978-1993). *Aula de Encuentro*, 18 (1), 274-326.
- Anguita, F. (1995). La evolución de la tectónica de placas: el nuevo interior de la tierra. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 3(3), 137-148.
- Ausubel, D. (1963). *The Psychology of Meaningful Verbal Learning*. New York: Grune & Stratton.
- Caicedo Rodríguez, L.L. & Acuña Agudelo, M.P. (2015). miniproyectos: una estrategia metodológica basada en la Enseñanza para la Comprensión (EPC) en las ciencias naturales experimentales de escolares. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/315450227_Miniproyectos_una_estrategia_metodologica_didactica_basada_en_la_ensenanza_para_la_comprension_en_las_Ciencias_Naturales_experimentales_de_escolares
- Camacho, M.A. & Alonso-Chaves, F.M. (1997). Sismicidad en el límite de placas entre Eurasia y África al SW de Iberia, desde 1984 a 1994. *Geogaceta*, 21.
- Cárdenas Salgado, F. A., Salcedo Torres, L. E., & Erazo Parga, M. A. (1995). Los miniproyectos en la enseñanza de las ciencias naturales. *Actualidad Educativa*. Año 2, 9–10.
- Carrillo Vigil, L. & Madrid Rangel, M.A. (2016). Tema 1: Estructura y dinámica de la Tierra Biología y Geología (4º ESO). Santillana. Pag. 4-21. Madrid. ISBN: 978-84-141-0008-0.
- Charaja Cutipa, F. (2014). Vigencia de la clase magistral en la universidad del siglo XXI. *Apuntes Universitarios. Revista de Investigación*, IV(1), 57-66.
- Chaves Salas, A.L. (2001). Implicaciones educativas de la teoría sociocultural de Vigotsky. *Revista educación*, 25(2), 59-65.

- Diario Jaén. (2016). La SAFA, un referente educativo. Recuperado de <https://www.diariojaen.es/jaen-pueblo-a-pueblo/la-safa-un-referente-educativo-XJ2380440>
- El Blog de Sexto. (2019). Ciencias Naturales: La Tierra IV. Recuperado de <https://sextojunta2019.blogspot.com/2019/06/ciencias-naturales-la-tierra-iv.html>
- Escuelas Profesionales de la Sagrada Familia. (2021). Conocer SAFA. Recuperado de <https://www.safa.edu/>
- Fernández, C. (2019). Poniendo las placas tectónicas en movimiento: ejercicios sencillos de cinemática de placas. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 27(3), 323-333.
- Fernández, I., Gil, D., Carrascosa, J., Cachapuz, A. y Praia, J. (2002). Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*, 20 (3), 477-488.
- Frankel, H. (1995). De la deriva de los continentes a la tectónica de placas. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 3(3), 130-136.
- García Díaz, M., Lobato Fernández, C., Fernández Aguiar, E.M., Reina Jiménez, C.J., Quijada Sánchez, M. & Castellano Sánchez, D. (2021). Biología y Geología, 4º ESO. Recuperado de https://issuu.com/grupoanayasa/docs/byg_4eso
- Geologiaweb. (2021). Capas internas de la Tierra. Recuperado de <https://geologiaweb.com/planeta-tierra/manto-terrestre/>
- González Guerra, J.M. (2016). unidad 1: El estudio de nuestro planeta [Diapositiva de PowerPoint]. CEO Pancho Guerra. Recuperado de https://www3.gobiernodecanarias.org/medusa/ecoblog/jgonguea/files/2016/10/UNIDAD-2_-EL-ESTUDIO-DE-NUESTRO-PLANETA.pdf
- Granada Natural. (2009). La teoría de la tectónica de placas litosféricas. Recuperado de <https://granadanatural.com/blog.php?mes=10&anio=2009>

- Hernández, J., Martínez, J., Martínez-Aedo, J., Plaza, C. y Sol, C. (2011). Unidad 9: La geosfera y su dinámica. *Biología y Geología para 4º de secundaria*. Grupo Anaya. Pag. 175-197. Madrid. ISBN: 978-84-678-0253-5.
- Ilustre Colegio Oficial de Geólogos. (2018). La falta de cultura geológica: un problema social. Recuperado de <https://cgeologos.es/noticia/la-falta-de-cultura-geologica-un-problema-social>
- Instituto Superior de Correlación Geológica (INSUGEO). (2010). Elementos básicos de petrología ígnea. Capítulo 1. Recuperado de http://www.insugeo.org.ar/libros/misc_18/pdf/toselli_miscelanea_18_elementos_basicos_de_petrologia_ignea.pdf
- Junta de Andalucía. (2011). Geodinámica interna: Tectónica de Placas. Recuperado de http://agrega.juntadeandalucia.es/repositorio/12042011/fb/es-an_2011041213_9095113/BG1_U2_T1_Contenidos_v06.pdf
- Lange, C. & Zawicki, J. (2012). Wegener: Las piezas perdidas. *Enseñanzas de las Ciencias de la Tierra*, 20 (1), 88-95.
- López, S. & Rodríguez de Vera, A. (2018). unidad 1: Tectónica de Placas. Escolapios Albacete. Recuperado de <https://www.calameo.com/books/000321307801f419b7ae7>
- Mi sistema solar. (2018). Falla transformante. Recuperado de <https://misistemasolar.com/falla-transformante/>
- National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). (2005). Edad del fondo oceánico. Recuperado de <https://www.ngdc.noaa.gov/mgg/image/crustageposter.gif>
- Ndiso, J. (29 de marzo de 2018). Fault line slices through Kenya's Rift Valley, families flee. *Reuters*. Recuperado de <https://www.reuters.com/article/us-kenya-environment/fault-line-slices-through-kenyas-rift-valley-families-flee-idUSKBN1H51OU>
- Pedrinaci, E. (2001). *Los procesos geológicos internos*. Madrid: Síntesis educación.

- Pedrinaci, E. (2016). La geología que necesitamos. Alambique. *Didáctica de las ciencias experimentales*, 83, 4-6.
- Pérez-Malvárez, C.; Bueno, A.; Feria, M.; Ruiz, R. (2016). Noventa y cuatro años de la teoría de la Deriva Continental de Alfred Lothar Wegener. *Interciencia*, 31(7), 536–543.
- Reolid, M., García-García, F., Reolid, J., de Castro, A., Bueno, J.F., Martín-Suárez, E. (2016). Palaeoenvironmental interpretation of a sand-dominated coastal system of the Upper Miocene of Eastern Guadalquivir Basin (south Spain): fossil assemblages, ichnology and taphonomy. *Journal of Iberian Geology*, 42(3):275-290.
- Reolid, M. (2020). *La Tierra: un lugar privilegiado para la vida*. Editorial Aula Magna. Pag. 45-76. ISBN: 9788417979263.
- Ruiz Ortega, F. J. (2007). Modelos didácticos para la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos* (Colombia), 3(2), 41-60.
- Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS). (2011). Movimientos de placas. Recuperado de <https://pubs.usgs.gov/gip/dynamic/slabs.html>
- Solbes, J. & Gavidia, V. (2013). Análisis de las Especialidades de Física y Química y de Biología y Geología del máster de profesorado de educación secundaria de la Universidad de Valencia. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10, 582-593.
- Tarback, E.J., Lutgens, F.K. & Tasa, D. (2005). *Ciencias de la Tierra. Una introducción a la geología física*. Pearson Educación S.A. Pag. 33-75. ISBN: 8420544000.
- Tünnermann-Bernheim, C. (2011). El constructivismo y el aprendizaje de los estudiantes. *Universidades*, LXI (48), 21–32.
- Vine, F.J. & Matthews, D.H. (1963). Magnetic Anomalies over Oceanic Ridges. *Nature* 199 (4897): 947

Anexo I: Actividades de la unidad didáctica: La Dinámica Interna de la Tierra.

