



Universidad de Jaén
Centro de Estudios de Postgrado

Trabajo Fin de Máster

**“AL BORDE DE LAS
PLACAS TECTÓNICAS”**

Alumno/a: Muñoz Campaña, Antonio

Tutor/a: Prof. D. Mario Sánchez Gómez
Dpto: Geología

ÍNDICE

RESUMEN.....	4
PALABRAS CLAVE.....	4
ABSTRACT.....	4
KEYWORDS.....	4
1. INTRODUCCIÓN.....	5
2. FUNDAMENTACIÓN EPISTEMOLÓGICA.....	6
2.1. La deriva continental.....	7
2.2 La estructura y la dinámica de la Tierra.....	10
2.3 La teoría de la tectónica de placas.....	13
2.3.1. Las placas litosféricas.....	13
2.3.2. Los bordes de las placas litosféricas.....	14
2.3.3. Ciclo de Wilson o ciclo supercontinental.....	15
2.4. El motor de las placas litosféricas.....	16
2.4.1. Teorías pasivas.....	17
2.4.2. Teorías activas.....	17
2.5. Terremotos.....	19
3. METODOLOGÍA.....	20
3.1. Aprendizaje cooperativo.....	21
3.2. Aprendizaje activo.....	22
3.3. Aprendizaje basado en proyectos.....	22
4. PROYECCIÓN DIDÁCTICA.....	23
4.1 Introducción.....	23
4.2 Contextualización.....	23
4.2.1 Centro.....	23
4.2.2 Alumnado.....	25
4.2.3 Legislación.....	26
4.2.4 Programación anual y temporalización de la materia.....	27
4.3. Justificación.....	29
4.4. Descripción del producto final.....	30
4.5. Concreción curricular.....	31
4.5.1. Competencias clave.....	31
4.5.2. Competencias específicas.....	32
4.5.3. Descriptores del Perfil de salida.....	32
4.5.4. Criterios de evaluación.....	33
4.5.5. Saberes básicos.....	34
4.6. Transposición didáctica.....	35
4.7. Atención educativa a la diversidad.....	40
4.8. Evaluación del aprendizaje.....	43

4.8.1. Evaluación del alumnado.....	43
4.8.2. Evaluación de la situación de aprendizaje y del docente.....	46
4.9. Elementos curriculares complementarios.....	48
4.10. Innovación.....	49
5. CONCLUSIÓN.....	49
BIBLIOGRAFÍA.....	49
ANEXOS.....	52
ANEXO I.....	53
ANEXO II.....	53
ANEXO IV.....	58

RESUMEN

En este trabajo se expone la situación de aprendizaje “Al borde de las placas” para primero de bachillerato de la materia Biología, Geología y Ciencias Ambientales con la que se pretende familiarizar al alumnado en conceptos de geología para una

asimilación más eficiente de saberes. Es importante motivar al alumnado y crear un buen clima de trabajo para una correcta alfabetización en ciencias y una buena educación en valores para desarrollarlos como unos ciudadanos más beneficiosos para la sociedad.

Se ha elaborado una situación de aprendizaje basada en proyectos, donde los estudiantes investigan aspectos relacionados con la geología, recopilan datos, razonan cómo abordar problemas y presentan sus conclusiones como método de obtención conocimientos y habilidades que se consideran imprescindibles para que puedan avanzar con garantías de éxito en su recorrido formativo, favoreciendo un entorno de aprendizaje cooperativo, que fomente el respeto, la colaboración y la conexión con el mundo real.

PALABRAS CLAVE

Tectónica de placas, Aprendizaje basado en proyectos, Situación de aprendizaje, 1º de bachillerato.

ABSTRACT

In this work is presented the learning situation “On the edge of the plates” for the first year of high school in the subject Biology, Geology and Environmental Sciences with which it is intended to familiarize students with geology concepts for a more efficient assimilation of knowledge. It is important to motivate students and create a good work environment for correct literacy in science and a good education in values is highlighted to develop them as more beneficial citizens for society.

A project-based learning situation has been developed, where students investigate aspects related to geology, collect data, reason how to approach problems and present their conclusions as a method of obtaining knowledge and skills that are considered essential so that they can advance with guarantees of success in their educational journey, promoting an cooperative learning environment that promotes respect, collaboration and connection with the real world.

KEYWORDS

Plate tectonics, Project-based learning, Learning situation, 1st year of high school.

1. INTRODUCCIÓN

El estudio de la ciencia, en todas sus formas y ramificaciones, ha sido de suma importancia a lo largo de toda la historia. La comprensión del mundo que nos rodea y conocer los fenómenos naturales ha cumplido un papel fundamental en el desarrollo de la humanidad, tanto en el avance de los conocimientos como en la mejora de

nuestra calidad de vida, por ello el desarrollo de la alfabetización científica es un objetivo común de los planes de estudios de educación científica en todo el mundo. Los informes de política internacional (por ejemplo, Eurydice Network 2011; National Research Council 2012) señalan lo fundamental de que la población esté alfabetizada científicamente y el papel significativo que cumple la ciencia escolar a la hora de otorgar a los niños los conocimientos y habilidades imprescindibles para afrontar y dar sentido a las cuestiones socio-científicas que encontrarán como ciudadanos en sus vidas cotidianas.

La ciencia no es atractiva para toda la población y es una cuestión que debemos resolver urgentemente. De todas las ciencias, la geología es la gran infravalorada e incluso olvidada en muchas ocasiones. Este desprestigio que padece la geología no tiene sentido sabiendo que es la ciencia que estudia la composición, la estructura, los procesos y la historia del desarrollo de nuestro planeta, la Tierra. A través de la geología, hemos obtenido conocimientos cruciales sobre la formación de nuestro planeta, los recursos naturales que contiene y los procesos geológicos que han dado forma al paisaje y a la vida en la Tierra.

La visión negativa que la población tiene sobre la geología, incluídos muchos científicos de otras especialidades y docentes de todo tipo, muy posiblemente tenga relación con el gran analfabetismo que tiene la población española en cuanto a conocimientos científicos. Según la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT, 2022):

- El 9,3% de los ciudadanos creen que el Sol gira alrededor de la tierra.
- El 14,7% de los ciudadanos piensan que los primeros humanos coincidieron en la misma época que los dinosaurios.
- El 5,8% de los ciudadanos piensan que el principal responsable del cambio climático no son las actividades humanas. El 25,8% piensa que los procesos naturales y la actividad humana afectan por igual al cambio climático.

Y aunque no he encontrado datos oficiales, son muchos los que por redes sociales comparten y defienden ideas erróneas como la tierra plana, la tierra hueca y otras teorías conspiranoicas por no tener un conocimiento científico base.

Si queremos indagar de dónde viene este desconocimiento e incluso aversión hacia la geología, quizás deberíamos retroceder hasta la educación secundaria. Las asignaturas de Biología, Geología y Ciencias Ambientales contienen una valiosa y extensa información, y muchas veces los docentes se ven apurados para impartir todos estos conocimientos en un horario tan limitado. En segundo de educación secundaria obligatoria (E.S.O.) se tiene el peor escenario, sólo tienen 2 horas lectivas a la semana. Ya sea por falta de tiempo o una mala planificación, los docentes suelen sacrificar la parte de geología para poder impartir correctamente el material de biología, como si

fuera más necesario, cuando ambas ciencias son iguales en importancia. Para muchas personas, las enseñanzas de geología que les son impartidas en la E.S.O. serán las únicas que recibirán en su vida, ya sea porque abandonen los estudios a una edad temprana o por la especialización en otros campos como ciencias sociales, humanidades y artes.

Esta situación de aprendizaje ha sido pensada y planificada para intentar aportar soluciones estos problemas en la medida que sea posible, ya que toda persona debería tener unos conocimientos básicos acerca de cómo funciona el planeta donde habita, pero los conocimientos científicos van aumentando exponencialmente a medida que avanzan las investigaciones, lo que complica a los docentes la selección de lo que se denominaría “nociones básicas” y articularlas de forma que faciliten una visión global. Una vez seleccionado ese conocimiento estándar que toda persona debe tener, es vital impartir esos conocimientos de modo que sean aplicables a situaciones reales y que tengan interés social, esto vuelve aún más complejo el papel de los maestros y profesores en la sociedad. Por suerte casi la totalidad de las sociedades científicas y las organizaciones españolas con alguna relación con la geología han confeccionado una propuesta curricular denominada “Alfabetización en ciencias de la Tierra” (Pedrinaci, 2016). El objetivo de dicha propuesta es aumentar la tasa de ciudadanos alfabetizados en ciencias de la Tierra y para ello se debe conseguir que la población:

- Entienda cómo funciona la Tierra y sepa utilizar ese conocimiento por ejemplo para explicar la distribución de terremotos y volcanes, los rasgos del relieve o las actividades humanas que puedan generar potencialmente cambios globales.
- Tenga una perspectiva temporal sobre los cambios que han afectado al globo terrestre en el pasado y los seres vivos que lo han habitado, de forma que se pueda interpretar de forma más correcta el presente.
- Comprenda las principales relaciones entre la humanidad y el planeta, así como los riesgos naturales que puedan tener un impacto en nuestra vida, nuestra dependencia de los recursos y la importancia de fomentar su uso sostenible.
- Tenga la capacidad de buscar y elegir información pertinente sobre diversos procesos que alteran a la Tierra. Además, que sean capaces de plantear preguntas adecuadas acerca de estos procesos, evaluar si ciertas evidencias respaldan una conclusión o no, y llevar a cabo análisis basados en la información disponible.
- Posea conocimientos acerca de los principios geológicos fundamentales y las técnicas comunes y básicas utilizadas en la geología como muestreo y análisis de suelo, cartografía del terreno, etc. También que reconozcan la relevancia de estos conocimientos en la construcción del entendimiento científico acerca de la Tierra.

Para conseguir que los alumnos adquirieran estas capacidades y un grado superior de alfabetización científica, se han explorado una serie de metodologías con una mayor tasa de efectividad y entre ellas la más atractiva ha sido la denominada “aprendizaje basado en proyectos” (ABP), aunque también tiene elementos del “aprendizaje activo” y el “aprendizaje cooperativo”, y se han aplicado en esta situación de aprendizaje.

2. FUNDAMENTACIÓN EPISTEMOLÓGICA

A día de hoy, sabemos que nuestro planeta está en un continuo cambio que afecta tanto a los continentes como a los océanos, pero esta idea lleva relativamente poco tiempo entre la comunidad científica. Hace poco más de 100 años predominaban las ideas fijistas, que explicaban que la forma actual del relieve terrestre se había producido en la formación del planeta mediante movimientos orogénicos ascendentes. Esto quizás explicaría de forma burda la formación de montañas pero no el hecho de que hallan fósiles marinos en sus materiales, especialmente cuando la distancia al mar es muy elevada. A comienzos del siglo XX empezaron a ver la luz las teorías geológicas movilizadas, las cuales explicaban que la Tierra es un planeta bastante más dinámico de lo que se suponía con anterioridad. Estas teorías fueron aportadas por numerosos autores como Frank Taylor, geólogo, y especialmente por Alfred Wegener, meteorólogo y geofísico. Este último proporcionó diversas pruebas a las ideas movilizadas para desarrollar su teoría de la deriva continental.

2.1. La deriva continental

Desde 1912 y hasta la década de los 60 estuvo vigente la teoría de la Deriva Continental de Alfred Wegener, la cual explica, con detalladas evidencias, que los continentes estuvieron juntos componiendo un único supercontinente llamado Pangea hace alrededor de 200 millones de años (Wegener 1912, Hallam, 1972). El primer argumento que sostiene la deriva continental son las pruebas geográficas, las cuales exponen que los continentes actuales parecen encajar como si de un puzzle se tratara, como por ejemplo el continente africano y sudamericano, actualmente separados por el océano Atlántico. Esta coincidencia entre continentes es aún mayor si en vez de fijarnos en la costa nos fijamos a nivel de plataforma continental, la parte del continente bajo el nivel del mar, y las imperfecciones que no encajen se explican por los procesos erosivos que han actuado a lo largo del tiempo. El segundo argumento consiste en evidencias geológicas: además de que los continentes encajan, al unirlos de forma esquemática Wegener observó que diversas estructuras geológicas tienen continuidad estructural con materiales que tienen composiciones químicas y tiempos de formación geológicos semejantes. La tercera evidencia fueron las pruebas paleoclimáticas: se encontraron depósitos de sedimentos de tillitas en África,

Sudamérica, India, Australia y Antártida formados en climas glaciares. Estas tillitas formaron parte de un único casquete polar en Pangea y se formaron hace 300 millones de años. Y el cuarto y último argumento fue paleontológico: al estudiar la localización de fósiles de diferentes especies ya extintas Wegener observó la presencia de diferentes especies terrestres, como por ejemplo el *Mesosaurus*, en zonas continentales muy alejadas y además separadas actualmente por océanos. Estas localizaciones de fósiles sólo se podrían explicar si los continentes hubieran estado unidos en el período de tiempo en el que esas especies habitaron la superficie terrestre.

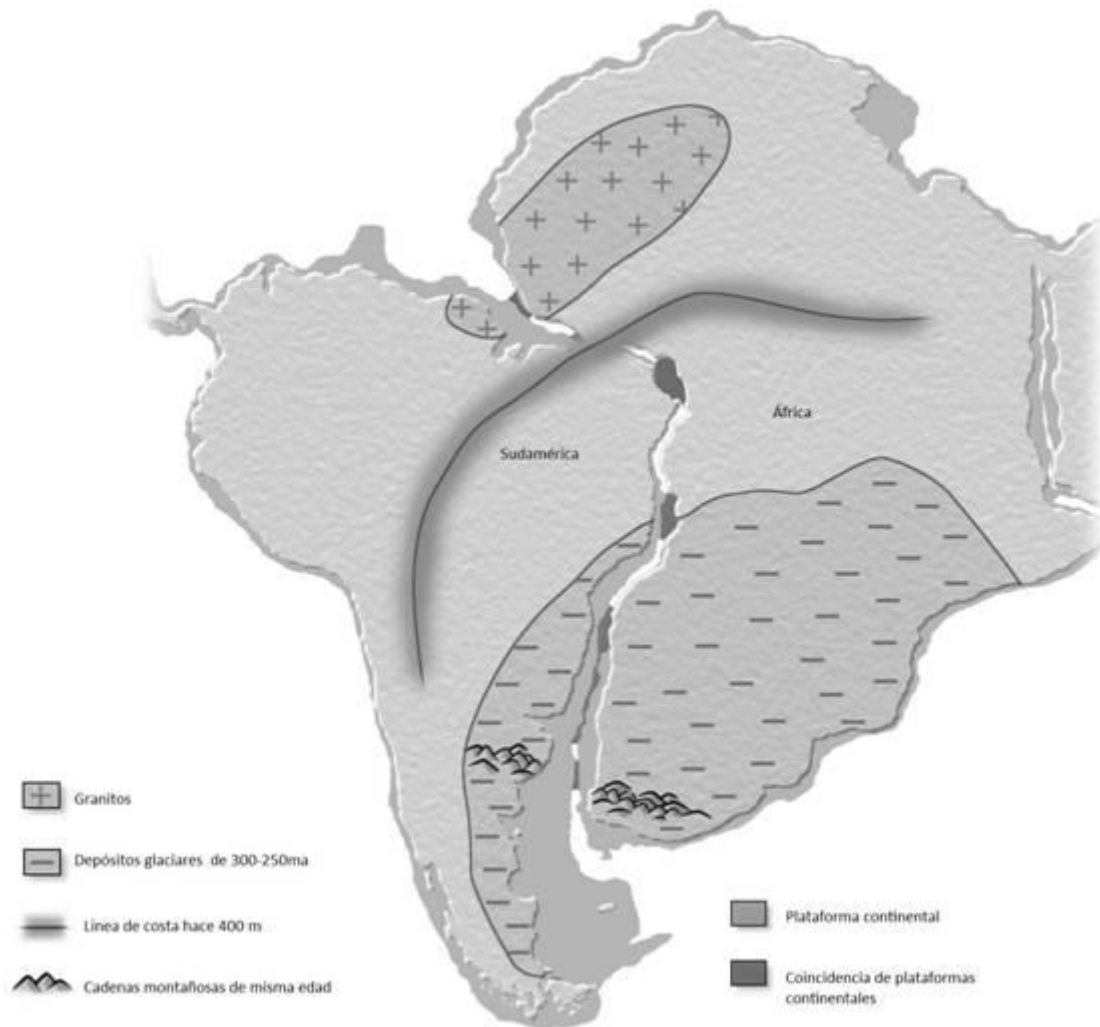


Figura 1. Pruebas geográficas y geológicas. Formaciones geológicas de granitos, antiguas líneas de costa y diversas formaciones geológicas continúan de un continente a otro.

ARGOS, Revista de Ciencia y Tecnología del IES Alpajes.