CUESTIONARIO DE IDEAS PREVIAS



La Dinámica Interna de la Tierra

1. ¿Actualmente se siguen formando rocas?

Solo en catástrofes de la naturaleza	No, son todas tan antiguas como la Tierra
Solo en condiciones de elevada presión	Si

2. El relieve de la Tierra siempre ha sido el mismo y va a seguir siéndolo.

Verdadero	Falso
-----------	-------

3. ¿Qué tipo de fenómenos geológicos podemos observar en nuestra escala de tiempo?

El movimiento de las placas tectónicas	Una erupción volcánica
La formación de montañas	Un valle de origen glaciar

4. La formación de montañas es un proceso pasado, actual y futuro.

Verdadero	Falso
-----------	-------

5. Las placas tectónicas coinciden con los continentes.

Verdadero	Falso
-----------	-------

6. Los cambios que se producen en el relieve se producen por...

Los terremotos	Las erupciones volcánicas
El impacto de meteoritos	Agentes externos e internos

7. Las formas del relieve que vemos actualmente son idénticas a las del momento de su formación.

Verdadero	Falso
-----------	-------

8. La capa externa de la Tierra es...

De litosfera oceánica	Estática
Dinámica	De litosfera continental

9. El interior de la Tierra se encuentra...

Rígido y sólido	Líquido
Congelado	Constituido por diferentes capas

10. La litosfera es la capa más profunda de la Tierra.

Verdadero	Falso
-----------	-------

Enlace a Kahoot: <https://create.kahoot.it/share/la-dinamica-interna-de-la-tierra/353503ad-0f95-4cc8-9e6a-7b06ad2f7676>

Alfred Wegener: de la Deriva Continental a la Tectónica de placas

INTRODUCCIÓN

En 1912, Alfred Wegener propuso la hipótesis de la deriva continental que, junto con la confirmación por Harry Hess, 30 años más tarde, de la hipótesis de la expansión del fondo oceánico, fue un proceso crucial que llevó a formular, a mediados de la década de 1960, la teoría de la tectónica de placas, principal paradigma de las Ciencias de la Tierra, capaz de explicar y de predecir la mayoría de los fenómenos y estructuras terrestres.

Wegener sugirió que los continentes, compuestos de rocas más ligeras, podían moverse deslizándose sobre la corteza oceánica más densa, por efecto de la rotación terrestre u otra fuerza «horizontal» no aclarada. Hess, gracias a los progresos de la exploración oceanográfica, descubrió que las dorsales submarinas reveladas por el empleo del sonar en el siglo XX, crecen lateralmente por continua añadidura de magma en su parte central, lo que prueba la expansión del fondo oceánico. De esta manera puso la primera piedra para la formulación de la teoría de las placas. Este dato implica también que los océanos son estructuras relativamente jóvenes y temporales de la Tierra, mientras Wegener pensaba que eran primordiales y permanentes.

PREGUNTAS

1º. ¿Cuál fue la hipótesis que Alfred Wegener plasmó en su obra “The Origin of Continents and Oceans”?

2º. ¿En qué consiste esta hipótesis?

3º. ¿Qué tipo de teorías son la deriva continental y la tectónica de placas?, ¿fijistas o movelistas?

4º. ¿En cuántas evidencias se basó Wegener para defender su hipótesis?

5º. ¿De qué se percató Wegener respecto a las líneas de la costa Este de Sudamérica y de la costa Oeste de África?

6º. ¿Qué es lo que existía en rocas de la misma edad que hoy en día se encuentran en continentes separados?

7º. ¿Cuáles fueron las pruebas más importantes para Wegener?

8º. ¿Qué propone la teoría de la tectónica de placas?

9º. ¿Es igual un continente que una placa litosférica? ¿Cuál es su diferencia?

RECURSOS
Para contestar a las preguntas se propone visitar los siguientes enlaces a webs e imágenes, por orden de preguntas: Deriva continental https://www.sgm.gob.mx/Web/MuseoVirtual/Riesgos-geologicos/Deriva-continental.html Teorías fijistas y movelistas https://biologia-geologia.com/BG4/71 de la deriva continental a la tectonica de placas.html Pruebas de la deriva continental https://pitboxblog.com/wegener-pruebas-de-la-deriva-continental/ La tectónica de placas https://www.udc.gal/dep/dtcon/estructuras/ETSAC/Investigacion/Terremotos/tect%F3nica de placas.htm Continentes y placas tectónicas https://www.elcorreo.com/vivir/ciencia/mueven-continentes-20210411
LA GRAN PREGUNTA
10º. ¿Qué diferencia esencial existe entre la Teoría de la Deriva Continental y la Tectónica de Placas?
EVALUACIÓN
Por parejas, investigar utilizando los enlaces suministrados en la sección de recursos, dando respuestas a las preguntas que se realizan, en un documento de Google aparte. Una vez enviadas las respuestas al email del profesor, se realizará una puesta en común, detectando posibles errores y resolviendo las dudas pertinentes.
CRÉDITOS
Esta caza del tesoro ha sido elaborada por Claudia Fernández Jiménez como una de las actividades que forman parte de la unidad didáctica: La Dinámica Interna de la Tierra, para 4º de la ESO.
LINK
https://sites.google.com/view/caza-tesoro-tectonica-placas

Interrail Exprés

Instrucciones

Con la herramienta de *Jamboard* de Google, pega el siguiente mapa del mundo en blanco en la pizarra y utiliza la chincheta para marcar 5 sitios diferentes del mundo en donde existan fenómenos geológicos asociados a la tectónica de placas.



Ayúdate del listado de sitios que se encuentra más abajo.

Una vez seleccionados los diferentes sitios, como la herramienta de *Jamboard* te facilita poder insertar texto e imágenes, indica para cada sitio escogido los siguientes datos:

- El país y continente al que pertenece.
- Si procede, el tipo de fenómeno o estructura geológica.
- Si procede, el tipo de borde existente entre las placas (convergente, divergente o transformante). Si no procede, indicar si se trata de fenómenos intraplaca.
- Si existe como consecuencia del contacto entre placas y, en ese caso, en qué parte de las placas litosféricas se produce el contacto (continental-oceánica, oceánica-oceánica, continental-continental).
- El nombre de las placas que intervienen y si es una, el nombre de solo esa última.
- El tipo de placa litosférica en el que se encuentran (oceánica o mixta).
- Adjuntar una foto del sitio en concreto.
- Indicar la moneda y el idioma de ese lugar.



Listado de sitios

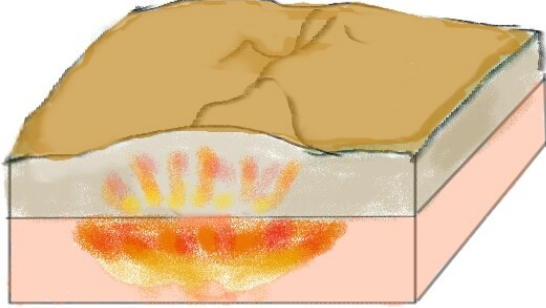
- Las islas Kuriles
- Las islas Aleutianas
- Kamchatka
- Islas Marianas
- Cualquier zona del cinturón de fuego del Pacífico
- Valle del Rift Africano
- Región de los Grandes Lagos (Kenia), (Tanganika, Malawui...) Victoria
- Kilimanjaro
- Mar Rojo (lugares cercanos bajo su influencia)
- Cualquier lugar de los Andes
- Galeras y Nevado de Ruiz en Colombia (volcanes y sus zonas de influencia)
- Neuquén en Argentina
- Lago Titicaca (como parte de los Andes)
- Desierto de Atacama, como parte de los Andes
- Archipiélago de Tierra de Fuego
- El Himalaya
- Los Alpes
- Japón
- Filipinas
- Malasia
- Java
- Sumatra
- San Francisco... (Falla de San Andrés)
- Islas Canarias
- Hawai
- Sicilia (El Etna)
- Nápoles (Vesubio)
- Los Alpes
- Granada (dentro de las Cordilleras Béticas)
- ... (lugares asociados a los límites de placas)

Tarea Puzle: El Ciclo de Wilson

A continuación, se adjuntan las fichas para la realización de la actividad:

El Ciclo de Wilson

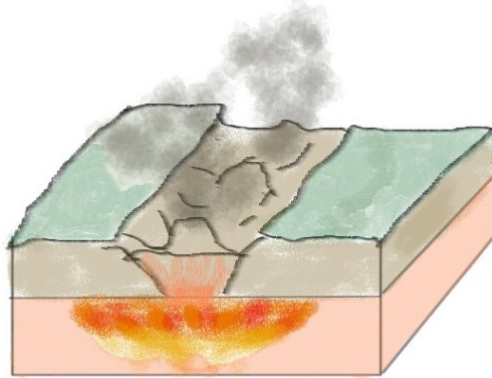
La distribución de las placas y, por tanto, de los continentes, ha cambiado a lo largo del tiempo, ya que pueden fragmentarse y unirse unos con otros. El **Ciclo de Wilson**, propuesto por Tuzo Wilson, nos explica de forma ordenada, el proceso de apertura y cierre de los océanos, y la fragmentación y posterior unión de los continentes, que provoca la formación de cordilleras, y resume todo lo que sucede sobre la litosfera en los bordes constructivos y destructivos.

1	FRAGMENTACIÓN CONTINENTAL
	
La dinámica de las placas genera tensiones que pueden hacer que una gran masa continental se fracture a lo largo de un eje y que las dos partes comiencen a separarse. El continente se fragmenta por acción de puntos calientes (inyección de magma desde el manto) que abomban y adelgazan la corteza hasta romperla.	

El Ciclo de Wilson

La distribución de las placas y, por tanto, de los continentes, ha cambiado a lo largo del tiempo, ya que pueden fragmentarse y unirse unos con otros. El **Ciclo de Wilson**, propuesto por Tuzo Wilson, nos explica de forma ordenada, el proceso de apertura y cierre de los océanos, y la fragmentación y posterior unión de los continentes, que provoca la formación de cordilleras, y resume todo lo que sucede sobre la litosfera en los bordes constructivos y destructivos.

2 FORMACIÓN DE UN RIFT INTRACONTINENTAL

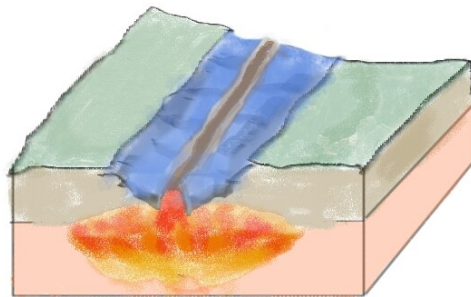


Si la separación de las placas continua, la corteza continental fracturada se desploma, originándose un **rift continental** (como el Rift africano). En la línea de fragmentación se empieza a formar litosfera oceánica (borde constructivo) que separa los fragmentos continentales. Si continúa la separación, el rift es invadido por el mar y se va transformando en una **dorsal oceánica**. Los continentes quedan separados por una pequeña cuenca oceánica (como el actual mar Rojo).

El Ciclo de Wilson

La distribución de las placas y, por tanto, de los continentes, ha cambiado a lo largo del tiempo, ya que pueden fragmentarse y unirse unos con otros. El **Ciclo de Wilson**, propuesto por Tuzo Wilson, nos explica de forma ordenada, el proceso de apertura y cierre de los océanos, y la fragmentación y posterior unión de los continentes, que provoca la formación de cordilleras, y resume todo lo que sucede sobre la litosfera en los bordes constructivos y destructivos.

3 FORMACIÓN DE UN OCÉANO EN EXPANSIÓN

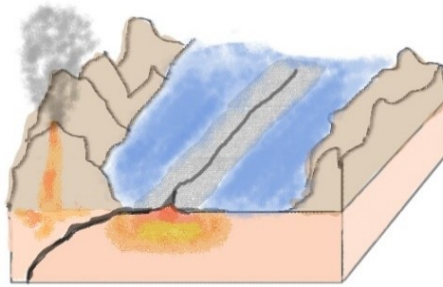


El proceso de separación continúa y las placas se van separando progresivamente entre los dos bordes continentales, en cuyos márgenes se produce sedimentación, aumentando la extensión del nuevo fondo oceánico. Entre las placas aparece una cuenca oceánica ancha, con una dorsal bien desarrollada (como el Océano Atlántico actual).

El Ciclo de Wilson

La distribución de las placas y, por tanto, de los continentes, ha cambiado a lo largo del tiempo, ya que pueden fragmentarse y unirse unos con otros. El **Ciclo de Wilson**, propuesto por Tuzo Wilson, nos explica de forma ordenada, el proceso de apertura y cierre de los océanos, y la fragmentación y posterior unión de los continentes, que provoca la formación de cordilleras, y resume todo lo que sucede sobre la litosfera en los bordes constructivos y destructivos.

4 REDUCCIÓN DEL OCÉANO



Cuando la cuenca oceánica alcanza cierto tamaño y es suficientemente antigua, los bordes de contacto con los fragmentos continentales se vuelven fríos y densos y comienzan a **subducir** (hundirse) debajo de la placa continental y se genera un borde de destrucción. En esta zona se origina una cadena montañosa que va bordeando al continente (**orógeno tipo andino**, como la cordillera de los Andes).