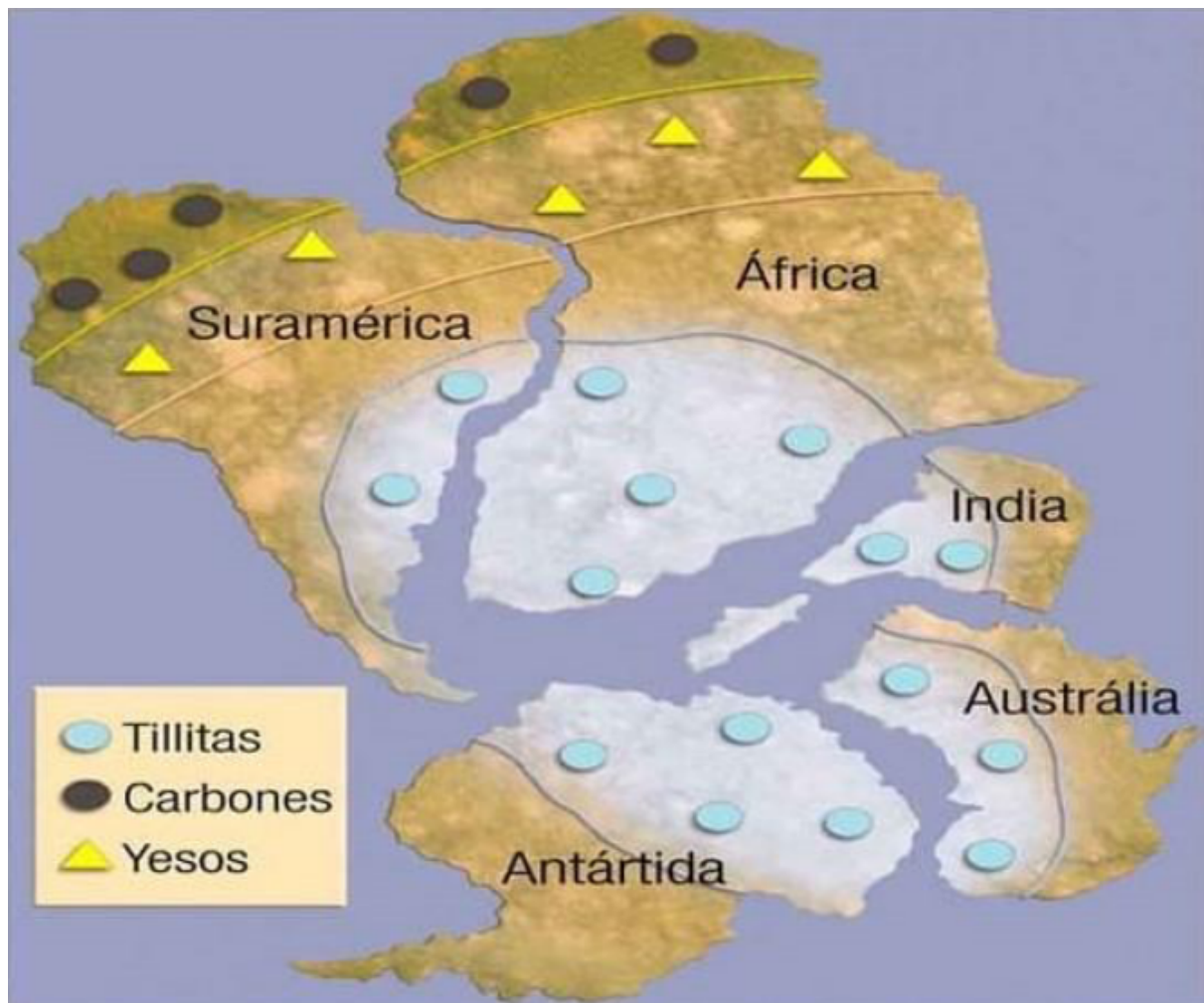


Figura 2. Pruebas paleoclimáticas. La existencia de tillitas, rocas sedimentarias de origen glaciar, en diferentes continentes y en zonas tan concretas indica que estuvieron unidos en tiempos anteriores.

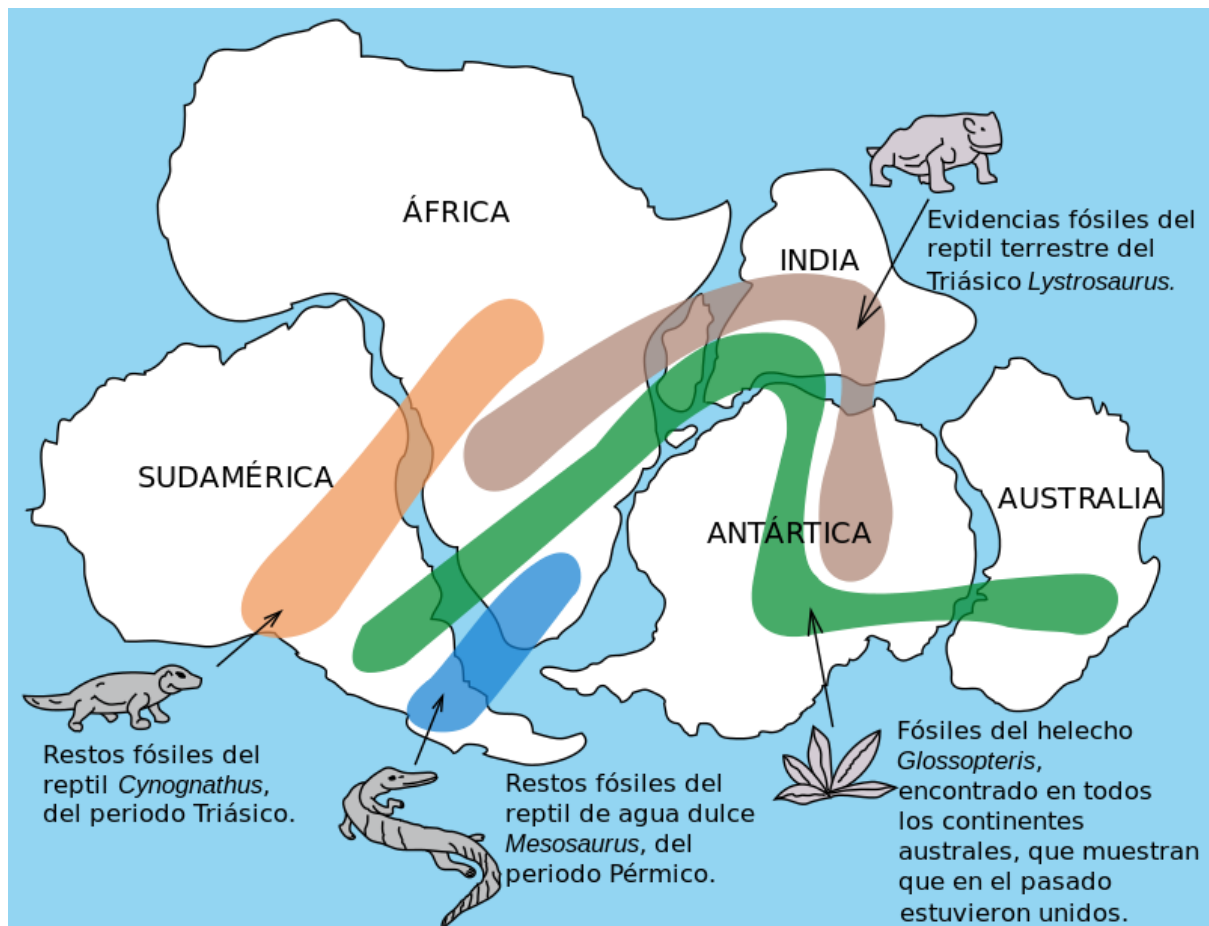


Figura 3. Pruebas paleontológicas. Fósiles de diferentes especies terrestres han sido encontrados a lo largo de diferentes continentes, algo sólo explicable si éstos hubieran estado unidos cuando estas especies vivieron.

La aparición de la teoría de la deriva continental fue el punto de inflexión en la historia que provocó la aparición de la tectónica de placas. El primer paso fue comprender cómo se separaban los continentes, los avances tecnológicos, como el sónar, posibilitaron el estudio minucioso de los fondos oceánicos y así se descubrieron unas enormes cordilleras de origen volcánico presentes en el centro del fondo oceánico atlántico con una elevación de 2 a 3 kilómetros que denominaron las dorsales oceánicas (Molengraaf, 1928). El hecho de que estas dorsales se encontraran en el centro de los océanos, la gran cantidad de fenómenos sísmicos que ocurren en ellas y que se van atenuando a medida que nos alejamos de las dorsales y que apenas hay sedimentos en la dorsal y aumentan a medida que nos alejamos de ella, fueron pruebas que indican que las dorsales eran el lugar por donde crecían los océanos y lo que provocaba la separación de los continentes.

2.2 La estructura y la dinámica de la Tierra

La tectónica de placas, teoría que desde su origen en 1968 y que sigue desarrollándose en la actualidad, ha logrado ofrecer una explicación clara y comprensible acerca de la dinámica estructural y cómo se mueve la capa externa de la Tierra más conocida como litosfera. Esta teoría proporciona una perspectiva global de nuestro planeta y posibilita la comprensión de diversos aspectos, como la actividad de los volcanes y terremotos, la configuración del terreno, la formación de rocas y su transformación, la distribución de estructuras geológicas, así como cambios importantes en el nivel del mar y el clima (Alfaro et al., 2019).

Para comprender la tectónica de placas primero hay que conocer el interior de la Tierra. La geosfera, que es la totalidad de la composición mineral de nuestro planeta desde su centro hasta la superficie, está constituida por una serie de capas concéntricas con diferente composición química, densidad y dinámica (ver Figura 4). La estructura del interior de la Tierra se puede zonificar de dos formas, por su composición química y mineralógica que nos reflejaría el modelo estático o según sus propiedades físicas (como la densidad, velocidad de propagación de las ondas sísmicas P y S y temperatura) que daría el modelo dinámico (Cardarelli, 2008).

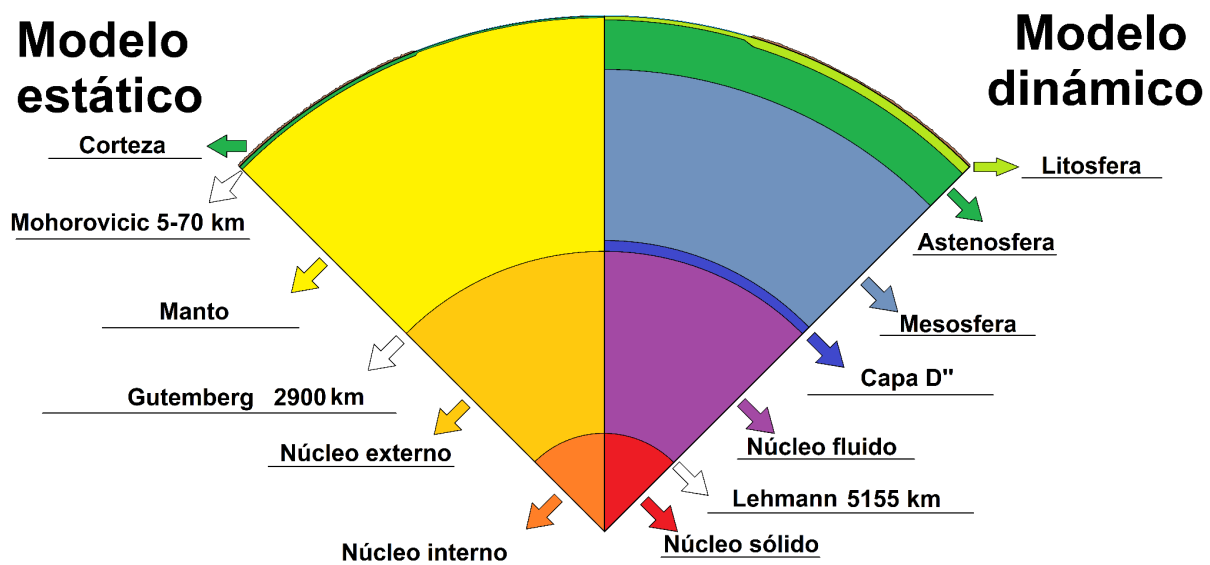


Figura 4. Capas internas de la Tierra. Realización propia a partir de múltiples fuentes.

El modelo estático plantea la estratificación de la geosfera mediante la composición química de las rocas y determina tres capas principales: la corteza, el manto y el núcleo (Cardarelli, 2008).

- **Corteza:** la corteza terrestre es la capa más superficial de la Tierra. Se extiende hasta la discontinuidad de Mohorovicic. Es una capa formada por rocas ligeras y su grosor varía entre los 6 y los 70 kilómetros. Hay dos tipos de corteza, la continental y la oceánica.

La corteza continental es la que forman los continentes hasta las plataformas continentales sumergidas. Tienen un espesor entre 25 y 70 km. Su densidad es baja, $2,7 \text{ g/cm}^3$. Está formada por granito y otras rocas magmáticas de carácter ácido, ricas en minerales silicatos, rocas metamórficas y rocas sedimentarias. En este tipo de corteza hay dos tipos: los orógenos, zonas más modernas, geológicamente activas, donde se dan procesos tectónicos y magmáticos, y los cratones, regiones más antiguas, tectónicamente consolidadas.

La corteza oceánica está bajo la superficie oceánica exceptuando las plataformas continentales y su grosor oscila entre 5 y 10 km. Su densidad es de unos 3 g/cm^3 , algo mayor que la de la corteza continental. Está formada por rocas volcánicas de carácter básico y son más jóvenes que las de la corteza continental. Este tipo de corteza está formada por dos capas: una capa superficial, formada por basaltos, sobre los que pueden aparecer sedimentos, y una capa profunda, formada por gabros.

- La discontinuidad de Mohorovicic se localiza a unos 50 km de profundidad media (70 kilómetros bajo grandes cordilleras y entre 5 y 10 km en los fondos oceánicos). Las ondas sísmicas aumentan su velocidad al atravesarla, lo que indica que los materiales son más densos debajo de esta discontinuidad.
- Manto: el manto terrestre es la capa intermedia de la Tierra. La región que abarca esta capa comienza en la discontinuidad de Mohorovicic y alcanza hasta la de Gutenberg, a los 2900 km de profundidad. El manto es la capa que ocupa mayor volumen en la geosfera. Está formado por rocas más densas que las que encontramos en la corteza, fundamentalmente peridotitas, rocas magmáticas plutónicas, ricas en olivino y piroxenos. La densidad del manto varía con la profundidad entre $3,3 \text{ g/cm}^3$ y $5,5 \text{ g/cm}^3$. Esto se debe a que al aumentar la profundidad también aumenta la presión, lo que obliga a los minerales a aproximarse y formar estructuras más densas.
- La discontinuidad de Gutenberg: se localiza a 2900 km de profundidad. En ella, las ondas P disminuyen su velocidad de forma brusca, mientras que las ondas S dejan de propagarse. Estos cambios indican la presencia de una capa fluida.
- Núcleo: el núcleo terrestre es la capa más profunda de la Tierra. Comprende desde la discontinuidad de Gutenberg hasta el centro del planeta, a 6371 km de profundidad. Su elevada densidad, el comportamiento de las ondas sísmicas y la existencia del campo magnético terrestre apoyan la hipótesis de que está formado fundamentalmente por hierro y níquel.

El modelo dinámico se enfoca en las propiedades de los materiales y señala cinco estratos homogéneos: la litosfera, la astenosfera, la mesosfera y la endosfera que se divide en el núcleo externo y el núcleo interno (Cardarelli, 2008; Mandlimath, 2021).

- **Litosfera:** es la capa más externa de la Tierra. Está formada por la corteza y la parte más superficial del manto. Es una capa de comportamiento rígido y está fragmentada en placas. Hay dos tipos de litosfera: la litosfera continental, con un espesor de entre 100 y 300 km en las zonas más antiguas y contiene corteza continental granítica, y la litosfera oceánica, con un espesor que varía entre los 50 y los 100 km y contiene la corteza oceánica basáltica.
- **Astenosfera:** capa situada en la zona superior del manto terrestre bajo la litosfera. Tiene una profundidad de hasta los 660 km. Es una capa blanda, relativamente débil y con unas condiciones de temperatura y presión que provocan la fusión de los materiales. Esta capa tiene relativa independencia de las capas superiores e inferiores, lo que permite los movimientos de convección que explican el movimiento de las placas tectónicas.
- **Mesosfera:** capa inferior del manto, entre la astenosfera y la endosfera. A medida que aumenta la profundidad, los efectos del aumento de temperatura se ven contrarrestados con la mayor presión y compactación de las rocas. A pesar de su resistencia, las rocas de la mesosfera tienen la suficiente temperatura como para que puedan fluir de una manera muy gradual. Esta capa incluye en su base a la capa D'' que se encuentra justo por encima del límite entre el manto y el núcleo.
- **Endosfera:** coincide exactamente con el núcleo, pero la discontinuidad de Lehman a 5155 km divide la endosfera y distingue dos tipos de núcleo:
 1. El núcleo externo es una capa fluida de 2270 km de espesor y su flujo convectivo del hierro metálico de esta capa es el responsable de producir el campo magnético de la Tierra.
 2. El núcleo interno es una esfera con un radio de 1486 km y a pesar de que su temperatura es más elevada, su material es más fuerte que el del núcleo externo debido a la inmensa presión que sufre y por ello se comporta como un sólido.

2.3 La teoría de la tectónica de placas

La teoría de la tectónica global lleva vigente desde hace casi 60 años y es considerada uno de los mayores hallazgos de la ciencia, pues con ella se explica el movimiento de los continentes, la formación de cordilleras y el relieve submarino, la distribución

geográfica de los volcanes y de los terremotos y la renovación de la litosfera. Para explicar la tectónica de placas voy a desarrollar cinco puntos clave:

2.3.1. Las placas litosféricas.

Las placas litosféricas son fragmentos de la litosfera relativamente rígidos y sólidos que se mueven sobre la astenosfera, una capa relativamente plástica. Estas pueden ser oceánicas (como la placa pacífica), continentales (escasas, como la placa de Irán) o mixtas (como la placa antártica) dependiendo de si contienen litosfera oceánica, litosfera continental o ambas.