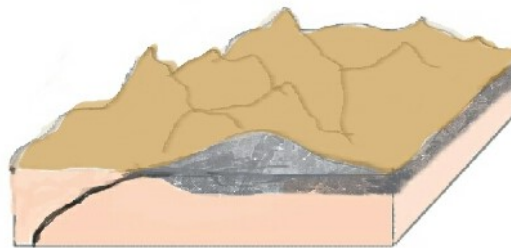
La corteza oceánica se desplaza desde el borde constructivo al de destrucción como una cinta transportadora, por lo que la cuenca oceánica deja de crecer (como el Océano Pacífico).

El Ciclo de Wilson

La distribución de las placas y, por tanto, de los continentes, ha cambiado a lo largo del tiempo, ya que pueden fragmentarse y unirse unos con otros. El **Ciclo de Wilson**, propuesto por Tuzo Wilson, nos explica de forma ordenada, el proceso de apertura y cierre de los océanos, y la fragmentación y posterior unión de los continentes, que provoca la formación de cordilleras, y resume todo lo que sucede sobre la litosfera en los bordes constructivos y destructivos.

5 COLISIÓN CONTINENTAL

Con la continuación de la **subducción** de la placa oceánica bajo la continental y con la existencia de otros bordes constructivos que pueden empujar a los fragmentos continentales en sentido contrario, la cuenca oceánica se va estrechando (como en el Mar Mediterráneo).



Finalmente, al desaparecer la cuenca oceánica las dos masas continentales chocan y se origina un continente único, un **supercontinente** (Pangea como lo llamó Wegener), y sobre la sutura que cierra el océano, sus rocas se pliegan, se fracturan y se elevan, originando una cordillera (**orógeno**, como la cordillera del Himalaya).

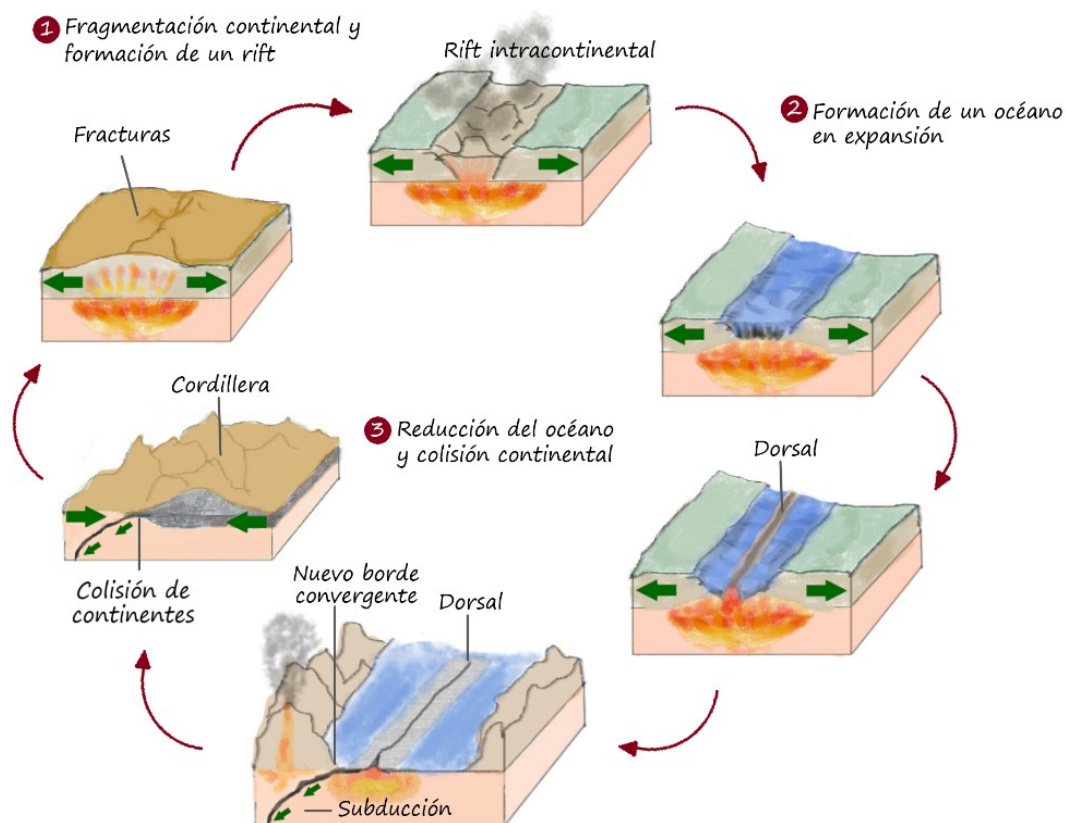
El Ciclo de Wilson

La distribución de las placas y, por tanto, de los continentes, ha cambiado a lo largo del tiempo, ya que pueden fragmentarse y unirse unos con otros. El **Ciclo de Wilson**, propuesto por Tuzo Wilson, nos explica de forma ordenada, el proceso de apertura y cierre de los océanos, y la fragmentación y posterior unión de los continentes, que provoca la formación de cordilleras, y resume todo lo que sucede sobre la litosfera en los bordes constructivos y destructivos.

6 VUELTA AL INICIO DEL CICLO

El movimiento de las placas litosféricas es capaz de abrir y cerrar completamente cuencas oceánicas. La apertura de los océanos y el proceso contrario, como la reunificación de los continentes para formar un supercontinente, ha ocurrido varias veces a lo largo de la historia de la Tierra. El supercontinente impide la liberación del calor interno, por lo que se fractura y comienza un nuevo ciclo.

Así pues, las masas continentales permanecen, se unen y se fragmentan en cada ciclo, mientras que las cuencas oceánicas se crean y se destruyen.



Anexo II: Exámenes

Examen final

Nombre: _____ Apellidos: _____

Curso: _____ Grupo: _____

Fecha: ____/____/____

Instrucciones:

Lee detenidamente las preguntas, no te pongas nervioso/a, ya has estudiado y puedes hacerlo perfectamente.

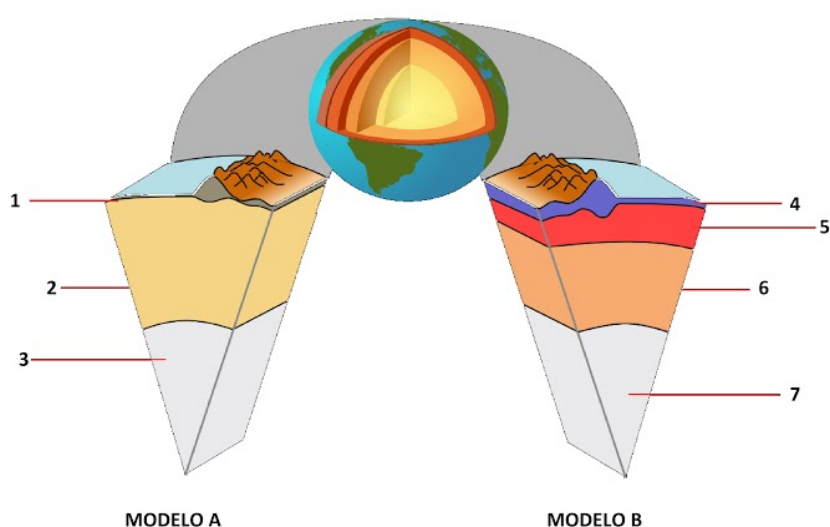
En las preguntas test, solo hay una respuesta válida, la cual debes marcar con una cruz. Si te equivocas, o bien puedes utilizar el tñpex, o bien rellenar del todo la casilla errñnea y marcar con una X la que creas correcta.

Las respuestas test correctas suman 0,5 puntos, y las incorrectas restan 0,25, por lo que, si dudas, mejor no contestes.

El tiempo para hacer la prueba escrita es de 60 minutos.

¡Ánimo y a por ello!

1. Las capas de la Geosfera. Relaciona el nombre de la capa de la Tierra a la que está señalando cada uno de los números. (0.7)



1:

2:

3:

4:

5:

6:

7:

1.1. En la imagen anterior, ¿A qué modelo corresponde el B? (0.3)

1.2. En qué se basa el modelo A (0.5):

- ☐ En las propiedades mecánicas de las capas
- ☐ En las propiedades físicas de las capas
- ☐ En las propiedades químicas de las capas

2. ¿El estudio de qué método ha dado mejores resultados para el estudio del interior de la Tierra? (0.5)

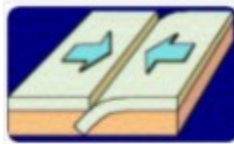
- ☐ Directo
- ☐ Indirecto, por medio de ondas sísmicas
- ☐ Por muestras de rocas
- ☐ Por datación

3. El manto es... (0.5)

- ☐ Rígido
- ☐ Plástico
- ☐ No se conoce
- ☐ Elástico

4. Escoge el tipo de límite convergente (0.5):

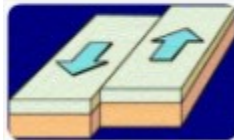
- ☐ Primera opción



- ☐ Segunda opción



- ☐ Tercera opción



5. Característico de los límites divergentes es (0.5):

- ☐ Vulcanismo y sismicidad
- ☐ Sólo sismicidad
- ☐ Sólo vulcanismo
- ☐ Carecen de sismicidad y vulcanismo

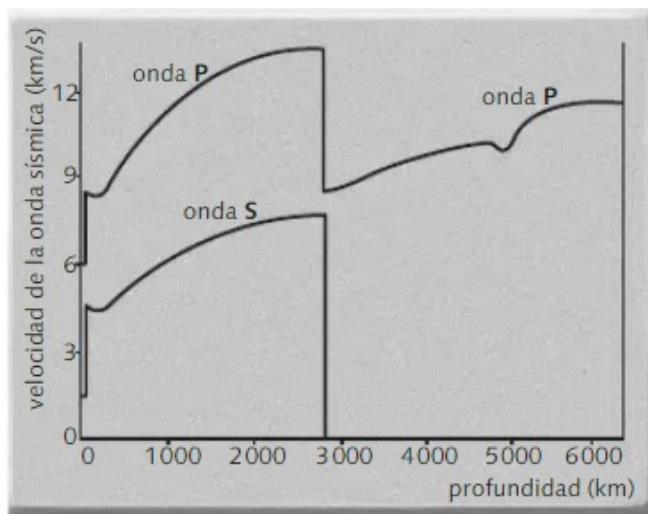
6. ¿Qué roca es la más abundante del manto? (0.5)

- ☐ Granito
- ☐ Peridotita
- ☐ Gabro

7. La litosfera se crea en (0.5)

- ☐ Las fosas
- ☐ En el Plano de Benioff
- ☐ Las dorsales
- ☐ La astenosfera

8. El estudio de las ondas sísmicas reveló la existencia de dos importantes discontinuidades: la de Gutenberg y la de Mohorovicic. Señálalas en el siguiente diagrama (0.5):



8.1. ¿Qué capas separan cada una de ellas? (0.25)

8.2. ¿A qué profundidad se encuentran? (0.25)

9. Causados por plumas ascendentes de material del manto (0.5)

- ☐ Perforación oceánica
- ☐ Puntos calientes
- ☐ Límite convergente
- ☐ Fosa oceánica

10. En los bordes divergentes... (0.5)

- ☐ Se destruye litosfera
- ☐ La temperatura es constante
- ☐ Se crea litosfera
- ☐ No se crea ni se destruye litosfera

11. A pesar de la expansión de los océanos, el área de la Tierra se mantiene constante (0.5)

- ☐ Verdadero
- ☐ Falso

12. ¿Qué fenómeno se produce en las fosas oceánicas? (0.5)

- ☐ La creación de litosfera
- ☐ El impacto de meteoritos
- ☐ La subducción
- ☐ La introducción de una placa menos densa bajo una más densa

13. Las rocas cercanas a las dorsales oceánicas son más antiguas que las que existen cerca de las fosas oceánicas (0.5)

- ☐ Verdadero
- ☐ Falso

14. En qué zonas se distribuyen la mayor parte de los volcanes y los terremotos (0.5)

- ☐ En los límites y bordes de las placas litosféricas
- ☐ En mitad de los continentes
- ☐ En los polos terrestres
- ☐ En el ecuador

15. ¿Cómo se denominan algunos grupos de islas en mitad de una placa oceánica? (0.5)

- ☐ Fallas transformantes
- ☐ Orógenos
- ☐ Corrientes de convección
- ☐ Fenómenos intraplaca

16. Las pruebas paleontológicas son una de las pruebas de la teoría de la deriva continental (0.5)

- ☐ Verdadero
- ☐ Falso

17. ¿Qué teorías existen sobre el motor de las placas? (0.5)

- ☐ Los puntos calientes y las corrientes de convección
- ☐ Las corrientes de convección y el motor de la zona de subducción
- ☐ La actividad intraplaca y el motor de la zona de subducción
- ☐ El motor de la zona de subducción y los puntos calientes

Examen de recuperación

Nombre: _____ Apellidos: _____

Curso: _____ Grupo: _____ Fecha: ____/____/____

Instrucciones:

Lee detenidamente las preguntas, no te pongas nervioso/a, ya has estudiado y puedes hacerlo perfectamente.

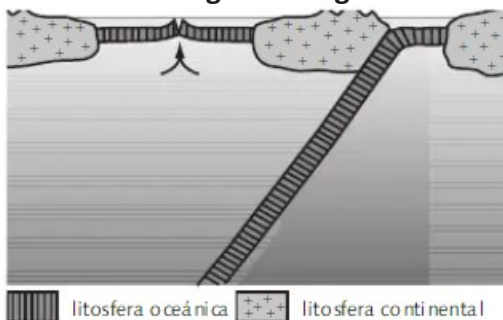
En las preguntas test, solo hay una respuesta válida, la cual debes marcar con una cruz. Si te equivocas, o bien puedes utilizar el lápiz, o bien rellenar del todo la casilla errónea y marcar con una X la que creas correcta.

Las respuestas test correctas suman 0,5 puntos, y las incorrectas restan 0,25, por lo que, si dudas, mejor no contestes.

El tiempo para hacer la prueba escrita es de 60 minutos.