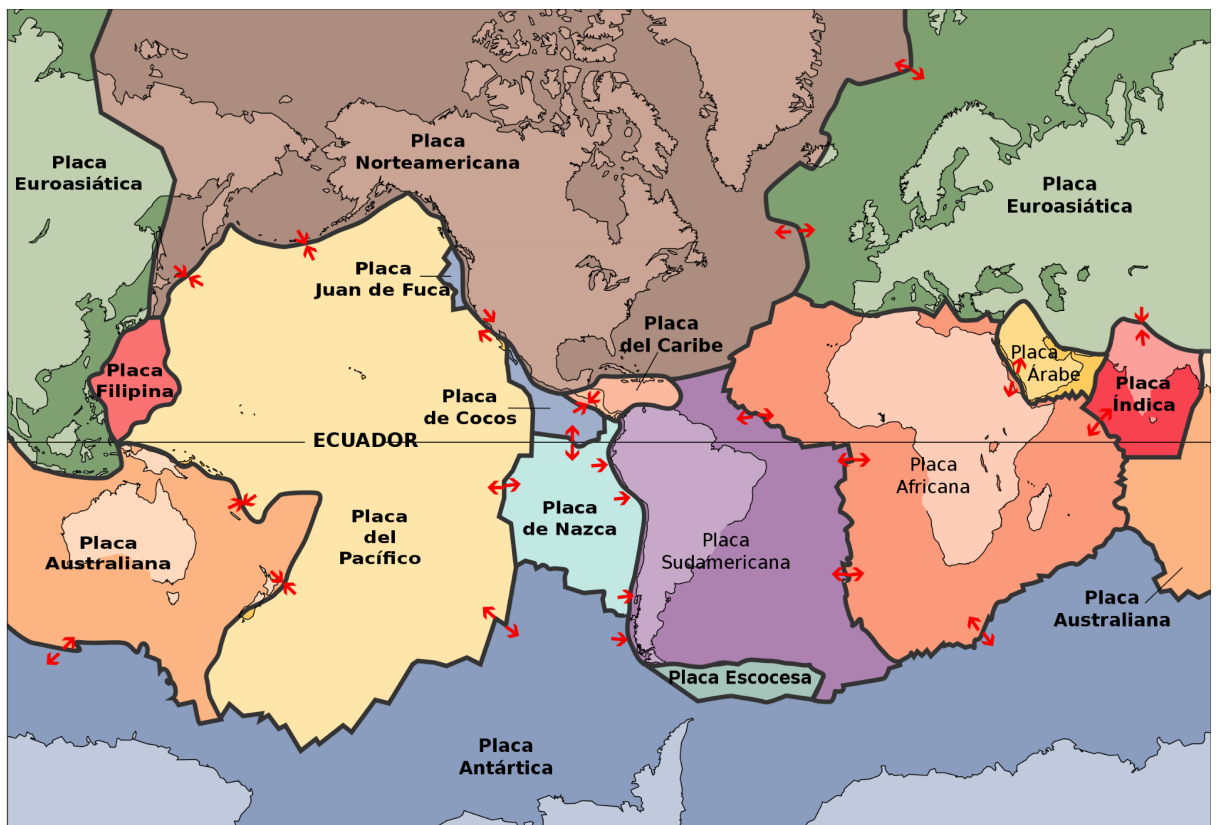


Figura 5. Placas tectónicas más relevantes de la Tierra. (Imagen extraída de: [Archivo:Placas tectonicas mapa.png](#) - Wikipedia, la enciclopedia libre)

2.3.2. Los bordes de las placas litosféricas.

Los bordes o los límites de las placas tectónicas son los lugares donde se crea y se destruye litosfera debido a las interacciones entre las placas. Es por este hecho que aquí se centran las actividades sísmicas, volcánicas y tectónicas, lo que provoca la construcción de las cadenas montañosas y las cuencas sedimentarias. Hay tres tipos de bordes:

- Borde convergente o destructivo. Las placas litosféricas chocan entre sí creando una zona de subducción en la que la placa más densa se hunde y se

destruye corteza oceánica al penetrar la astenosfera y fundirse con ella por sus elevadas temperaturas. El rozamiento que se produce en este movimiento provoca una fricción que genera numerosos focos de terremotos. El calor de la fricción y de la propia astenosfera en conjunto con la presencia de agua en la litosfera que se hunde origina magmas que ascienden a la superficie por tener menor densidad y pueden provocar actividades volcánicas de intensidad variable. Esta convergencia puede ser entre dos placas oceánicas, una placa continental y una oceánica o entre dos placas continentales. Este último caso forma una zona de sutura y manifiesta grandes cordilleras intercontinentales como el Himalaya, zonas esenciales para las reconstrucciones paleogeográficas de anteriores placas tectónicas (Fernández y Alfaro, 2019).

- Borde divergente o constructivo. Las placas se alejan la una de la otra permitiendo la creación de litosfera mediante el ascenso de materiales desde la astenosfera que se añaden a la litosfera oceánica. Estos bordes están asociados a una actividad volcánica intensa generando movimientos sísmicos. Existen dos tipos: las dorsales oceánicas situadas en los océanos de forma central aproximadamente y los rifts intracontinentales que son fracturas de la litosfera continental como consecuencia de la actividad volcánica.
- Borde transformante o falla transformante. Son fracturas de la litosfera en las que las placas se mueven lateralmente una respecto de la otra. Aquí ni se crea ni se destruye litosfera. Cuando se mueven en la misma dirección pero en sentido opuesto provocan numerosos e intensos terremotos.



Figura 6. Tipos de bordes de placas. (Imagen extraída de la página [SlidePlayer](#))

2.3.3. Ciclo de Wilson o ciclo supercontinental.

El ciclo de Wilson es un modelo que explica cómo se repiten en el tiempo los cambios en la distribución geográfica de continentes y océanos mediante la apertura y sutura de las cuencas oceánicas y la divergencia y subducción de las placas tectónicas durante

la fractura y reunificación de supercontinentes (Nance y Murphy, 2013). Las etapas del ciclo de Wilson son:

1º. La aparición de puntos calientes y la consecuente manifestación de fuerzas divergentes en el supercontinente hace que se fracture la litosfera continental produciendo un rift continental, como el que se está produciendo en África.

2º. Las masas fragmentadas de la litosfera continental se alejan entre sí, el material del manto que ocupa este hueco forma entre ellas una litosfera más delgada (litosfera oceánica) y acabará siendo una dorsal oceánica. Los continentes quedan aislados el uno del otro por una pequeña cuenca oceánica que irá creciendo a medida que pase el tiempo, como en el actual mar Rojo.

3º. Los continentes se siguen separando con una cuenca oceánica ensanchada y con una dorsal desarrollada como la del océano Atlántico.

4º. Cuando la cuenca oceánica crece hasta alcanzar cierto tamaño y es lo bastante antigua, los bordes de contacto con los fragmentos continentales se han vuelto lo suficientemente fríos y densos lo que causa que comiencen a hundirse debajo de los continentes, en la astenosfera, y se origina un borde destructivo. En esta zona de subducción se genera una cadena montañosa que va bordeando al continente, surge un orógeno tipo andino, como la extensa cordillera de los Andes. La corteza oceánica actúa ahora como una lenta cinta transportadora, pues se desplaza desde su lugar de origen, el borde constructivo, al lugar donde se destruye. En este borde también se forman fosas oceánicas como las que hay presentes en la costa oeste sudamericana.

5º. Debido a que la Tierra es esférica, otras placas litosféricas pueden originarse en otros bordes constructivos y pueden empujar a los fragmentos continentales en el sentido contrario del movimiento de los tres primeros escenarios, lo que produce que la cuenca oceánica vaya disminuyendo, como por ejemplo en el mar Mediterráneo.

6º. En última instancia, la cuenca oceánica termina por desaparecer y las dos masas continentales chocan mediante una obducción y se origina de nuevo un continente único o supercontinente, y sobre la sutura que cierra el océano se forma una cordillera, surgiendo un orógeno de tipo himalayo, como la cordillera del Himalaya.

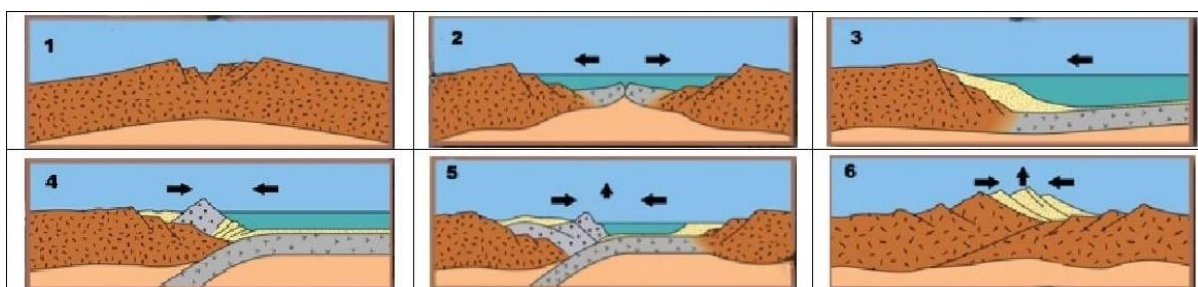


Figura 7. Fases del ciclo de Wilson. (Imagen extraída del Banco de Recursos de la página “[Edea](#)” de la Junta de Andalucía)

2.4. El motor de las placas litosféricas.

¿Qué mueve las placas tectónicas? Desde que esta teoría cobró peso e importancia, hubo un mayor consenso acerca de la existencia de corrientes de convección o células de convección en la astenosfera y mesosfera, que provocan movimiento en las placas litosféricas que están sobre ellas. Esta convección funciona gracias a diversas características clave de nuestro planeta: la temperatura y la gravedad son los dos elementos clave (Alfaro et al., 2019). La temperatura interna y, más particularmente, el gradiente geotérmico provocan las condiciones precisas para generar una litosfera más rígida y viscosa sobre una astenosfera más fluida y menos viscosa. Otro punto a destacar que genera el gradiente geotérmico en nuestro planeta es el cambio de densidad de los materiales en función de su temperatura, provocando que los materiales en superficie sean más fríos y más densos y en contraposición que los materiales más internos sean cálidos y menos densos. Teniendo en cuenta este contexto de materiales con diferentes densidades, el efecto de la gravedad los desplaza progresivamente, posibilitando los movimientos de las placas tectónicas y haciendo que la litosfera oceánica se precipite hacia el interior del manto.

Aún con todo lo que se sabe de la dinámica del planeta, hay varias teorías con visiones diferentes acerca de los orígenes de los movimientos de las placas litosféricas. Estos conjuntos de teorías se agrupan en dos bandos que difieren en que para uno las placas litosféricas tienen un papel “pasivo” y en otro las placas tienen un rol más “activo”. Ambas coinciden en muchos puntos, como que la Tierra produce energía térmica la cual se transmite de forma convectiva en el manto (Schubert et al., 2001). Los dos vastos grupos de modelos acerca del movimiento de las placas litosféricas se diferencian en la argumentación de la forma geométrica de los movimientos convectivos y si las placas son agentes que participan activamente en el proceso.

2.4.1. Teorías pasivas

En el grupo de las teorías pasivas, las corrientes de convección del manto siguen el modelo convectivo de Rayleigh-Bénard, una hipótesis más clásica. Según estas teorías, los fragmentos de la litosfera son desplazados por las corrientes de convección de una

forma parecida a los objetos que compramos en la cinta transportadora de la caja de un supermercado. Al igual que los objetos depositados en la cinta se mueven de forma pasiva hasta llegar a la caja, estos modelos postulan que las placas tectónicas no son responsables de la convección, sino que solamente se ven afectadas por ella. Las corrientes de material que ascienden hacia la superficie provocan un abombamiento y fractura de la litosfera y posteriormente un levantamiento y una separación entre las diferentes placas, produciendo de esta forma una dorsal oceánica. Esta corriente ascendente de materiales, al toparse con la litosfera y no poder seguir ascendiendo, se desplazan de forma horizontal y perpendicular a la dorsal oceánica, tan cerca de la litosfera que la arrastran por rozamiento causando la separación de las placas o borde divergente donde se forma nueva litosfera. Estas corrientes cercanas a la litosfera se denominan ramas horizontales y se desplazan hasta los límites convergentes. La idea de que las placas tectónicas son únicamente arrastradas por las corrientes o células de convección lleva unas décadas desechada por los científicos geólogos.

2.4.2. Teorías activas

Por otra parte, en el grupo de teorías activas, las placas son elementos activos y necesitan una explicación más extensa. En primer lugar postulan que las corrientes convectivas del manto no arrastran a las placas litosféricas y para ello tienen tres argumentos de peso.

La evolución cinemática y geométrica de las placas tectónicas

El movimiento de las placas litosféricas provoca que cambien sus dimensiones con el tiempo. Según el modelo de celdas convectivas de tipo Rayleigh-Bénard, la evolución de la placa de Kula implicaría un aumento continuo de la relación altura/anchura de la celda convectiva responsable de su movimiento, hasta llegar a unas proporciones con una relación que tendería a infinito, lo cual es poco realista. Este razonamiento ya fue explicado en los trabajos de Ágüeda et al., 1977, y Anguita y Moreno, 1978.

La tomografía sísmica

La tomografía sísmica es una técnica que usa ondas sísmicas para generar imágenes 3D del interior de la Tierra. Estas imágenes muestran áreas donde las ondas se mueven más rápido o más lento de lo esperado. Los resultados que arroja la tomografía sísmica no concuerdan ni respaldan el modelo de celdas convectivas que trata de explicar la convección en el manto y el movimiento de las placas tectónicas (Alfaro et al., 2019). En un estudio en el Atlántico, encontraron una zona en el manto superior, debajo de la dorsal atlántica, que tenía velocidades de onda más lentas de lo normal, pero no encontraron ninguna fuente de estas diferencias en zonas más profundas de la Tierra (van Heijst et al. 1999). No se encontraron perturbaciones más profundas que pudieran alimentar esta anomalía, lo que sugiere que está localizada y está relacionada con el proceso de divergencia entre las placas norteamericana y africana.

Los modelos numéricos de convección en el manto

Hasta el año 2012, los programas numéricos que intentaban simular cómo funcionaba la convección en la Tierra tenían problemas para incluir las placas tectónicas (como se mencionó en el trabajo de Schubert et al., 2001). Pero un nuevo modelo presentado por Cramer et al. 2020 simuló con éxito la subducción de la litosfera oceánica. Este tipo de modelo muestra dos diferencias importantes en comparación con los modelos anteriores de convección. En primer lugar, predicen que el material caliente y ligero se eleva en forma de penachos mantélicos desde las profundidades de la mesosfera, en lugar de las paredes ascendentes de la convección de tipo Rayleigh-Bénard. En segundo lugar, el patrón convectivo incluye un flujo descendente de material frío y denso, que corresponde simplemente a la subducción de la litosfera oceánica. En resumen, este nuevo modelo nos ayuda a comprender que las placas de la Tierra son fundamentales para cómo funciona la convección en nuestro planeta.

En un planeta activo como el nuestro, con un gradiente geotérmico heterogéneo y una distribución desigual de densidades en superficie y en profundidad, las fuerzas gravitacionales son capaces de producir el desplazamiento de las placas tectónicas. Entre todas estas fuerzas gravitacionales la más destacada se la denomina “fuerza de tirón de placa”, y está asociada a las zonas de subducción. Las placas litosféricas se mueven con una velocidad que no depende de su tamaño, sino de la relación entre la cantidad de litosfera oceánica y litosfera continental que posean, y de la clase de límite que exista entre las placas vecinas (divergente, transformante o convergente) (Yong-Fei Zheng y Guochun Zhao, 2020). De esta forma, las placas que tienen principalmente a su alrededor zonas de subducción (siendo ellas las placas que subducen) y que poseen un mayor relación de litosfera oceánica/continental, en la mayoría de los casos son las que se desplazan a mayor rapidez con respecto a otras placas o a otros movimientos internos de la Tierra.

En el ámbito educativo, de una forma parcialmente errónea, se transmite la noción de que el impulso detrás del movimiento de las placas tectónicas se debe al arrastre ocasionado por las corrientes de convección en el manto sublitosférico. Sin embargo, existen diversas pruebas que desafían esta antigua hipótesis de las células de convección como el motor del desplazamiento de las placas litosféricas. En realidad, la litosfera forma parte esencial de estas grandes estructuras de convección, siendo la capa más superficial de las mismas. Las placas no son arrastradas por ninguna célula subyacente, sino que se desplazan bajo la influencia de la gravedad, siendo su movimiento resultado, al menos en parte, del flujo convectivo en el manto.

Lo primero que hay que tener en cuenta para comprender el funcionamiento de la convección en el manto de la Tierra es la variación de temperatura a medida que se profundiza en el interior del planeta, la geoterma (Fernandez et al., 2019). Cuando se

analiza la temperatura media a distintas profundidades, se observa que el gradiente de la geoterma presenta una pendiente más o menos constante, desde las temperaturas superficiales hasta los aproximadamente 6.500°C en el centro del planeta (Fernandez et al., 2019). En la imagen 1 se muestra la geoterma desde la superficie hasta el núcleo terrestre. El factor clave que permite la existencia de convección es la presencia de dos zonas con cambios abruptos en el gradiente geotérmico (llamadas capas límite térmicas). En estas zonas, la temperatura varía de manera significativa a medida que se profundiza: la litosfera, que se encuentra en la capa más externa de la parte sólida de la Tierra, se denomina capa límite térmica fría, y la capa D, aún poco conocida, situada en la base del manto, en la transición hacia el núcleo externo líquido, que presenta un espesor irregular y corresponde a la capa límite térmica caliente.