¡Ánimo y a por ello!

1. Observa la siguiente figura:



1.1. ¿Cuántas placas observas? (0.25)

1.2. Nombra los tipos de bordes que aparecen. (0.5)

1.3. Indica con flechas el movimiento en cada borde. (0.5)

2. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones relacionadas con las ondas sísmicas es correcta? (0.5)

- ☐ Las ondas P no pueden atravesar líquidos
- ☐ Las ondas S no pueden atravesar líquidos
- ☐ Las ondas P son las más superficiales
- ☐ Las ondas superficiales atraviesan el interior de la Tierra

3. Las ondas responsables de la destrucción durante un terremoto son (0.5):

- ☐ Ondas primarias (P)
- ☐ Ondas secundarias (S)
- ☐ Ondas de Choque (C)
- ☐ Ondas superficiales (R y L)

4. La litosfera se encuentra conformada por (0.5):

- ☐ El manto inferior y el núcleo
- ☐ El manto superior y la corteza
- ☐ El manto
- ☐ La corteza

5. El núcleo interno es sólido y el externo fluido (0.5)

- ☐ Verdadero
- ☐ Falso

6. Los límites convergentes se caracterizan por (0.5):

- ☐ Vulcanismo y sismicidad
- ☐ Sólo sismicidad
- ☐ Sólo vulcanismo
- ☐ Carecen de sismicidad y vulcanismo

7. Los límites convergentes coinciden geográficamente con (0.5):

- ☐ Grandes cadenas marginales como los Andes
- ☐ Fosas oceánicas
- ☐ Arcos insulares
- ☐ Coinciden con los tres anteriores

8. ¿Cuál de las siguientes discontinuidades terrestres es la que separa el núcleo externo fundido del núcleo interno sólido? (0.5)

- ☐ Discontinuidad de Lehman
- ☐ Discontinuidad de Mohorovicic
- ☐ Discontinuidad de Gutenberg
- ☐ Discontinuidad de Repetti

9. En esta discontinuidad de Lehman, las ondas P presentan una velocidad... (0.5)

- ☐ Mayor
- ☐ Menor

10. Los límites divergentes se caracterizan por (0.5):

- ☐ Que los continentes se separan produciendo terremotos
- ☐ Las placas se aproximan
- ☐ Se separan dos placas permitiendo el ascenso de magmas
- ☐ Que las placas rozan lateralmente produciendo terremotos

11. El área de la Tierra varía al cerrarse y abrirse océanos (0.5)

- ☐ Verdadero
- ☐ Falso

12. Los límites convergentes en arcos insulares se caracterizan por (0.5):

- ☐ Litosfera oceánica subduce bajo litosfera continental
- ☐ Litosfera continental subduce bajo litosfera oceánica
- ☐ Litosfera continental subduce bajo litosfera continental
- ☐ Colisión continental

13. Las rocas cercanas a las fosas oceánicas son más antiguas que las que existen cerca de las dorsales oceánicas (0.5)

- ☐ Verdadero
- ☐ Falso

14. Los límites transformantes se caracterizan por (0.5)

- ☐ Vulcanismo y sismicidad
- ☐ Sólo sismicidad
- ☐ Sólo vulcanismo
- ☐ Carecen de sismicidad y vulcanismo

15. ¿Qué pruebas aportó Wegener? (0.5)

- ☐ Físicas, climáticas y paleontológicas
- ☐ Geográficas, litosféricas, climáticas, paleontológicas y biológicas
- ☐ Litosféricas y geográficas
- ☐ Geográficas, paleoclimáticas, paleontológicas y geológicas

16. ¿Cómo se llaman los ciclos de movimiento de los materiales del manto? (0.5)

- ☐ Corrientes de movimiento
- ☐ Corrientes de convección
- ☐ Ciclos de Wilson
- ☐ Placas litosféricas

17. Señala la respuesta incorrecta (0.5)

- ☐ Al alejarnos de la dorsal, la capa de sedimentos sobre ella disminuye
- ☐ El las fosas se hunde el fondo oceánico en el manto
- ☐ Los terremotos y los volcanes no se distribuyen homogéneamente
- ☐ Las dorsales están formadas por rocas volcánicas

18. ¿En qué se diferencian las teorías fijistas de las movilistas a la hora de explicar la dinámica terrestre? (0.25)

18.1. Menciona alguna prueba que apoye las últimas en contra de las primeras (0.25)

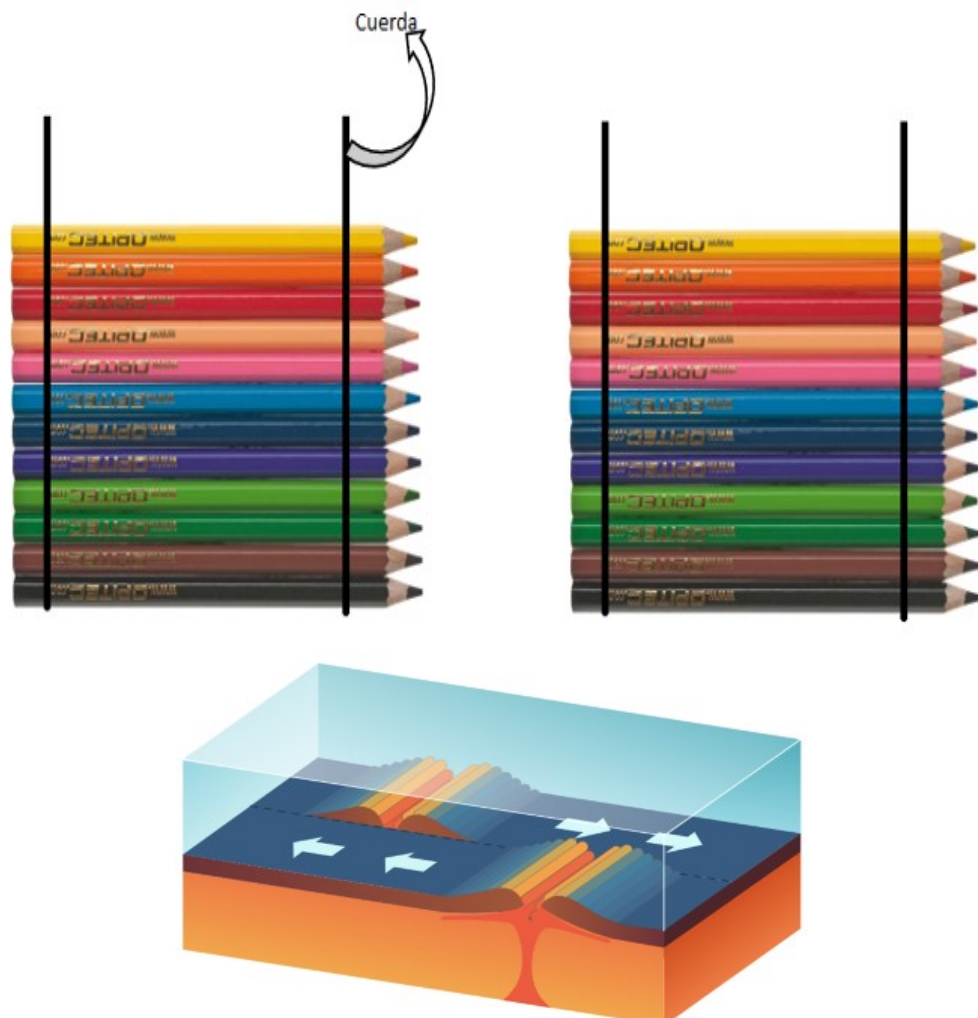
18.2. Cita las dos teorías movilistas tratadas en la unidad (0.25)