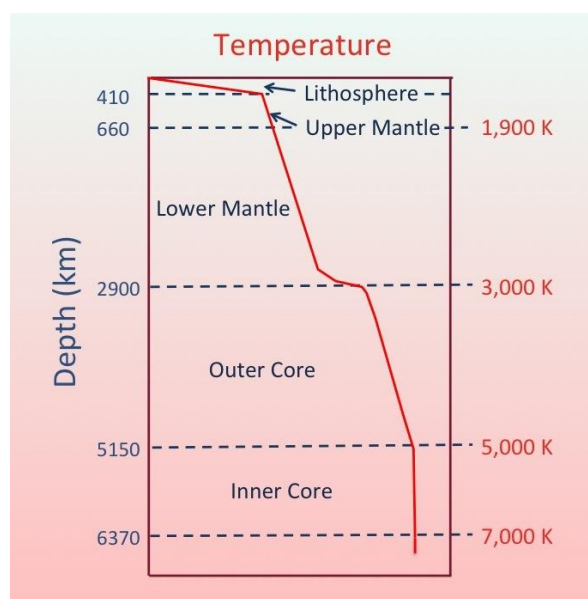


Figura 8. Gráfica de la temperatura en función de la profundidad (geoterma) de la Tierra.

A modo resumen, decir que hay bastantes fuerzas implicadas en el movimiento de las placas tectónicas pero estas fuerzas tienen una magnitud muy desigual. Por encima de todas destaca la fuerza de tirón de la parte de la placa que subduce, y en menor medida la fuerza de empuje de la dorsal o la de succión de la fosa. Otras fuerzas que intervienen son la fuerza de arrastre, o las fuerzas de resistencia a la subducción, a la colisión o al movimiento en las fallas transformantes (Fernández et al., 2019).

No obstante, la teoría de la tectónica de placas aún no ha logrado abordar todas las incógnitas existentes. Una de las principales incertidumbres se relaciona con la temperatura del interior de la Tierra, la fuente de energía responsable de mover estas extensas placas litosféricas. Si este calor procediera tan sólo el remanente de la temperatura del planeta cuando se formó, debió haberse enfriado hace millones de años, por lo que hay algo que ralentiza el enfriamiento terrestre y lo que permite que

las placas sigan en movimiento. La causa de este fenómeno es la desintegración de isótopos radioactivos existentes en el manto y el núcleo que produce una energía térmica que mantiene fluida la astenosfera, mesosfera y al núcleo externo, lo que mantiene a la Tierra como un planeta geológicamente dinámico (Trubitsyn y Trubitsyn, 2020).

3. METODOLOGÍA

La educación se ha impartido de una forma tradicional durante mucho tiempo y en prácticamente todo el mundo. Este tipo de enseñanza se basa principalmente en la figura del profesor como principal fuente de conocimientos, los alumnos son agentes pasivos que reciben la información y la evaluación se lleva a cabo mediante unos exámenes en los que se premia la memorización y la retención de conocimientos. Es importante destacar que esta educación ha sido criticada por premiar más la memorización que la comprensión profunda, su falta de desarrollo de habilidades prácticas y su limitación en fomentar el pensamiento crítico y la creatividad.

A día de hoy, hay muchas otras formas de enseñanza que pueden ser útiles para complementar e incluso sustituir al aprendizaje tradicional con el objetivo de incentivar la motivación del alumnado y expandir sus conocimientos. Algunos de ellos son:

- **Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP):** En este método, los alumnos trabajan en proyectos reales que abordan preguntas o problemas auténticos. Los proyectos suelen ser multidisciplinarios y requieren que los estudiantes investiguen, colaboren, resuelvan problemas y presenten sus resultados. El ABP fomenta el pensamiento crítico, la creatividad y la aplicación práctica del conocimiento.
- **Aprendizaje Cooperativo:** El aprendizaje cooperativo implica que los estudiantes trabajen en grupos pequeños para alcanzar metas comunes. Los grupos colaboran para resolver problemas, discutir conceptos y enseñarse mutuamente. Este enfoque fomenta el trabajo en equipo, la comunicación y el apoyo entre compañeros.
- **Aprendizaje Basado en Problemas (ABPr):** Similar al ABP, el Aprendizaje Basado en Problemas presenta a los estudiantes problemas o casos que deben resolver mediante la investigación y el pensamiento crítico. Los alumnos desarrollan habilidades de resolución de problemas y adquieren conocimientos a medida que abordan los desafíos planteados.
- **Aprendizaje Activo:** Este método se centra en mantener a los estudiantes activamente involucrados en el proceso de aprendizaje. Incluye actividades como debates, discusiones en clase, resolución de ejercicios prácticos y aplicaciones del conocimiento en situaciones del mundo real.

- **Aprendizaje Experiencial:** Este sistema integra experiencias prácticas y reales en el proceso de aprendizaje. Los estudiantes pueden realizar prácticas o participar en proyectos de servicio comunitario, simulaciones y otras actividades que les permiten aplicar y expandir sus conocimientos en situaciones del mundo real.

En este TFM se destaca la combinación de enfoques pedagógicos que se adaptan a los diversos ritmos de adquisición de conocimientos, la realización de actividades que fomentan el pensamiento crítico y científico como los debates, y la incorporación de las habilidades desarrolladas en la ejecución de un proyecto significativo para estudiantes de Bachillerato. Para conseguirlo, se ha combinado la enseñanza tradicional con el aprendizaje basado en proyectos, aunque también se recoge en menor medida algunas características del aprendizaje cooperativo y el aprendizaje activo. La enseñanza tradicional no ha sido eliminada por completo porque muchos de los alumnos de bachillerato optarán por hacer la Evaluación de Bachillerato para el Acceso a la Universidad (EBAU) con el objetivo de estudiar un grado universitario, la EBAU actualmente es un trámite prácticamente tradicional en su totalidad porque premia la capacidad de estudiar, memorizar y expresar por escrito una serie de conocimientos.

3.1. Aprendizaje cooperativo

El aprendizaje cooperativo es una estrategia de aprendizaje que se basa en reunir a los alumnos en pequeños grupos para el desarrollo de unas actividades en las que se enfocan para lograr un objetivo común. Este tipo de aprendizaje elimina la competitividad entre los estudiantes, consiguiendo una mayor comunicación e interacción entre los miembros de los grupos (Mendo-Lázaro et al., 2018, Juárez-Pulido et al., 2019).

Componentes del aprendizaje cooperativo:

- Interdependencia positiva: el profesor debe proponer un objetivo claro y aclarar que los esfuerzos de cada miembro lo benefician a él mismo y también al grupo.
- Responsabilidad individual y grupal: A cada persona se le asigna una tarea o rol y debe cumplir con la parte que le corresponde. De esta forma se evita la posibilidad de que algunos miembros se aprovechen del trabajo de los demás.
- Interacción estimuladora: se mejoran las relaciones entre integrantes. Cada alumno impulsa el éxito de los demás, ayudándose y animándose entre ellos.
- Evaluación grupal: el grupo analiza cómo se va desarrollando el proyecto común y pueden pensar en nuevas estrategias para mejorar su eficacia.

Entre los tipos de tareas o actividades grupales destacan el “Jigsaw” o “Puzle”, donde cada componente se convierte en el experto y responsable de una parte del material didáctico, por lo que tendrán que ayudarse entre ellos para cumplir su objetivo, la “tutoría entre iguales” donde por parejas van alternando el rol de profesor y alumno para enseñarse mutuamente y “cabezas numeradas” donde cada miembro del grupo será enumerado, así una vez resuelvan el problema el profesor dirá un número al azar y al que le toque tendrá que explicar cómo el equipo ha resuelto el problema. En todos ellos se fomenta fuertemente la ayuda pedagógica mutua para que todos entiendan lo que se hace en la actividad.

3.2. Aprendizaje activo

El aprendizaje activo pone de manifiesto un método de enseñanza que involucra a los estudiantes en el proceso de aprendizaje, reclama que los estudiantes realicen actividades de aprendizaje y recapaciten sobre de lo que están haciendo, Por otra parte, el rol del docente se limita a un generador de un correcto clima de desequilibrio conceptual (Martínez-Velásquez y Rivero-Míguez, 2019).

Este aprendizaje se basa en el **Constructivismo**, una teoría que destaca el hecho de que los alumnos por sí mismos *construyen su propio conocimiento*. A medida que los niños “construyen” van reemplazando o adaptando conocimientos previos con niveles más profundos de comprensión. A partir de los conocimientos previos y lo que ya es capaz de hacer el alumno por sí solo, existe la Zona de Desarrollo Próximo, un nivel de desarrollo potencial de aquello que sería capaz de hacer con la ayuda de un experto o compañero más capaz. El apoyo que recibe el alumno o grupo de alumnos en busca de un objetivo de aprendizaje se denomina **andamiaje**. Este andamiaje permite a una persona solucionar un problema, cumplir una tarea o alcanzar un objetivo que seguramente no conseguiría sólo con su propio esfuerzo (Hartikainen et al., 2019).

En este estilo de enseñanza hay bastantes tipos de tareas o actividades grupales entre las que destacan los ejercicios de análisis que estimulan la resolución de retos y problemas, los juegos que ayudan a desarrollar habilidades, experimentos, investigaciones y trabajos colaborativos en equipos.

3.3. Aprendizaje basado en proyectos

El Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) es una metodología educativa basada en la investigación que se centra en el aprendizaje a través de la planificación, ejecución y presentación de un proyecto o tarea concreta (Guo et al., 2020). En lugar de simplemente recibir información y conocimiento de manera pasiva, los estudiantes participan activamente en la construcción de su aprendizaje al abordar proyectos reales o simulados que involucran investigaciones, resolución de problemas y aplicaciones prácticas.

Este aprendizaje comienza con una pregunta inicial o un problema central que los estudiantes deben resolver a través de una investigación para obtener la información necesaria. En el proceso los estudiantes deben trabajar por equipos, utilizar las tecnologías de andamiaje que tengan a su alcance colaborar para planificar, diseñar y ejecutar el proyecto, tienen la autonomía para tomar las decisiones y desarrollan habilidades como pensamiento crítico y habilidades sociales entre muchas otras (Martínez-López y Palacios, 2020, Torego, 2018, Fini et al., 2018). Los docentes, normalmente actúan únicamente como facilitadores, brindan retroalimentación y apoyo a los alumnos para ayudarlos en su proceso de aprendizaje.

En estudios donde se ha utilizado el ABP como método de enseñanza, tras la evaluación se notificó que aumentó el desarrollo de los conocimientos y habilidades de los alumnos (Guo et al., 2020). Los estudiantes también sintieron que el ABP fomentó su colaboración y negociación dentro del grupo.

4. PROYECCIÓN DIDÁCTICA

4.1 Introducción

Este apartado es una propuesta didáctica para el curso 2023/24 en la materia de Biología, Geología y Ciencias Ambientales que se imparte en el primer curso de bachillerato en la modalidad de Ciencias y Tecnología. Se titula “Al borde de las placas” y recoge parte de la concreción curricular relacionada con el Bloque D: La dinámica y composición terrestres al ser un temario ampliamente extenso. De este bloque se va a tratar de dos puntos: “Estructura de la Tierra. Tectónica de placas.” y “Procesos geológicos internos”.

El objetivo de esta propuesta pedagógica es impartir los principios y objetivos educativos establecidos por la legislación, a través de la creación de una experiencia de aprendizaje que se basa en el contexto que rodea a los estudiantes. La aplicación de esta propuesta en el aula busca sincronizar el plan de estudios actual y los recursos disponibles en los centros educativos. Además, se debe prestar atención a la planificación temporal y la secuencia de su implementación. En última instancia, mi objetivo principal con esta experiencia de aprendizaje es ofrecer una programación realista, lista para su aplicación en la enseñanza, con la incorporación de las últimas orientaciones metodológicas.

4.2 Contextualización

4.2.1 Centro

La situación de aprendizaje de este TFM ha sido planificada para su puesta en funcionamiento en el centro IES Las Fuentezuelas, en Jaén, aunque podría modificarse

ligeramente para adaptarse a otros centros. Según el Instituto Nacional de Estadística (INE) a 1 de enero de 2023, la ciudad de Jaén contaba con 107.337 habitantes. La actividad económica de su provincia homónima viene determinada fundamentalmente por el sector servicios, seguido de la industria, la construcción y, por último, la agricultura.

La situación geográfica del Instituto de Educación Secundaria “Las Fuentezuelas” (Jaén) (Figura 9) está ubicado en la provincia de Jaén, comunidad de Andalucía, España, concretamente, en el número 5 de la Avenida Arjona.



Figura 9. Captura de pantalla de Jaén extraída del Google Maps.

El instituto no está situado en el centro de Jaén, sino en un barrio periférico al noroeste. Se encuentra en el barrio homónimo, “Las Fuentezuelas”, una zona residencial, bien comunicada, con una alta densidad escolar en la que coinciden algunos centros más como el IES “Az Zait” frente a frente y el IES “Auringis” un poco más alejado en dirección sur.

En el Proyecto de Centro del IES Las Fuentezuelas del curso 2022/2023 se puede comprobar que es un Centro público bilingüe en el que se imparte educación **Secundaria, Bachillerato, el Ciclo Formativo de Grado Básico** de Servicios Administrativos, **Ciclos Formativos de Grado Medio** como Gestión Administrativa, Instalaciones Eléctricas y Automáticas, Instalaciones de Telecomunicaciones y Mantenimiento Electromecánico, y **Ciclos Formativos de Grado Superior** como Animación de Actividades Físicas y Deportivas, Administración y Finanzas, Administración de Sistemas Informáticos en Red, Desarrollo de Aplicaciones Web, Desarrollo de Aplicaciones Multiplataforma, Sistemas Electrotécnicos y Automatizados, Sistemas de Telecomunicaciones e Informáticos y Mecatrónica

Industrial. Además tienen un curso de Formación Profesional Básica Específica: Auxiliar de Servicios Administrativos y dos cursos de Especialización en Formación Profesional: Digitalización del Mantenimiento Industrial y Ciberseguridad en Entornos de las Tecnologías de Operaciones.

Entre las instalaciones que posee el centro están las aulas genéricas de los distintos cursos, aulas específicas (laboratorio, informática, música, talleres), gimnasio y biblioteca. Lo que más me llama la atención de este centro son sus zonas verdes, está rodeado de pinos (género *Pinus*) y cipreses (*Cupressus sempervirens*) y tiene numerosos árboles del amor (*Cercis siliquastrum*) dentro del recinto, además de un huerto ecológico detrás del gimnasio. Además de las pizarras de tiza de toda la vida, cada aula tiene a disposición del profesor un ordenador portátil con conexión a internet y un proyector. En mi opinión no han incorporado las nuevas tecnologías completamente, porque les faltan las pizarras inteligentes.

El centro posee un total de 129 docentes, la mayoría queriendo acabar su carrera profesional aquí, aunque hay otros que sólo están de paso y tienen el IES Las Fuentezuelas como destino provisional o están de interinos.

4.2.2 Alumnado

El alumnado del centro en su amplia mayoría proviene del barrio de las Fuentezuelas y de barrios cercanos pero también vienen de otras localidades de alrededor como Fuerte del Rey, Mengibar, Jamilena y Torredelcampo. La gran mayoría es de nacionalidad española aunque hay alumnos con otros orígenes en el extranjero como Senegal, Nigeria y el Congo (África), prácticamente la totalidad de Sudamérica, México, Ucrania y Asia.

En mi opinión, lo más importante al hablar del alumnado es hablar de su motivación por los estudios y su vida académica. Por desgracia, la falta de motivación es un problema recurrente en la mayoría de centros en España y en todo el mundo. Esta falta de compromiso con su proceso de aprendizaje ocasiona serias dificultades en términos de disciplina y convivencia en el entorno escolar, lo que a su vez influye negativamente en la experiencia educativa de otros alumnos. Al llegar al final de la etapa de educación secundaria obligatoria, es común observar un mayor interés en los estudiantes, tanto en completar sus estudios para entrar en el mundo laboral como en el inicio de otras opciones de enseñanza más avanzadas y específicas. Este mayor grado de interés y entusiasmo se explica por el abandono escolar de los alumnos que no llegan a cuarto de ESO y que los estudios de bachillerato no son obligatorios, por lo que matricularse es (o debería ser) por la propia decisión del alumno. El interés en estos cursos educativos se ve amplificado por la importancia que tienen las calificaciones finales, ya que juegan un papel decisivo en la variedad de opciones disponibles para la educación universitaria y superior.

El abandono o la ausencia escolar de la que he hablado en el párrafo anterior es un gran problema en la comunidad educativa. Los estudiantes que deciden abandonar los estudios antes de graduarse suelen rondar los 16 años de edad. En lo referente a las clases de bachillerato, este fenómeno es poco común y se da de manera excepcional, siguiendo las mismas explicaciones dadas anteriormente.

Además, la diferencia entre los estudiantes y los agregados únicos que forman cada clase producen situaciones y contextos diferentes que necesitan ajustes y medidas para atender la diversidad de esos tipos del alumnado en el aula. Estas situaciones reúnen a estudiantes con habilidades diferentes, algunos con altas capacidades y otros con dificultades para asimilar conocimientos como podría ser el síndrome de Asperger, el trastorno por déficit de atención e hiperactividad (TDAH) y otros trastornos del espectro autista (TEA). De manera específica, en el grupo ficticio de estudiantes al que se dirige esta situación de aprendizaje, se identifican dos alumnos que necesitan una adaptación del currículum, uno con trastorno por déficit de atención con hiperactividad (TDAH) y otro caso con síndrome de Asperger. Estos casos serán considerados cuidadosamente al diseñar las adaptaciones necesarias para su proceso de aprendizaje.

En lo que respecta al aspecto del plan de estudios, en líneas generales y de acuerdo a los informes académicos del año lectivo anterior, el grupo no muestra ninguna desventaja significativa en su currículum. Han logrado adquirir las habilidades requeridas por el perfil de salida de la educación secundaria obligatoria. Por lo tanto, se anticipa que no enfrentarán dificultades en su proceso de aprendizaje relacionadas con este tema. De todas maneras, siguiendo lo estipulado por la normativa en vigor, se llevará a cabo una evaluación inicial para identificar las ideas preexistentes de los estudiantes.

4.2.3 Legislación

Esta unidad didáctica ha sido planteada para realizarse a lo largo del curso académico 2023/2024, por lo que obedece la legislación vigente de este curso lectivo partiendo de los valores de la Constitución Española de 1978. A nivel de estado, la legislación vigente empleada es:

Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre de 2020, bajo el nombre de Ley Orgánica para la modificación de la LOE (LOMLOE), por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación y afecta a todos los niveles de enseñanza. Esta ley sustituyó a la LOMCE, ley educativa de 2013 y modificó y extendió a la LOE, ley vigente desde 2006. (BOE 30/12/2020)

Real Decreto 243/2022, de 5 de abril, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas del Bachillerato, recoge el nivel de adquisición de las competencias clave esperado en el transcurso de la etapa de Bachillerato y describe la

organización de la etapa en cuanto a modalidades, materias y competencias específicas previstas para cada una de estas, así como el resto de elementos curriculares que conforman las enseñanzas mínimas. (BOE 06/04/2022)

Orden EFP/755/2022, de 31 de julio, por la que se establece el currículo y se regula la ordenación del Bachillerato en el ámbito de gestión del Ministerio de Educación y Formación Profesional. En los correspondientes ámbitos territoriales se determina el currículo del que forman parte las enseñanzas mínimas contempladas en el real decreto citado. (BOE 05/08/2022)

Ley 17/2007, de 10 de diciembre, de Educación de Andalucía de ámbito autonómico y alineada con la ley orgánica de educación vigente. Aquí viene recogida la estructura organizativa de la educación en la Comunidad Autónoma de Andalucía. (BOJA 26/12/2007)

Decreto 103/2023, de 9 de mayo, por el que se establece la ordenación y el currículo de la etapa de Bachillerato en la Comunidad Autónoma de Andalucía, de conformidad con lo dispuesto en la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación, y en el Real Decreto 243/2022, de 5 de abril. El asentamiento de los planes de estudio, que comprende a la ordenación curricular, es una competencia compartida entre el estado y las comunidades autónomas.

Orden de 30 de mayo de 2023, por la que se extiende el currículo correspondiente a la etapa de Bachillerato en la Comunidad Autónoma de Andalucía, se regulan determinados aspectos de la atención a la diversidad y a las diferencias individuales, se establece la ordenación de la evaluación del proceso de aprendizaje del alumnado y se determina el proceso de tránsito entre las diferentes etapas educativas. Esta orden insta al desarrollo del Decreto 103/2023, de 9 de mayo, que se regule mediante determinados aspectos de la atención a la diversidad y a las diferencias individuales y se establece la ordenación de la evaluación del proceso de aprendizaje del alumnado.

4.2.4 Programación anual y temporalización de la materia

La unidad didáctica que se expone se engloba dentro del currículum del curso de 1º Bachillerato, en la asignatura de “Biología, Geología y Ciencias Ambientales”. Concretamente en el bloque de contenidos 7, “Estructura y Composición de la Tierra”, recogido en el Real Decreto 243/2022, de 5 de abril.

De las 30 clases que se imparten cada semana en la etapa de Bachillerato, con una duración de 60 minutos cada una, se asignan 4 de estas sesiones a la materia de Biología, Geología y Ciencias Ambientales, conforme a lo especificado en el Anexo I de la Orden emitida en fecha 30 de mayo de 2023.

Considerando el calendario escolar en Andalucía para el año 2023/24, cuyo inicio de curso es el 15 de septiembre de 2023 y cuya finalización es el 24 de junio de 2024, el primer año de Bachillerato abarca un período de 178 días lectivos. De este total, debemos restar los días festivos y las vacaciones de Navidad y Semana Santa. Esto quiere decir que aproximadamente hay en total 131 sesiones dedicadas al desarrollo completo del plan de estudios de la materia.

El propósito principal de esta iniciativa es potenciar la educación científica y la comprensión del entorno natural entre los estudiantes, estimulando su compromiso con el bienestar común y su capacidad para enfrentar situaciones de cambio e incertidumbre. Con este objetivo en mente, el contenido del curso se divide en siete áreas temáticas, abordando aspectos como la adquisición de habilidades científicas prácticas, cuestiones relacionadas con la ecología y la sostenibilidad, la historia de la vida en la Tierra, la dinámica y composición del planeta, así como aspectos de la fisiología e histología animal y vegetal, además del estudio de microorganismos y formas celulares no convencionales.

Una vez programadas las sesiones de los bloques o saberes básicos de todo el curso como se ha organizado en la Tabla 1, podemos comprobar que hay 15 sesiones del primer trimestre reservadas a la ejecución de la situación de aprendizaje que se presenta en este trabajo de fin de máster.

TRIMESTRE	TEMARIO	SABERES BÁSICOS	SESIONES
1º	0. Proyecto científico	Bloque A. Proyecto científico	4
	1. Estructura de la Tierra. Tectónica de placas	Bloque D. La dinámica y composición terrestres	8
	2. Procesos geológicos internos		7
	3. Procesos geológicos externos	Bloque D. La dinámica y composición terrestres	7
	4. Minerales y rocas		7
	5. Datación e historia de la Tierra	Bloque C. Historia de la Tierra y la vida	8
2º	6. Evolución y clasificación de los seres vivos		9
	7. Niveles de organización de los seres vivos		9

	8. Microorganismos y formas acelulares	Bloque G. Los microorganismos y sus formas acelulares	9
	9. Dinámica de los ecosistemas	Bloque B. Ecología y sostenibilidad	9
	10. Sostenibilidad y medio ambiente		9
3º	11. Nutrición en las plantas	Bloque E. Fisiología e histología vegetal y animal	7
	12. Relación y reproducción en las plantas		7
	13. Nutrición en los animales		7
	14. Relación en los animales		8
	15. Reproducción en los animales		7
Nota: Se marca en rojo la situación de aprendizaje del TFM. En cada trimestre hay 3 sesiones libres para imprevistos.			

Tabla 1. Programación didáctica anual del curso completo donde se realiza la situación de aprendizaje.

La situación de aprendizaje que se explica en este TFM consta de 2 temarios al completo como se puede comprobar en la tabla anterior. He decidido concentrarlos así porque se podría tanto realizar una situación de aprendizaje para cada uno de los cuatro temarios de geología, como agruparlos todos en una situación de aprendizaje más extensa, por lo que decidí la opción intermedia. Además consideré oportuno concentrar la parte de geología en el primer trimestre porque en numerosas ocasiones esta ciencia suele quedar en segundo lugar y únicamente siendo impartida cuando el temario de biología ha sido finalizado.

Considerando que las clases de Biología, Geología y Ciencias Ambientales se llevan a cabo durante los días lunes, martes, jueves y viernes, la Tabla 2 muestra el marco de tiempo en el cual se desarrolla la experiencia de aprendizaje.

1º TRIMESTRE								
Sesiones		L	M	X	J	V	S	D
Septiembre	0-2	12	13	14	15	16	17	18
	4	19	20	21	22	23	24	25
	4	26	27	28	29	30	1	2
Octubre	4	3	4	5	6	7	8	9
	4	10	11	12	13	14	15	16
	4	17	18	19	20	21	22	23
	4	24	25	26	27	28	29	30
	3	31	1	2	3	4	5	6
Noviembre	4	7	8	9	10	11	12	13
	4	14	15	16	17	18	19	20
	4	21	22	23	24	25	26	27
	4	28	29	30	1	2	3	4
Diciembre	2	5	6	7	8	9	10	11
	4	12	13	14	15	16	17	18
	2	19	20	21	22	23	24	25
<i>Nota: En rojo están señaladas las sesiones para la situación de aprendizaje. Imaginando que la materia se imparte los días: lunes, martes, jueves y viernes. El 15 de septiembre empiezan las clases.</i>								

Tabla 2. Sección del calendario del curso 2023/2024 donde transcurre la situación de aprendizaje.

4.3. Justificación

La situación de aprendizaje “Al borde de las placas” se ha elaborado con la necesidad de mejorar las capacidades de argumentación, búsqueda de recursos y selección de información del alumnado, a través de unas actividades del ámbito de la geología de una forma más atractiva al alumnado que las simples clases convencionales. Específicamente he escogido el centro IES Las Fuentezuelas de Jaén porque es donde

he realizado las prácticas del máster y pienso que esta situación de aprendizaje podría serles positiva para su formación.

Dado que este proyecto didáctico sigue en mayor medida la metodología del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), el currículo se conecta con la elaboración del producto final. El alumnado realizará diversas actividades secuenciales que lo conducirán a lograr este objetivo, así el proceso de aprendizaje se vuelve competente, gradual y progresivo. Es muy importante que los estudiantes perciban que cada clase, cada actividad y cada paso que toman en el aula con el docente y sus compañeros es relevante, necesaria y beneficiosa para sus vidas, con especial importancia las relacionadas con la geología, que no suele ser de su agrado.

La finalidad de esta situación de aprendizaje es progresar en el desarrollo de las competencias relacionadas con la geología. Los alumnos de bachillerato parten con el Perfil de salida que han alcanzado al finalizar la Educación Secundaria Obligatoria y tienen la posibilidad de avanzar en su formación instructiva durante el período de bachillerato. El Real Decreto 243/2022, de 5 de abril, por el que se establecen la ordenación y las enseñanzas mínimas del Bachillerato, establece que esta etapa educativa debe contribuir a desarrollar una serie de capacidades del alumnado. Dentro de esas capacidades, las relacionadas con esta situación de aprendizaje con temática de geología son:

- **Dominar**, tanto en su expresión oral como escrita, **la lengua castellana** y, en su caso, la lengua cooficial de su comunidad autónoma.
- **Expresarse** con fluidez y corrección **en una o más lenguas extranjeras**.
- **Conocer y valorar críticamente las realidades del mundo contemporáneo**, sus antecedentes históricos y los principales factores de su evolución. Participar de forma solidaria en el desarrollo y mejora de su entorno social.
- **Acceder a los conocimientos científicos y tecnológicos fundamentales** y dominar las habilidades básicas propias de la modalidad elegida.
- **Comprender los elementos y procedimientos fundamentales de la investigación y de los métodos científicos**. Conocer y valorar de forma crítica la contribución de la ciencia y la tecnología en el cambio de las condiciones de vida, así como afianzar la sensibilidad y el respeto hacia el medio ambiente.
- Desarrollar la **sensibilidad artística y literaria**, así como el criterio estético, como fuentes de formación y enriquecimiento cultural.

4.4. Descripción del producto final

El producto final de una situación de aprendizaje es el resultado, el fruto tangible que demuestra el desarrollo de conocimientos y competencias. Este producto debe tener altas dosis de creatividad y estar altamente vinculado con la realidad, demostrando así el dominio de los contenidos y la habilidad de aplicarlos a situaciones habituales y cotidianas del alumnado. La confección de un producto final a día de hoy es clave en la enseñanza y debe de estar siempre en cada situación de aprendizaje que se plantee.

El objetivo de esta situación de aprendizaje es que los alumnos agrupados por parejas creen un póster informativo en la lengua extranjera que deseen. Este póster tratará de sensibilizar al alumnado sobre los posibles peligros sísmicos asociados a vivir cerca de límites de placas tectónicas, para ello elegirán una zona habitada situada cerca de un borde de placas, con media o alta actividad sísmica y deberán utilizar todo lo aprendido en clase y buscar aún más información en fuentes fiables con la finalidad de exponer en clase la peligrosidad de vivir en una zona así. De esta forma podrán informarse la dinámica de la Tierra, destacando la deriva continental, la naturaleza del interior de la Tierra, las placas tectónicas y sus bordes, el ciclo de Wilson, y el motor interno de la Tierra, siguiendo las normativas establecidas en la LOMLOE.

4.5. Concreción curricular

La concreción curricular es la relación que existe entre los distintos elementos curriculares de la situación de aprendizaje planteada en este trabajo.

Concreción curricular			
Competencias específicas	Competencias clave y descriptores del Perfil de salida	Criterios de evaluación	Saberes básicos
3	CCL5, STEM1, STEM2, STEM3, CD1, CD2.	3.1.	BGCA.1.D.2.
		3.4.	BGCA.1.D.3.1
4	CCL3, STEM1, STEM2, CD1, CD5, CPSAA5.	4.1.	BGCA.1.D.3.3.
		4.2.	BGCA.1.D.3.2 BGCA.1.D.3.4

Tabla 3. Concreción curricular. Relación entre los elementos curriculares de la situación de aprendizaje propuesta en este trabajo.

4.5.1. Competencias clave

Las competencias clave son *desempeños que se consideran imprescindibles para que el alumnado pueda progresar con garantías de éxito en su itinerario formativo, y afrontar los principales retos y desafíos globales y locales. Las competencias clave aparecen recogidas en el Perfil de salida del alumnado al término de la enseñanza básica y son la adaptación al sistema educativo español de las competencias clave establecidas en la Recomendación del Consejo de la Unión Europea de 22 de mayo de 2018 relativa a las competencias clave para el aprendizaje permanente.* (Real Decreto 217/2022)

Según el Real Decreto 217/2022 (BOE 30/03/2022) y en la situación de aprendizaje planteada las competencias clave tratadas son:

- a) Competencia en comunicación lingüística (CCL).
- c) Competencia matemática y competencia en ciencia, tecnología e ingeniería (STEM).
- d) Competencia digital (CD).
- e) Competencia personal, social y de aprender a aprender (CPSAA).

4.5.2. Competencias específicas

Las competencias específicas son *desempeños que el alumnado debe poder desplegar en actividades o en situaciones cuyo abordaje requiere de los saberes básicos de cada materia o ámbito. Las competencias específicas constituyen un elemento de conexión entre, por una parte, el Perfil de salida del alumnado, y por otra, los saberes básicos de las materias o ámbitos y los criterios de evaluación.* (Real Decreto 217/2022)

Según la Orden de 30 de mayo de 2023 (BOJA 02/06/2023) y en la situación de aprendizaje planteada las competencias específicas tratadas son:

- 3. Diseñar, planear y desarrollar proyectos de investigación siguiendo los pasos de las diversas metodologías científicas, teniendo en cuenta los recursos disponibles de forma realista y buscando vías de colaboración, para indagar en aspectos relacionados con las ciencias biológicas, geológicas y medioambientales.
- 4. Buscar y utilizar estrategias en la resolución de problemas, analizando críticamente las soluciones y respuestas halladas y reformulando el procedimiento, si fuera necesario, para dar explicación a fenómenos relacionados con las ciencias biológicas, geológicas y medioambientales.

4.5.3. Descriptores del Perfil de salida

Los descriptores del Perfil de salida *constituyen el marco referencial a partir del cual se concretan las competencias específicas de cada área, ámbito o materia. Esta*

vinculación entre descriptores operativos y competencias específicas propicia que de la evaluación de estas últimas pueda colegirse el grado de adquisición de las competencias clave definidas en el Perfil de salida y, por tanto, la consecución de las competencias y objetivos previstos para la etapa. (Real Decreto 217/2022)

Según el *Real Decreto 217/2022* (BOE 30/03/2022) y en la situación de aprendizaje planteada los descriptores de salida tratados son:

Relacionados con la competencia en comunicación lingüística (CCL)

CCL3. Localiza, selecciona y contrasta de manera autónoma información procedente de diferentes fuentes evaluando su fiabilidad y pertinencia en función de los objetivos de lectura y evitando los riesgos de manipulación y desinformación, y la integra y transforma en conocimiento para comunicarla de manera clara y rigurosa adoptando un punto de vista creativo y crítico a la par que respetuoso con la propiedad intelectual.

CCL5. Pone sus prácticas comunicativas al servicio de la convivencia democrática, la resolución dialogada de los conflictos y la igualdad de derechos de todas las personas, evitando y rechazando los usos discriminatorios, así como los abusos de poder, para favorecer la utilización no solo eficaz sino también ética de los diferentes sistemas de comunicación.

Relacionados con la competencia matemática y competencia en ciencia, tecnología e ingeniería (STEM)

STEM1. Selecciona y utiliza métodos inductivos y deductivos propios del razonamiento matemático en situaciones propias de la modalidad elegida y emplea estrategias variadas para la resolución de problemas analizando críticamente las soluciones y reformulando el procedimiento, si fuera necesario.

STEM2. Utiliza el pensamiento científico para entender y explicar fenómenos relacionados con la modalidad elegida, confiando en el conocimiento como motor de desarrollo, planteándose hipótesis y contrastándolas o comprobándolas mediante la observación, la experimentación y la investigación, utilizando herramientas e instrumentos adecuados, apreciando la importancia de la precisión y la veracidad y mostrando una actitud crítica acerca del alcance y limitaciones de los métodos empleados.

STEM3. Plantea y desarrolla proyectos diseñando y creando prototipos o modelos para generar o utilizar productos que den solución a una necesidad o problema de forma colaborativa, procurando la participación de todo el grupo, resolviendo pacíficamente los conflictos que puedan surgir, adaptándose ante la incertidumbre y evaluando el

producto obtenido de acuerdo a los objetivos propuestos, la sostenibilidad y el impacto transformador en la sociedad.

Relacionados con la competencia digital (CD)

CD1. Realiza búsquedas avanzadas comprendiendo cómo funcionan los motores de búsqueda en internet aplicando criterios de validez, calidad, actualidad y fiabilidad, seleccionando los resultados de manera crítica y organizando el almacenamiento de la información de manera adecuada y segura para referenciarla y reutilizarla posteriormente.

CD2. Crea, integra y reelabora contenidos digitales de forma individual o colectiva, aplicando medidas de seguridad y respetando, en todo momento, los derechos de autoría digital para ampliar sus recursos y generar nuevo conocimiento.

CD5. Desarrolla soluciones tecnológicas innovadoras y sostenibles para dar respuesta a necesidades concretas, mostrando interés y curiosidad por la evolución de las tecnologías digitales y por su desarrollo sostenible y uso ético.