Anexo III: Maqueta

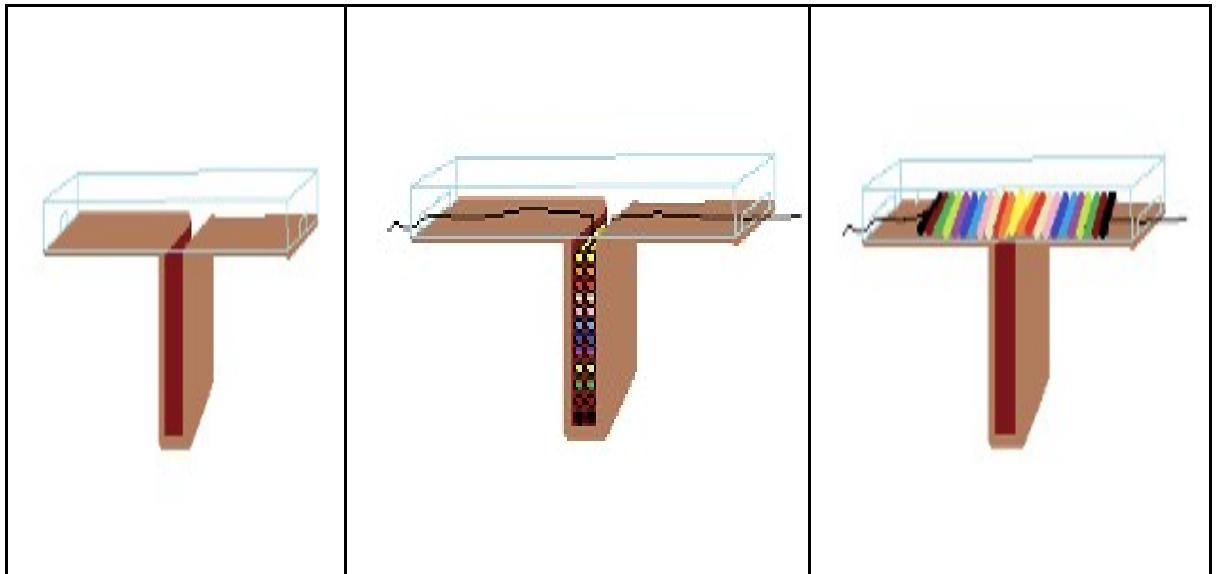
Recurso didáctico/práctico:

Materiales	Qué representa el material utilizado	Aclaraciones
Lápices de colores	Material fundido	El color dependerá de la antigüedad del mismo
Cartón	Dorsal oceánica, fondo oceánico, fosa oceánica, manto	
Hilo	Motor de la tectónica de placas	

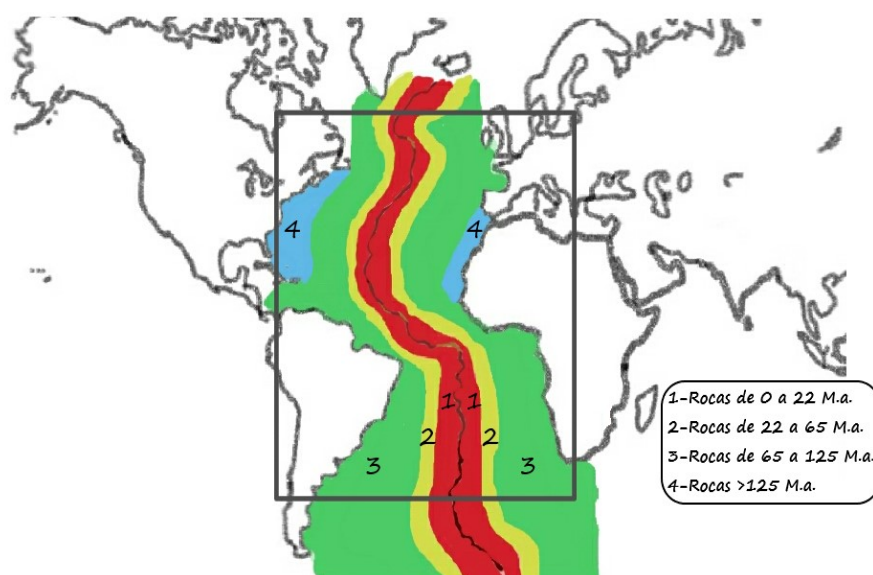
Para representar los materiales que salen del manto por la dorsal oceánica, se ha propuesto hacer una ristra de lápices de colores unidos por una cuerda o hilo, a modo de persiana, para que se pueda tirar de ellos y representar cómo van saliendo desde el manto hasta el fondo oceánico. Es importante que las dos ristras de lápices sean iguales y tengan el mismo orden de colores, con la finalidad de representar la simetría a ambos lados de la dorsal oceánica.



Una vez hechas las dos ristas de lápices, se necesita un cartón para realizar la siguiente forma a modo de “T”, la cual representa las profundidades del manto y el propio fondo oceánico. Si no se realiza esto, otra posibilidad más sencilla es unir dos pupitres y usar las mesas como fondo oceánico y el hueco de unión de las dos como manto, por donde poder ir arrastrando los lápices.



Los colores representan un material de diferente edad, y lo que se pretende mostrar es la simetría a ambos lados de las dorsales oceánicas de los materiales, una prueba de la creación de litosfera oceánica, y de destrucción de la misma en las fosas, en el borde de los continentes. Esto también muestra cómo los materiales son más jóvenes en su salida de las dorsales, y más antiguos a la hora de la subducción en las fosas oceánicas, tal y como muestra la siguiente figura, ya expuesta previamente en la parte epistemológica del presente trabajo:



Anexo IV: Rúbricas y documento de autoevaluación y coevaluación.