Relacionados con la competencia personal, social y de aprender a aprender (CPSAA)

CPSAA5. Planifica a largo plazo evaluando los propósitos y los procesos de la construcción del conocimiento, relacionando los diferentes campos del mismo para desarrollar procesos autorregulados de aprendizaje que le permitan transmitir ese conocimiento, proponer ideas creativas y resolver problemas con autonomía.

4.5.4. Criterios de evaluación

Los criterios de evaluación *son referentes que indican los niveles de desempeño esperados en el alumnado en las situaciones o actividades a las que se refieren las competencias específicas de cada materia o ámbito en un momento determinado de su proceso de aprendizaje.* (Real Decreto 217/2022)

Según la Orden de 30 de mayo de 2023 (BOJA 02/06/2023) y en la situación de aprendizaje planteada los criterios de evaluación empleados son:

3.1. Plantear preguntas, realizar predicciones y formular hipótesis que puedan ser respondidas o contrastadas, utilizando métodos científicos y que intenten explicar fenómenos biológicos, geológicos o ambientales.

3.4. Interpretar y analizar resultados obtenidos en un proyecto de investigación utilizando, cuando sea necesario, herramientas matemáticas y tecnológicas y reconociendo su alcance y limitaciones y obteniendo conclusiones razonadas y fundamentadas o valorando la imposibilidad de hacerlo.

4.1. Resolver problemas o dar explicación a procesos biológicos, geológicos o ambientales, utilizando recursos variados como conocimientos propios, datos e información recabados, razonamiento lógico, pensamiento computacional o herramientas digitales.

4.2. Analizar críticamente la solución a un problema sobre fenómenos biológicos, geológicos o ambientales y modificar los procedimientos utilizados o las conclusiones obtenidas, si dicha solución no fuese viable o ante nuevos datos aportados o recabados con posterioridad.

4.5.5. Saberes básicos

Los saberes básicos *son conocimientos, destrezas y actitudes que constituyen los contenidos propios de un área o ámbito cuyo aprendizaje es necesario para la adquisición de las competencias específicas.* (Real Decreto 217/2022)

Según la Orden de 30 de mayo de 2023 (BOJA 02/06/2023) y en la situación de aprendizaje que se expone los saberes básicos tratados del Bloque D: “La dinámica y composición terrestres” son:

BGCA.1.D.2. La geosfera. Análisis de la estructura, composición y dinámica de la geosfera a la luz de la teoría de la tectónica de placas. Métodos de estudio directos e indirectos.

BGCA.1.D.3.1. Relación entre los procesos geológicos internos, el relieve y la tectónica de placas. Tipos de bordes, relieves, actividad sísmica y volcánica y rocas resultantes en cada uno de ellos.

BGCA.1.D.3.2. Reflexión sobre los procesos geológicos externos, sus agentes causales y sus consecuencias sobre el relieve. Formas principales de modelado del relieve y geomorfología. La edafogénesis: factores y procesos formadores del suelo. La edafodiversidad e importancia de su conservación.

BGCA.1.D.3.3. Identificación de los riesgos naturales y su relación con los procesos geológicos y las actividades humanas.

BGCA.1.D.3.4. Análisis de las estrategias de prevención, prevención y corrección de riesgos naturales.

4.6. Transposición didáctica

En pedagogía, la "transposición didáctica" es un concepto que se refiere al proceso mediante el cual un docente adapta un contenido o conocimiento académico, que puede ser complejo o abstracto, para que sea más accesible y comprensible para los estudiantes. En esencia, implica la traducción del conocimiento experto del docente al

lenguaje y al nivel de comprensión de los alumnos. Este proceso es fundamental en la enseñanza, ya que los docentes a menudo deben tomar conceptos o información que pueden ser técnicos o abstractos y presentarlos de manera que sean adecuados y significativos para el grupo de estudiantes con el que trabajan. Según la LOMLOE, la transposición didáctica se debe realizar mediante las situaciones de aprendizaje.

Las situaciones de aprendizaje son situaciones y actividades que implican el despliegue por parte del alumnado de actuaciones asociadas a competencias clave y competencias específicas y que contribuyen a la adquisición y desarrollo de las mismas. (Real Decreto 217/2022)

La situación de aprendizaje que se ha diseñado en este trabajo se denomina “Al borde de las placas” y trata de facilitar una correcta asimilación de habilidades y conocimientos mediante las sesiones y actividades que se han redactado a continuación:

Sesión 1 (26/09/22): Introducción a la geología y avances de Wegner.

Para comenzar el temario de geología, preguntaremos a los alumnos qué opinan de la geología y se improvisará una lluvia de ideas o incluso un debate para que hablen de esta ciencia. Elogiaremos las opiniones positivas y agradeceremos todas las participaciones, aunque sean negativas (10-15 minutos).

Continuaremos preguntando a los alumnos sobre la dinámica de la Tierra para ver qué ideas previas tienen. Es importante apuntar estas ideas previas para recordarlas al final de la última sesión (15 minutos).

Para finalizar, presentaremos el temario de la dinámica de la Tierra, explicaremos las teorías fijistas y cómo fueron progresivamente reemplazadas por las teorías movilizadas y las pruebas de la deriva continental de Alfred Wegener (25 minutos).

Agrupamiento: colectivo

Materiales: recursos del aula y libros de texto (opcionales)

Lugar de realización: aula

Sesión 2 (27/09/22): Estructura de la geosfera.

Desde el primer minuto la actividad “Ficha de la geosfera” habrá comenzado. Primero preguntaremos a los alumnos cómo creen que es el planeta desde la superficie hasta el centro. ¿dónde estarán los elementos más pesados? ¿Y los más ligeros? ¿Cómo varía la temperatura a medida que profundizamos en el planeta? Después de hablar de estas cuestiones les daremos a los alumnos fichas en blanco (Anexo I) de los modelos estático y dinámico de las capas de la Tierra para que rellenen los datos (qué capas hay, a qué profundidad se encuentran los límites, qué propiedades tienen las capas, etc) (35 minutos).

Explicaremos con gráficas cómo las diferentes ondas sísmicas se desplazan a través de estas capas y cómo les afectan los cambios de una capa a otra hacia el interior del planeta (20 minutos).

Nos llevaremos las fichas a casa para comprobar quienes están trabajando en clase y quienes están más difusos.

Agrupamiento: colectivo, salvo el momento de las fichas que será individual o por parejas.

Materiales: ordenadores con conexión a internet, fichas de la geosfera, recursos del aula y libros de texto (opcionales)

Lugar de realización: aula

Sesión 3 (29/09/22): Placas tectónicas y límites de placas.

Entregaremos corregidas las fichas del día anterior a los alumnos y les recordaremos de la sesión anterior el concepto de litosfera. Acto seguido explicaremos qué es una placa tectónica (10 minutos).

Continuaremos la clase entregando a cada pareja de alumnos una imagen de los 5 continentes en dónde se señalan las zonas de mayor actividad sísmica y volcánica (Anexo II) y, tras un tiempo de debate y reflexión, explicaremos que esa agrupación de fenómenos sísmicos y volcánicos son pruebas de las placas tectónicas y marcan los límites de placas (10-15 minutos).

Explicaremos los diferentes tipos de placas tectónicas en referencia a la litosfera que poseen y señalaremos en la diapositiva las más importantes (10 minutos).

Explicaremos los diferentes bordes o límites de placa en función de la interacción entre las placas (20-25 minutos).

Al finalizar la sesión, se recomendará a los alumnos repasar los contenidos vistos hasta el momento porque en la siguiente clase se realizará un kahoot con recompensas. También se avisará de que traigan sus teléfonos móviles el próximo día.

Agrupamiento: colectivo.

Materiales: fichas de la actividad sísmica y volcánica mundial, recursos del aula y libros de texto (opcionales)

Lugar de realización: aula

Sesión 4 (30/09/22): Repaso, Pangea y ciclo de Wilson.

Comenzaremos realizando un Kahoot de 10 preguntas (Anexo III) por parejas utilizando un teléfono móvil acerca de todo el temario visto hasta ahora. La pareja ganadora conseguirá algún premio, en mi caso serán barritas de chocolate proteicas bajas en calorías (15 minutos).

Hablaremos de Pangea, enlazaremos el supercontinente con las pruebas de Wegener y explicaremos cómo se fragmentó y cómo se desplazaron las placas tectónicas hasta la distribución actual de los continentes y océanos (20 minutos).

Empezaremos explicando el ciclo de Wilson, lo que no de tiempo se terminará en la próxima sesión (25 minutos).

Agrupamiento: por parejas y colectivo.

Materiales: teléfono móvil, recursos del aula y libros de texto (opcionales)

Lugar de realización: aula

Sesión 5 (03/10/22): Ciclo de Wilson

Continuaremos explicando el ciclo de Wilson hasta terminarlo (20-25 minutos).

Al terminar, le preguntaremos a la clase por alguna noticia que hayan escuchado acerca de las placas tectónicas. En el contexto de la fecha de la actividad aún no ocurrió el terremoto de Marruecos del 8 de septiembre del 2023, pero en años posteriores se podría hablar de ello, como del volcán de La Palma u otras actividades geológicas menos recientes. Esta charla tiene como objetivo sembrar la semilla de la pregunta ¿Se pueden evitar las pérdidas materiales y humanas de las actividades sísmicas? (30-35 minutos)

Agrupamiento: colectivo.

Materiales: recursos del aula y libros de texto (opcionales)

Lugar de realización: aula

Sesión 6 (04/10/22): El motor de las placas tectónicas

Incentivaremos la curiosidad del alumnado con una pregunta al aire. Sabemos que las placas tectónicas se mueven pero, ¿por qué se mueven? En caso de que nadie responda podremos preguntar directamente a algunos alumnos y motivarlos con alguna recompensa como las ya mencionadas barritas de chocolate proteicas bajas en calorías (10-20 minutos).

A continuación empezaremos a desgranar lo que se sabe de todo lo que mueve las placas tectónicas, comenzando con las corrientes de convección, pero con un tono misterioso, ya que aunque hay muchos avances en este campo, aún no se ha desgranado todo el misterio de estos movimientos (30-40 minutos).

Para finalizar, les prepararemos para una “Flipped Classroom” o “Clase Invertida” para mañana. Les diremos que tienen que leerse un párrafo acerca del motor de la Tierra y visualizar un vídeo para el día siguiente. Este material será sencillo de manejar y asimilar (5 minutos).

Agrupamiento: colectivo.

Materiales: material acerca de los agentes que mueven las placas tectónicas (Anexo VI y el vídeo “ ¿Qué impulsa la tectónica de placas?”), recursos del aula y libros de texto (opcionales)

Lugar de realización: aula

Sesión 7 (06/10/22): Aula invertida: el misterio de las placas tectónicas I

Los alumnos habrán leído el Anexo VI y visualizado el vídeo por lo que ahora estarán preparados para comenzar la actividad “el misterio de las placas tectónicas”. Lo primero será preguntar las dudas que les hayan surgido en relación al material que han visto en casa (5-10 minutos).

Una vez que las dudas se hayan resuelto procederemos al paso 2 del trabajo colaborativo de aula invertida. Los alumnos se agruparán en grupos de 4 en los que no habrá ningún líder por lo que la relación entre ellos será completamente horizontal.

Los alumnos deberán formular preguntas, realizar predicciones y pensar hipótesis sobre el motor de las placas tectónicas. Para ello deberán volver a visualizar los contenidos de casa y buscar información relevante en el libro de texto y biblioteca del instituto. Una vez tengas sus cuestiones, deben tratar de responder a las preguntas formuladas y darle respuesta (si es posible) mediante una búsqueda de información en bases de datos de internet (Scopus, etc) y después de seleccionar la información, analizar los resultados obtenidos, obtener conclusiones razonadas y redactar un informe lo más detallado posible. Todos tendrán que poner un esfuerzo en el trabajo en equipo para que salga todo bien (45-50 minutos).

Agrupamiento: grupos de 4.

Materiales: ordenadores con conexión a internet, recursos del aula y libros de texto (opcionales)

Lugar de realización: aula

Sesión 8 (07/10/22): Aula invertida: el misterio de las placas tectónicas II

Al comienzo de la sesión habrá un pequeño momento de preparación de 10 minutos en el que el docente se paseará por los grupos para comprobar su avance (10 minutos).

Durante el resto de la clase el docente se dedicará a orientar y resolver dudas si las tienen. Antes de que finalice la clase los alumnos deberán entregar por la plataforma digital su informe (45 minutos).

Agrupamiento: grupos de 4.

Materiales: ordenadores con conexión a internet, recursos del aula y libros de texto (opcionales)

Lugar de realización: aula

Sesión 9 (10/10/22): Ondas sísmicas, terremotos y volcanes I

Al comienzo de la sesión le recordaremos la famosa pregunta de la sesión 5 “¿Se pueden evitar las pérdidas materiales y humanas de las actividades sísmicas?” e intentaremos motivarlos para que aprendan acerca de estos problemas naturales. Además rescataremos las fichas de los 5 continentes en dónde se señalan las zonas de mayor actividad sísmica y volcánica de la sesión 3 para que tengan presente dónde se localizan con mayor frecuencia (10 minutos).

En el resto de la sesión explicaremos con detenimiento las diferentes ondas sísmicas,

cómo se producen, repasaremos cómo se comportan al atravesar las diferentes capas de la Tierra y qué daños pueden provocar (45 minutos).

Agrupamiento: colectivo.

Materiales: recursos del aula y libros de texto (opcionales)

Lugar de realización: aula

Sesión 10 (11/10/22): Ondas sísmicas, terremotos y volcanes II

Esta sesión será reservada para la explicación de los volcanes. Se proyectarán imágenes reales y esquemáticas de los volcanes en las que estarán nombradas y localizadas las diferentes partes de un volcán. Además explicaremos cómo se producen, qué tipo de lava producen dependiendo del magma que posean en su interior, la peligrosidad de cada tipo y qué daños pueden provocar (55 minutos).

Agrupamiento: colectivo.

Materiales: recursos del aula y libros de texto (opcionales)

Lugar de realización: aula

Sesión 11 (13/10/22): Creación del póster: al borde de las placas I.

Comienzo de la actividad “Póster: al borde de las placas”. Explicaremos a los alumnos en qué consiste el proyecto, la creación del póster. Se agruparán en parejas (o algún trío si son impares) y deberán seleccionar una zona poblada real que prefieran situada en un límite de placas. Sobre esta zona tendrán que investigar buscando información para posteriormente realizar y analizar predicciones de lo que le pueden suceder a las viviendas del lugar y formular hipótesis de peligrosidad que puedan ser respondidas y contrastadas. Al final deberán responder a la pregunta “¿Te construirías una casa ahí?”. El material de la biblioteca también estará disponible. Estas predicciones pueden ser tan variadas como contenidos de geología y longitud posea la situación de aprendizaje y la creatividad que derrochen los alumnos. Algunos ejemplos serían la frecuencia de los seísmos, la potencia media de los seísmos, posibilidad de actividad volcánica, modificaciones del terreno por el movimiento de las placas, los recursos geológicos del lugar, la posibilidad de encontrar termalismos o geotermias y cualquier curiosidad que vean interesante. Ante estos riesgos o fenómenos geológicos, deberán analizar posibles soluciones y reflexionar algunas conclusiones, como por ejemplo que una solución no fuese viable, que faltan datos o que hay datos demasiado recientes para poder concluirlos. Una vez recopilada y redactada esta información debe ser traducida a la lengua extranjera que se prefiera y realizar un póster informativo sobre una cartulina A2 y preparar una exposición de 4-6 minutos sobre el límite de placas elegido (55 minutos).

Agrupamiento: por parejas.

Materiales: ordenadores con conexión a internet, cartulinas, tijeras, colores, la fotocopidora del centro, recursos del aula y libros de texto (opcionales)

Lugar de realización: aula

Sesión 12 (14/10/22): Creación del póster: al borde de las placas II.

Una sesión complementaria a la sesión 12, para que puedan trabajar en el póster y terminarlo para la siguiente sesión (55 minutos). Les recordaremos que en esta sesión deberían tener algunos apartados completados (meta a corto plazo) como:

- La zona que se va a estudiar
- Qué límite de placas tiene cerca y qué placas hay.
- El tipo de límite de placa
- Si hay actividad volcánica y la frecuencia e intensidad de la actividad sísmica.

Agrupamiento: por parejas.

Materiales: ordenadores con conexión a internet, recursos del aula y libros de texto (opcionales)

Lugar de realización: aula

Sesión 13 (17/10/22): Creación del póster: al borde de las placas III.

Una sesión complementaria a la sesión 11 y 12, para que puedan trabajar en el póster y terminarlo para la siguiente sesión. Al finalizar la clase se recordará a los alumnos que en la próxima clase empezarán las exposiciones, lo que no esté finalizado tendrá que terminarse en casa (55 minutos).

Agrupamiento: por parejas.

Materiales: ordenadores con conexión a internet, recursos del aula y libros de texto (opcionales)

Lugar de realización: aula

Sesión 14 (18/10/22): Exposición del póster: al borde de las placas I.

Comienzo de la actividad “Exposición: al borde de las placas”. Cada pareja presentará su póster a la clase: se explicará en inglés las predicciones de lo que le pueden suceder a las viviendas del lugar y las hipótesis de peligrosidad formuladas con sus respuestas y contrastadas, las posibles soluciones y reflexiones ante los riesgos potenciales, algunas conclusiones y toda la información que vean interesante. Por último responderán a la pregunta “¿Te construirías una casa ahí?” y responderán a las preguntas del resto de los alumnos. Si la clase tiene más de 15 alumnos o si el ritmo de la clase no es el óptimo, probablemente se necesite la sesión 15 para completar las exposiciones (55 minutos).

Agrupamiento: por parejas.

Materiales: ordenadores con conexión a internet, recursos del aula y libros de texto (opcionales)

Lugar de realización: aula

Sesión 15 (20/10/22): Exposición del póster: al borde de las placas II.

Las parejas que no hayan expuesto en la sesión 14 por falta de tiempo expondrán en inglés su póster a la clase de la misma forma que la anterior sesión: explicando los conceptos clave y respondiendo a las preguntas del resto de los alumnos (45 minutos).

Se les recordará las ideas previas erróneas que tenían al principio, en la sesión 1, y si han cambiado a lo largo del desarrollo de la situación de aprendizaje (10 minutos).

Agrupamiento: por parejas.

Materiales: ordenadores con conexión a internet, recursos del aula y libros de texto (opcionales)

Lugar de realización: aula

Recursos necesarios para estas 15 sesiones:

- Mapas geológicos, mapas de placas tectónicas y mapas con la distribución de terremotos y volcanes. Proyector, ordenador y pizarra de tiza.
- Imágenes y videos de terremotos y volcanes.
- Cartulinas de colores, ordenadores portátiles del centro, rotuladores, tijeras, pegamento, etc., para la elaboración del póster.

4.7. Atención educativa a la diversidad

Las personas somos diferentes entre sí, cada persona tiene unas habilidades distintas a las demás y por ende, es comprensible que tengamos distintas dificultades para aprender. La atención a la diversidad es el conjunto de acciones educativas que buscan que todos los estudiantes, sin importar sus diferencias, tengan una oportunidad de aprender. En otras palabras, todos merecemos una educación que se adapte a nuestras necesidades individuales.

Generalmente, las medidas de atención a la diversidad buscan, además del aprendizaje, que aunque existan diferencias todos se sientan incluidos y respetados. Este método ayuda a aprender valores importantes como el respeto y la tolerancia, y trabajar para que todos tengan las mismas oportunidades de aprender y tener éxito en su formación, con la esperanza de construir una sociedad más justa para todos. Buscando todos estos objetivos seguiremos las pautas del diseño universal de aprendizaje (DUA).

Las pautas DUA se organizan en tres principios (Pastor, 2019):

- Principio I. Proporcionar múltiples formas de representación.
- Principio II. Proporcionar múltiples formas de Acción y Expresión.
- Principio III. Proporcionar múltiples formas de implicación.

Cada uno de estos principios contiene tres pautas y cada pauta engloba a su vez a unos puntos de verificación.

A continuación en la tabla 4 se detallan las pautas DUA y los puntos de verificación que se utilizan en esta situación de aprendizaje.

Principio I. Proporcionar múltiples formas de representación	
Pauta 2: Proporcionar múltiples opciones para el lenguaje, las expresiones matemáticas y los símbolos.	Implementación en la situación de aprendizaje
2.2. Clarificar la sintaxis y la estructura.	El producto final recoge las destrezas aprendidas y utilizadas en esta situación de aprendizaje y permiten establecer relaciones entre los diferentes conocimientos.
2.5. Ilustrar a través de múltiples medios.	El temario es presentado a través de diferentes vías, como esquemas, dibujos, vídeos, apuntes, etc. Además los alumnos realizan actividades y exponen sus conocimientos en diferentes formatos como debates, esquemas, respuestas del kahoot, póster y exposición..
Pauta 3. Proporcionar opciones para la comprensión	Forma en la que se implementa
3.1. Activar los conocimientos previos	En la primera sesión se incentivará al alumnado a exponer las ideas previas que tienen acerca del tema y al finalizar el proyecto se les recordará lo que pensaban al principio y se les preguntará si han cambiado de opinión.
3.2. Destacar patrones, características fundamentales, ideas principales y relaciones entre ellas	El aprendizaje cooperativo permite detectar las ideas principales y las relaciones entre ellas para poder después repartir estratégicamente los roles entre los miembros del grupo.
3.3 Guiar el procesamiento de la información, la visualización y la manipulación	En varias ocasiones se darán indicaciones explícitas de cada paso que compone un proceso secuencial, como la evolución de las teorías fijistas a la tectónica de placas.
Principio II. Proporcionar múltiples formas de acción y expresión	

Pauta 5. Proporcionar opciones para la expresión y la comunicación.	Forma en que se implementa
5.1. Usar múltiples medios de comunicación	Realizar y exponer un póster con múltiples medios (texto, imágenes y la voz y el movimiento de la exposición). Usar herramientas web como el kahoot.
Pauta 6. Proporcionar opciones para las funciones ejecutivas	Forma en que se implementa
6.2. Apoyar la planificación y el desarrollo de estrategias	Avisar al alumnado a que pare y piense las cosas para una mejor organización. Dividir metas a largo plazo en metas a corto plazo.
Principio III. Proporcionar múltiples formas de implicación	
Pauta 7. Proporcionar opciones para captar el interés	Forma en que se implementa
7.2 Optimizar la relevancia, el valor y la autenticidad	Fuentes de información variada. Actividades que fomenten la resolución de preguntas y problemas. Uso de la creatividad.
7.3 Minimizar la sensación de inseguridad y las distracciones	Todas las actividades de las sesiones serán explicadas el día anterior para que nada les pille por sorpresa.

Tabla 4. Concreción de Pautas DUA y cómo se incluyen en la situación de aprendizaje.

Con estas pautas DUA se estimularán a todos los alumnos, pero en especial a la alumna con TDAH y al alumno con síndrome de Asperger, ambos con problemas para mantener la atención en clase.

El trastorno por déficit de atención e hiperactividad (TDAH) es un trastorno neuropsiquiátrico bastante común en la población (Rusca-Jordán y Cortez-Vergara, 2020). Las características que tiene nuestra alumna con TDAH las puede tener perfectamente otro alumno sin nada diagnosticado, entre ellas destacan:

- Hiperactividad: se manifiesta como una inquietud constante. Les cuesta quedarse quietas, incluso en situaciones tranquilas, como en una clase o una reunión.
- Dificultad para mantener la atención: les cuesta prestar atención a los detalles, seguir instrucciones y completar tareas complejas y escuchar durante conversaciones. Parecen distraídos y olvidadizos.

- Impulsividad: actúan sin pensar en las consecuencias. Por ejemplo, tienden a interrumpir a los demás, tomar decisiones apresuradas y hablar o actuar en momentos inoportunos.
- Problemas de gestión de tiempo: suelen subestimar el tiempo que requiere hacer una tarea y suelen ser bastante impuntuales.

Es importante que el docente plantee ligeras modificaciones en las actividades estándar para conseguir su adaptación en favor de la enseñanza del alumno con TDAH. Además cabe destacar que es positivo que el resto de la clase conozca las peculiaridades de su compañera y sus necesidades educativas, ya que estas diferencias no deben ser discriminatorias. Teniendo en cuenta todo esto, la adaptación de las actividades no deberían ser demasiado llamativas para esta alumna porque eso podría ser discriminatorio y afectar a su amor propio, honor y otros pensamientos negativos como que es menos capaz que sus compañeros. Para ayudarle, se han planteado varias actividades para generar en ella un sentimiento de novedad y además todas las actividades se hacen por parejas o grupos mayores de alumnos, por lo que será apoyada por sus compañeros.

El síndrome de Asperger (SA) es un tipo de trastorno del espectro autista (TEA), pero las personas que sufren el SA se caracterizan por tener dificultades únicamente en la interacción social y en la comunicación no verbal. Sin embargo, estas personas no tienen ningún retraso en el lenguaje verbal y poseen un coeficiente intelectual normal o superior (Hosseini y Molla, 2020).

A los alumnos con SA a veces no hay que hacer ninguna adaptación al currículum, pero sí es interesante tener algunos factores en cuenta para ayudarles en clase:

- Comunicación clara y directa. Las metáforas, el lenguaje figurado y otras señales sociales pueden ser un problema para ellos.
- Rutina. Mantén un calendario fijo al que puedan prepararse y anticiparse, en el que puedan ver la lista de tareas con unas instrucciones claras.
- Evita los estímulos fuertes. Ruidos estridentes o luces brillantes pueden molestarle en exceso.
- Comunicación. Fomenta un ambiente de respeto en el que todos los estudiantes se sienten cómodos compartiendo sus preocupaciones o necesidades. Esto también incluye que los compañeros sepan qué es el SA y cómo ayudar a su compañero.

Cada estudiante con Asperger es único, por lo que es importante adaptar un enfoque afín según sus necesidades individuales. También hay que mantener una comunicación abierta y continua con sus padres para asegurarnos de que estamos proporcionando el apoyo adecuado.

4.8. Evaluación del aprendizaje

La evaluación del aprendizaje es imprescindible para saber cuánto se están desarrollando los alumnos con los métodos de aprendizaje y además analizar las virtudes y los defectos que pueda tener el propio aprendizaje. De esta forma se puede apoyar al alumnado y recalibrar la situación de aprendizaje si lo requiere.

4.8.1. Evaluación del alumnado

Esta evaluación del alumnado, como dicta lo establecido en la Orden de 30 de mayo de 2023, será continua, competencial, formativa, integradora, diferenciada y objetiva, evaluará el trabajo y el proceso de aprendizaje y además deberá permitir mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje.

La correcta evaluación del alumnado es vital para calcular cuánto han progresado, los campos donde han mejorado e impartir una retroalimentación positiva ante los resultados. El docente mediante esta evaluación informa a los alumnos acerca de cuánto saben y comprenden de las asignaturas (saberes básicos), lo que debería ayudar a considerar cómo están aprendiendo y cómo pueden mejorar.

La evaluación de los alumnos se efectúa mediante la valoración de la participación y la realización de las actividades que componen la situación de aprendizaje. No todas las actividades tienen que ser obligatoriamente evaluables, es positivo que haya algunas que permitan aprender sin el estrés de la valoración del docente. En las actividades evaluables se tendrá en cuenta el grado de conocimiento de los saberes básicos y la adquisición de competencias.

Todas las actividades de la situación de aprendizaje vienen contenidas en la siguiente tabla (**Tabla 5**). De cada actividad se indicará si es evaluable o no, los criterios que se han evaluado, el instrumento de evaluación y el pensamiento de orden de la taxonomía de Bloom.

Evaluación del aprendizaje del alumnado					
Actividad		¿Ha sido evaluada?	Criterios de evaluación	Instrumento de evaluación	Taxonomía de Bloom
1	Lluvia de ideas previas	No			Recordar
2	Ficha de la geosfera	No			Comprender
3	Kahoot de	Sí	4.1.	Rúbrica	Conocer

	geología			Tabla 5.	
4	El misterio de las placas tectónicas	Sí	3.1.	Rúbrica Tabla 5.	Analizar
5	Póster: al borde de las placas	Sí	3.4. y 4.2.	Rúbrica Tabla 5.	Crear

Tabla 4. Componentes de la evaluación del alumnado. En esta tabla se indican todas las actividades que componen la situación de aprendizaje, si son evaluables o no, los criterios de evaluación que se utilizarán en cada actividad, el instrumento de evaluación y la relación de las actividades con la taxonomía de Bloom.

Para medir o evaluar lo que el alumnado ha aprendido debemos enfocarnos en medir cuánto han progresado en las diferentes competencias junto con sus criterios de evaluación. En la Tabla 5 se han recogido todas las actividades evaluables, se han enlazado con el criterio o los criterios de evaluación que les corresponden y se ha elaborado una rúbrica para cada criterio de evaluación.

Actividades de la Situación de Aprendizaje y sus Rúbricas	
Actividad 3: Kahoot de geología	
Criterio de evaluación	4.1. Resolver problemas o dar explicación a procesos biológicos, geológicos o ambientales, utilizando recursos variados como conocimientos propios, datos e información recabados, razonamiento lógico, pensamiento computacional o herramientas digitales.
DEFICIENTE	Resuelve correctamente menos del 50% de las cuestiones sobre geología utilizando sus propios conocimientos.
SUFICIENTE	Resuelve correctamente el 50% de las cuestiones sobre geología utilizando sus propios conocimientos.
BIEN	Resuelve correctamente el 60% de las cuestiones sobre geología utilizando sus propios conocimientos.
NOTABLE	Resuelve correctamente un 70-80% de las cuestiones sobre geología utilizando sus propios conocimientos.
SOBRESALIENTE	Resuelve correctamente el 90-100% de las cuestiones sobre geología utilizando sus propios conocimientos.
Actividad 4: El misterio de las placas tectónicas	
Criterio de	3.1. Plantear preguntas, realizar predicciones y formular hipótesis que

evaluación	puedan ser respondidas o contrastadas, utilizando métodos científicos y que intenten explicar fenómenos biológicos, geológicos o ambientales.
DEFICIENTE	No se ha planteado ninguna pregunta, predicción o hipótesis.
SUFICIENTE	Se han planteado preguntas, predicciones o hipótesis no muy precisas.
BIEN	Se han planteado preguntas, predicciones o hipótesis precisas pero se han respondido vagamente.
NOTABLE	Se han planteado preguntas, predicciones o hipótesis y se han respondido correctamente.
SOBRESA-LIENTE	Se han planteado preguntas, predicciones o hipótesis y se han respondido y contrastado correctamente.
Actividad 3: Póster: al borde de las placas	
Criterio de evaluación	3.4. Interpretar y analizar predicciones y formular hipótesis que puedan ser respondidas o contrastadas.
DEFICIENTE	No se ha planteado ninguna predicción con su hipótesis.
SUFICIENTE	Se han planteado predicciones pero sus hipótesis no han sido respondidas.
BIEN	Se han planteado predicciones e hipótesis precisas y tienen respuestas.
NOTABLE	Se han planteado predicciones e hipótesis precisas y tienen respuestas precisas.
SOBRESA-LIENTE	Se han planteado predicciones e hipótesis precisas y han sido contrastadas.
Criterio de evaluación	4.2. Analizar críticamente la solución a un problema sobre fenómenos biológicos, geológicos o ambientales y modificar los procedimientos utilizados o las conclusiones obtenidas, si dicha solución no fuese viable o ante nuevos datos aportados o recabados con posterioridad.
DEFICIENTE	No se ha analizado ninguna solución de forma precisa.
SUFICIENTE	Se han analizado soluciones de forma precisa pero no se han reflexionado conclusiones.
BIEN	Se han analizado soluciones precisas y se han reflexionado conclusiones de forma imprecisa.
NOTABLE	Se han analizado soluciones precisas y se han reflexionado conclusiones

	de forma precisa.
SOBRESA- LIENTE	Se han analizado soluciones precisas y se han reflexionado y modificado conclusiones de forma precisa.

Tabla 5. Rúbrica de evaluación de la situación de aprendizaje. Esta rúbrica sirve para medir el desempeño de los alumnos en cada actividad evaluable junto con los criterios de evaluación correspondientes.

4.8.2. Evaluación de la situación de aprendizaje y del docente

La evaluación de la situación de aprendizaje es necesaria para saber cómo enseña el docente. Esto ayuda a los profesores a descubrir qué métodos de enseñanza funcionan mejor, hacer clases más efectivas, mejorar cómo enseñan y dar una educación mejor y más útil.

La ejecución de esta evaluación se llevará a cabo mediante otra rúbrica, indicada en la Tabla 6, diseñada a partir de las pautas DUA para comprobar si la situación de aprendizaje es compatible con el Diseño Universal del Aprendizaje.

Rúbrica de evaluación siguiendo pautas DUA			
	Sí	Mejorable	No
FUNDAMENTO 1: Proporcionar diferentes formas de implicar al alumnado			
Se presentan actividades motivadoras para que el alumnado se implique en su aprendizaje.			
Se presentan actividades con distintos modos de agrupación buscando grupos dinámicos y diversos.			
Las actividades fomentan la participación y el respeto de diversidad de opiniones y realidades.			
Los alumnos reciben retroalimentación positiva por parte del docente cuando desarrolla adecuadamente una actividad.			
FUNDAMENTO 2: Incentivar diversas formas de representación			
Se presenta la información de forma oral y escrita.			
La información y actividades incluye una explicación oral.			
Se facilita la búsqueda de información en todos sus formatos en			

el aula.			
FUNDAMENTO 3: Facilitar diversas vías de acción y expresión			
Se presentan múltiples formas para que el alumnado se exprese correctamente.			
El alumnado sabe y comprende los criterios de evaluación			
Las actividades tienen modificaciones para que sea posible superarlas.			
Hay material acondicionado al alumnado con necesidades educativas.			

Tabla 6. Rúbrica de evaluación de la situación de aprendizaje conforme las pautas DUA. Con esta rúbrica es posible examinar en términos generales si la situación de aprendizaje formulada es adecuada o no a los principios y pautas DUA para poder comprobar si es mejorable o competente.

Como ya hemos dicho anteriormente, también hay que evaluar la labor del docente por parte de su alumnado a través de una rúbrica (Tabla 7) en formato cuestionario que puede ser transmitida a través de la plataforma online o impresa en papel.

Rúbrica de evaluación del docente por parte de su alumnado					
	1	2	3	4	5
Las actividades y el profesor son motivadores.					
La teoría y las actividades están balanceadas.					
El esfuerzo utilizado para aprobar ha sido el adecuado.					
El profesor ha informado de lo necesario para aprobar.					
El sistema de evaluación es adecuado.					
Los contenidos y lo que se ha evaluado están relacionados.					
El profesor explica con claridad.					
<i>Las respuestas pueden variar entre 1: “totalmente en desacuerdo”, 2: “en desacuerdo”, 3: “ni de acuerdo ni en desacuerdo”, 4: “de acuerdo” y 5: “completamente de acuerdo”.</i>					
¿Qué es lo que más te ha gustado o llamado la atención de la situación de aprendizaje?					
¿Qué es lo que menos te ha gustado de la situación de aprendizaje?					

¿Qué cambiarías, añadirías o quitarías?