Tabla 19. Rúbrica de evaluación de la actitud y participación en clase

Ítems	Mejorable (1-4)	Suficiente (5-6)	Notable (7-8)	Sobresaliente (9-10)	Peso
Participación en clase	Se mantiene al margen y no interviene, aunque se solicite su participación	Es necesario requerir su participación para realizar aportaciones	A menudo interviene y aporta nuevas ideas durante las clases	Interviene y aporta ideas activamente y de forma constante	20 %
Respeto de turnos	No suele respetar el turno de palabra en las sesiones de clase	Le cuesta respetar el turno de palabra en las sesiones de clase	A veces respeta el turno de palabra en las sesiones de clase	Siempre respeta el turno de palabra en las sesiones de clase	20 %
Compañerismo	Rara vez respeta las opiniones ajenas. No se muestra colaborativo en las tareas colectivas	A veces impone sus ideas y respeta las opiniones ajenas. No siempre se muestra colaborativo en las tareas colectivas	No impone sus ideas y respeta siempre las opiniones ajenas. A menudo se muestra colaborativo para cualquier tarea colectiva	No impone sus ideas y respeta siempre las opiniones ajenas. Siempre se muestra colaborativo en tareas colectivas	20 %
Trabajo diario	Necesita una supervisión para presentar las tareas a tiempo y de forma legible y ordenada	A veces presenta sus tareas a tiempo, de manera legible y ordenada	Presenta sus tareas a tiempo, de manera ordenada, legible, con alguna ayuda	Presenta sus tareas a tiempo, de manera ordenada, legible y autónoma	20 %
Comportamiento durante las clases	Mantiene habitualmente una actitud poco respetuosa y responsable, con dificultades para comprometerse	A veces mantiene una actitud respetuosa y responsable, razonando el sentido del compromiso respecto a la clase	Generalmente mantiene una actitud respetuosa y responsable, razonando el sentido del compromiso respecto a la clase	Mantiene siempre una actitud respetuosa y responsable, razonando el sentido del compromiso respecto a la clase	20 %

Tabla 20. Rúbrica de la Caza del tesoro.

Ítems	Mejorable (1-4)	Suficiente (5-6)	Notable (7-8)	Sobresaliente (9-10)	Peso
Seguimiento de instrucciones	No evidencia de seguimiento de instrucciones	El seguimiento de instrucciones no es riguroso puesto que se ha demorado en la culminación de la caza	Evidencia el seguimiento de instrucciones, pero no la realiza con mucha efectividad	Sigue la secuencia de la Caza del Tesoro realizándola con efectividad y en el menor tiempo	10 %
Coherencia de las respuestas	No se entiende el contenido de las respuestas	Las respuestas se entienden, pero con dificultad a causa de falta de coherencia	Las respuestas se entienden, pero algunas presentan falta de coherencia	Las ideas se exponen de manera lógica y coherente	30 %
Uso de recursos	No hay evidencia del uso de recursos.	No suele utilizar la variedad de recursos con los que cuenta	Se tiene en cuenta los recursos aportados, pero en algunas respuestas se aleja de lo facilitado	Aprovecha al máximo los recursos ofrecidos	20 %
Respuesta a la gran pregunta	No hay evidencia de comprensión puesto que la respuesta no alcanza las expectativas	Se observa poca habilidad de comprensión y análisis	La respuesta a la gran pregunta demuestra comprensión, pero no es completa	Su aporte a la gran pregunta evidencia comprensión y está completa	20 %
Ortografía	Presenta muchos errores de ortografía	Presenta entre 5 y 10 errores de ortografía.	Presenta no más de 5 errores de ortografía	Es cuidadoso en la redacción. No hay errores de ortografía	10 %
Puesta en común	Se mantiene al margen y no interviene a pesar de solicitar su participación	Es necesario requerir su participación para realizar aportaciones	Ha intervenido al menos una vez aportando información coherente	Interviene de forma asidua aportando información coherente	10

Tabla 21. Rúbrica para el Interrail Exprés.

Ítems	Mejorable (1-4)	Suficiente (5-6)	Notable (7-8)	Sobresaliente (9-10)	Peso
Contenido escrito	No contesta la mayor parte de la información requerida y gran parte de la que contesta es errónea	Aporta una mínima parte de la información, correcta, pero gran parte la deja en blanco	Aporta la información requerida, pero parte de ella errónea	Aporta toda la información requerida correctamente	40%
Contenido de imágenes	No añade ninguna imagen	La mayoría de las imágenes no corresponden con el lugar al que se hace alusión	Algunas imágenes no corresponden con el lugar escogido	Las imágenes son perfectamente identificativas del lugar	20%
Lugares escogidos	Ha escogido lugares que no vienen en la lista o ha escogido menos de 3 lugares	Ha aportado información solo de 3 lugares	Ha escogido y aportado información de 4 lugares	Ha escogido 5 lugares diferentes recogidos en la lista	20%
Presentación	La presentación es deficiente	La presentación es poco cuidadosa	La presentación es de calidad, pero mejorable	La presentación es excelente	10%
Ortografía	Los errores de ortografía hacen que las respuestas sean difíciles de comprender	Presenta entre 5 y 10 errores de ortografía	Presenta no más de 5 errores de ortografía	Es cuidadoso en la redacción. No hay errores de ortografía	10 %

Tabla 22. Rúbrica de la tarea Puzle: El Ciclo de Wilson.

Ítems	Mejorable (1-4)	Suficiente (5-6)	Notable (7-8)	Sobresaliente (9-10)	Peso
Responsabilidad	No ha hecho nada	Ha hecho menos de lo que debía hacer	Ha hecho casi todo lo que tenía que hacer	Ha realizado todo lo que tenía que hacer	10%
Escucha	No deja escuchar a los demás.	Interrumpe a los compañeros.	Escucha a los demás, pero interrumpe a veces.	Ha escuchado y respetado las opiniones de los demás	10%
Conocimiento del tema	No demuestra a penas conocimiento del tema	Demuestra parte del conocimiento del tema	Demuestra un buen conocimiento del tema	Demuestra un total conocimiento del tema	20%
Participación	Se mantiene al margen y no interviene a pesar de solicitar su participación	Es necesario requerir su participación para realizar aportaciones	Ha intervenido al menos una vez en la puesta en común aportando información coherente	Interviene de forma asidua aportando información coherente	20%
Trabajo en equipo	No forma parte o forma parte de las dinámicas establecidas por el grupo con la ayuda del docente	Forma parte de las dinámicas establecidas por el grupo, y realiza alguna propuesta para mejorar el aprendizaje cooperativo	Forma parte de las dinámicas establecidas por el grupo, generando propuestas que mejoran el aprendizaje cooperativo.	Forma parte activa de las dinámicas establecidas por el grupo, generando propuestas que mejoran el aprendizaje cooperativo	20%
Organización del tema	La información se muestra inconexa y desorganizada	La información no se muestra de una forma totalmente clara	La información se muestra clara y ordenada	La información se muestra de forma clara y bien conectada	20%

En esta actividad, un 2/10 se consigue con la entrega del documento de autoevaluación y coevaluación entregado de forma individual. El alumno que la entregue completada conseguirá ese 2/10 mientras que, si no la entrega, perderá esa puntuación.

AUTOEVALUACIÓN Y COEVALUACIÓN (puntuar del 0 a 10 cada ítem)

	Nombre de los miembros del grupo				
Es responsable a la hora de comprender la fase del Ciclo asignada					
Participa en las discusiones de grupo aportando ideas, clarificando...					
Escucha activamente a los demás					
Acepta las opiniones de los miembros del grupo					
Es respetuoso y no entorpece el trabajo del grupo					
Anima, apoya y felicita al resto de los compañeros					

- ¿Qué he aportado al grupo?
- ¿Qué errores he cometido?
- ¿Qué errores hemos cometido como grupo?
- ¿Qué pediría a los miembros del grupo del próximo trabajo?