Tabla 7. Rúbrica de evaluación del docente por parte del alumnado. Dicha rúbrica se les proporcionará por la plataforma o en papel para saber la opinión del trabajo del docente y efectuar modificaciones para años posteriores si así lo requiere.

4.9. Elementos curriculares complementarios

La Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, explica la importancia de incluir contenidos de carácter transversal en todas las áreas, materias y ámbitos, poniendo particular atención a la educación emocional, en los valores y a la potenciación del aprendizaje significativo y autónomo que promueva la reflexión y el pensamiento crítico.

Las cuestiones de carácter transversal son contenidos de enseñanza y aprendizaje que no están vinculados de forma natural o exclusiva con ninguna materia ni con ninguna etapa educativa, sino que conectan y conciernen al total de las áreas y acompañan durante todo el proceso de aprendizaje (Montes Mata et al., 2019). Los profesores deben emplear la transversalidad para que sus alumnos conecten con la realidad de su entorno y sean conscientes de que son personas valiosas para la sociedad y lo importante que es su correcto desarrollo de conocimientos y habilidades en el aprendizaje.

La Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre contiene una lista de contenidos transversales, con especial hincapié en la igualdad de oportunidades, la igualdad de derechos y de deberes; el trabajo en equipo y la cooperación, la prevención y resolución de conflictos, la importancia del respeto; salud y estilos de vida saludable; y los peligros de utilizar las TIC y las redes sociales.

En esta situación de aprendizaje, se integran algunos de los contenidos transversales esenciales como el respeto para fomentar un buen clima de trabajo y el trabajo en equipo como forma de alcanzar los objetivos de manera más eficiente.

4.10. Innovación

En el contexto de la educación, la innovación es la introducción de nuevas ideas, enfoques, métodos, tecnologías o prácticas que buscan transformar, actualizar y mejorar el proceso educativo. Implica encontrar formas creativas y efectivas de enseñar y aprender que superen a los ya conocidos métodos tradicionales. La innovación educativa busca mejorar la calidad de la educación, adaptarla a las

necesidades cambiantes de los estudiantes y preparar a los alumnos para los desafíos de su tiempo.

El Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) es considerado un enfoque innovador en la educación. En el ABP, a diferencia que en el aprendizaje tradicional, los estudiantes participan en la resolución de problemas del mundo real a través de proyectos o tareas que son significativos y relevantes para ellos. En lugar de recibir información pasivamente, los estudiantes se involucran activamente en la investigación, colaboración, toma de decisiones y presentación de resultados.

Además el ABP promueve el pensamiento crítico, la resolución de problemas, la creatividad y la colaboración, habilidades esenciales para la vida cotidiana y profesional. También motiva al alumnado, ya que los estudiantes a menudo se sienten más comprometidos cuando ven un propósito claro en lo que están aprendiendo. Por otra parte, en la educación se debe promover el uso responsable de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), por ello están presentes en esta situación de aprendizaje.

5. CONCLUSIÓN

La confección de todo este trabajo ha sido un gran desafío pero sobre todo una experiencia muy beneficiosa que me ha dado un empujón en mi avance hacia mi meta, ser profesor de biología y geología. Con mucho esfuerzo he podido poner en práctica por primera vez todo lo que he aprendido en este máster, los contenidos y las herramientas educativas para conseguir mejorar mis habilidades como docente.

La elección de realizar un trabajo de la especialidad de geología, siendo yo biólogo, ha sido una decisión enriquecedora. La geología ofrece unos conocimientos esenciales sobre el mundo natural facilitando enormemente que se involucren con el entorno y su realidad. Con respecto a haber trabajado con la estrategia educativa ABP, me ha ayudado a poder comprender el significado de una enseñanza activa, que propone situaciones reales a las que el alumnado puede enfrentarse, consiguiendo un aprendizaje más fluido y natural.

Por último, decir que a lo largo de toda la producción del proyecto, mi visión hacia el mundo de la docencia ha cambiado. Ahora valoro de forma superior las funciones que tiene un profesor, pues no solo tiene como objetivo que las nuevas generaciones tengan mayor conocimiento teórico, sino que somos agentes transformadores de la sociedad y en nuestras manos está construir un mundo mejor.

BIBLIOGRAFÍA

Águeda, J., Anguita, F., Araña, V., López Ruiz, J. y Sánchez de la Torre, L. (1977). Geología. Editorial Rueda, Madrid, 448 p.

Alfaro, P., Alonso Chaves, F.M., Fernández, C. y Gutiérrez Alonso, G. (2013). La tectónica de placas, teoría integradora sobre el funcionamiento del planeta. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 21, 168-180.

Anguita, F. y Moreno, F. (1978). Geología. Procesos Internos. Edelvives, Zaragoza, 200 p.

Argos. (s.f.) Revista de ciencia y tecnología.

<https://www.educa2.madrid.org/web/argos/inicio/-/visor/todo-lo-que-hay-detras-de-la-deriva-continental>

Cardarelli, F. (2008). Rocks and Meteorites. *Materials Handbook: A Concise Desktop Reference*, 885-925.

Cramer, F., Magni, V., Domeier, M., Shephard, G. E., Chotalia, K., Cooper, G., ... & Thielmann, M. (2020). A transdisciplinary and community-driven database to unravel subduction zone initiation. *Nature communications*, 11(1), 3750.

Deriva continental. (2023, 22 de Junio) *Wikipedia, La enciclopedia libre*. Fecha de consulta: 19:00, Junio 23, 2023 desde https://es.wikipedia.org/wiki/Deriva_continental.

Eurydice Network. (2011) Science education in Europe: national policies, practices and research. Education. Audiovisual and Culture Executive Agency, Brussels.

Fernández, C., & Alfaro, P. (2019). 50 años de Tectónicas de Placas. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 27(3), 235-237.

Fernández, C., Alfaro, P., Alonso, G. G., & Chaves, F. M. A. (2019). ¿Qué mueve las placas tectónicas?. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 27(3), 238-245. <https://raco.cat/index.php/ECT/article/view/372905>

Fini, E. H., Awadallah, F., Parast, M. M., & Abu-Lebdeh, T. (2018). The impact of project-based learning on improving student learning outcomes of sustainability concepts in transportation engineering courses. *European Journal of Engineering Education*, 43(3), 473-488. <https://doi.org/10.1080/03043797.2017.1393045>

FUNDACIÓN ESPAÑOLA PARA LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA (2022): *Encuesta de Percepción Social de la Ciencia*. Madrid. FECYT <https://geologiaweb.com/planeta-tierra/capas-tierra/>

Gradiente geotérmico. (2022, 28 de Septiembre) *Wikipedia, La enciclopedia libre*. Fecha de consulta: 20:00, Junio 1, 2023 desde https://es.wikipedia.org/wiki/Gradiente_geotérmico.

Guo, P., Saab, N., Post, L. S., & Admiraal, W. (2020). A review of project-based learning in higher education: Student outcomes and measures. *International journal of educational research*, 102, 101586. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2020.101586>

Hallam, A. (1972). *La deriva continental y el registro fósil*, en WILSON, E. (ed.), *Ecología, evolución y biología de poblaciones*, Barcelona, Selecciones de Scientific American, Omega, pp. 81-90.

Hartikainen, S., Rintala, H., Pylväs, L., & Nokelainen, P. (2019). The concept of active learning and the measurement of learning outcomes: A review of research in engineering higher education. *Education Sciences*, 9(4), 276. <https://doi.org/10.3390/educsci9040276>

Hosseini, S. A., & Molla, M. (2020). Asperger Syndrome. <https://europepmc.org/article/nbk/nbk557548>

Juárez-Pulido, M., Rasskin-Gutman, I., & Mendo-Lázaro, S. (2019). El Aprendizaje Cooperativo, una metodología activa para la educación del siglo XXI: una revisión bibliográfica. *Revista Prisma Social*, (26), 200-210. <https://revistaprismasocial.es/article/view/2693>

Mandlimath, T. R., Kumar, S. P., & Ramesh, M. (2021). Introduction and Scope of Geochemistry. *Geochemistry: Concepts and Applications*, pp. 161-178. <https://doi.org/10.1002/9781119710134.ch10>

Marnewick, C. (2023). Student experiences of project-based learning in agile project management education. *Project Leadership and Society*, 100096.

Martínez-Velásquez, N. Y., & Riveros-Míguez, S. Y. (2019). La enseñanza de caída libre bajo la metodología de aprendizaje activo. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (45), 35-56. http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0121-38142019000100035&script=sci_artt_ext

Mendo-Lázaro, S., León-del-Barco, B., Felipe-Castaño, E., Polo-del-Río, M. I., & Iglesias-Gallego, D. (2018). Cooperative team learning and the development of social skills in higher education: The variables involved. *Frontiers in psychology*, 9, 1536.

Molengraaf, G. A. F. (1928). *Wegener's continental drift. In Theory of Continental Drift: Symposium on the Origin and Movement of Land Masses both Inter-Continental and Intra-Continental, as Proposed by Alfred Wegener* (eds W. A. J. M. van Waterschoot van der Gracht, B. Willis, R. T. Chamberlin, J. Joly, G. A. F. Molengraaff, J. W. Gregory, A.

Wegener, C. Schuchert, C. R. Longwell, F. B. Taylor, W. Bowie, D. White, J. T. Singewald Jr. & E. W. Berry). American Association of Petroleum Geologists, Special Publication. pp. 90–2.

Montes Mata, K., Martín Uribe, R., Muñoz Beltrán, F. y Soto Valenzuela, M. (2019). Transversalidad y transdisciplina: la planificación docente en la educación superior. *Revista Publicando*, 6(20), 35-49.

Nance, R. D., & Murphy, J. B. (2013). Origins of the supercontinent cycle. *Geoscience Frontiers*, 4(4), 439-448.

Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (2013). PISA 2015 draft science framework. Paris: OECD. Retrieved from:
<http://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/Draft%20PISA%202015%20Science%20Framework%20.pdf>

Pastor, C. A. (2019). Diseño Universal para el Aprendizaje: Un modelo teórico-práctico para una educación inclusiva de calidad. *Participación Educativa*.

Pedrinaci, E. (2016). Qué debe saber todo ciudadano acerca del planeta en que habita. *Revista de Didáctica de las Ciencias Experimentales*. 83.7-12.

Rusca-Jordán, F., & Cortez-Vergara, C. (2020). Trastorno por déficit de atención con hiperactividad (TDAH) en niños y adolescentes. Una revisión clínica. *Revista de Neuro-Psiquiatría*, 83(3), 148-156.

Schubert, G., Turcotte, D.L. y Olson, P. (2001). *Mantle Convection in the Earth and Planets*. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 940 p.

Torrego, L. y Méndez, R. A. (2018). Un acercamiento al aprendizaje basado en proyectos, cien años después de «The Project Method», de WH Kilpatrick. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 21(2), 1-12.

Trubitsyn, A. P. y V. P. Trubitsyn. *Distribution of Temperature and Heat Flux in the Earth: The Influence of Sphericity of the Mantle*. *Izvestiya, Atmospheric and Oceanic Physics* 56 (2020): 837-844.

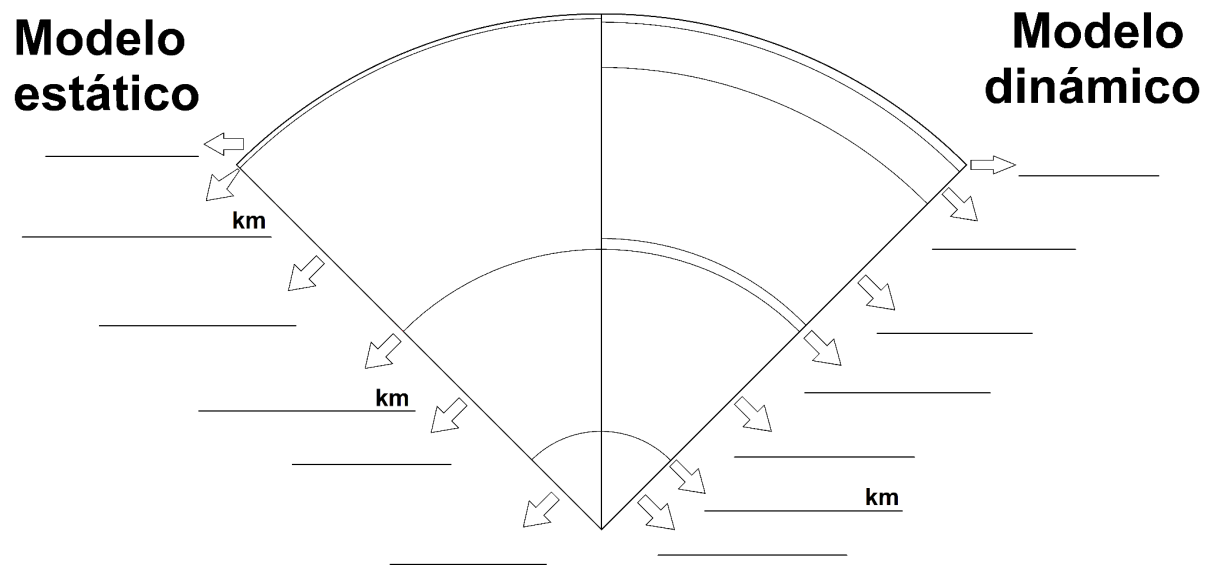
van Heijst, H.J., Ritsema, J. y Woodhouse, J.J. (1999). *Global P and S velocity structure derived from normal mode splitting, surface wave dispersion and body wave travel time data*. *Eos Trans. AGU*, 80(17), Spring Meet. Suppl., S221.

Wegener, A. (1912). Die Herausbildung der Grossformen der Erdrinde (Kontinente und Ozeane), auf geophysikalischer Grundlage. *Petermanns Geographische Mitteilungen*, 63, 185.

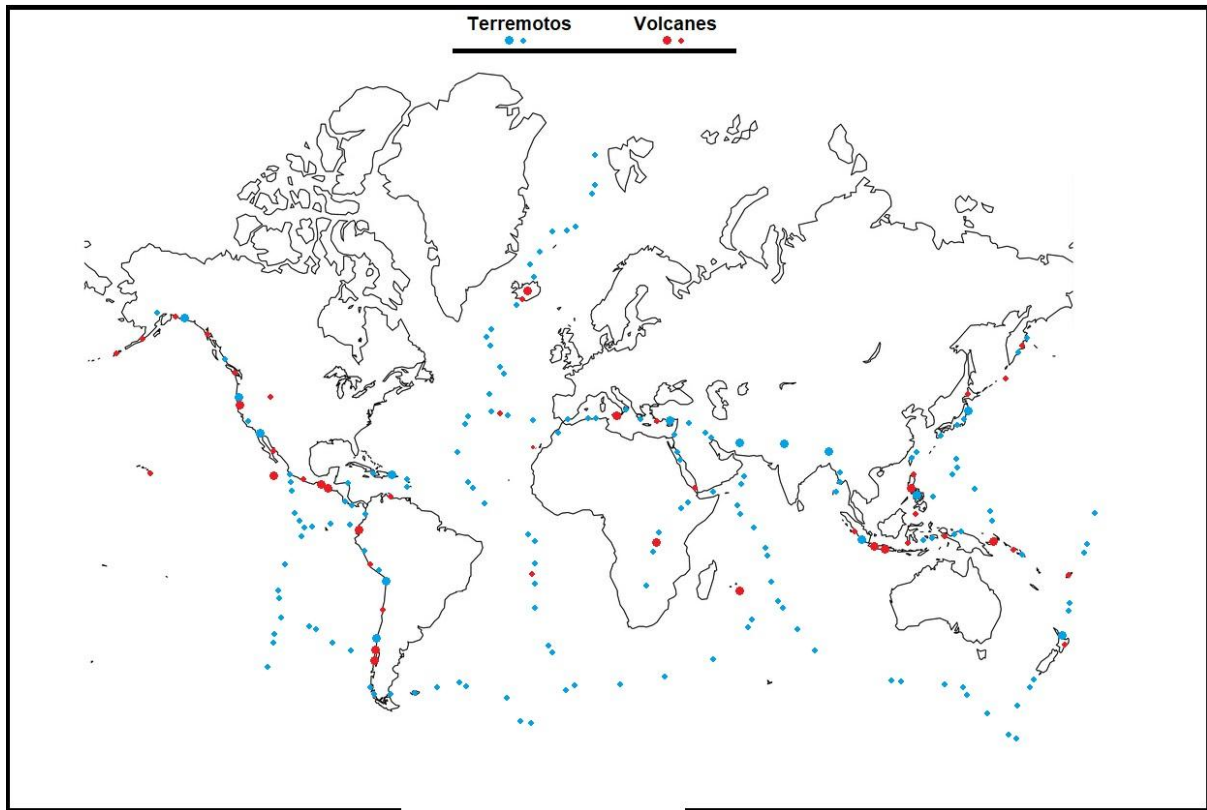
Zheng, Y. F., & Zhao, G. (2020). Two styles of plate tectonics in Earth's history. Science Bulletin, 65(4), 329-334.

ANEXOS

ANEXO I



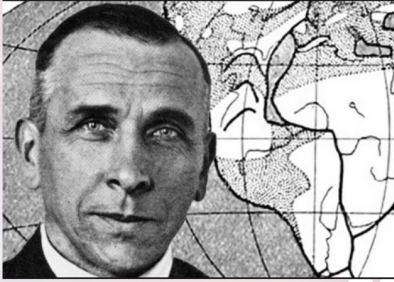
ANEXO II



ANEXO III

¿Cuál de estas pruebas utilizó Alfred Wegener para defender la Deriva Continental?

38



▲ Pruebas paleogeográficas	☐	◆ Pruebas paleontológicas	☒
● Vídeo de cómo se movían los continentes	☐	■ Pruebas geométricas	☐

Los continentes de África y Sudamérica encajan. Cómo se denomina esta prueba?

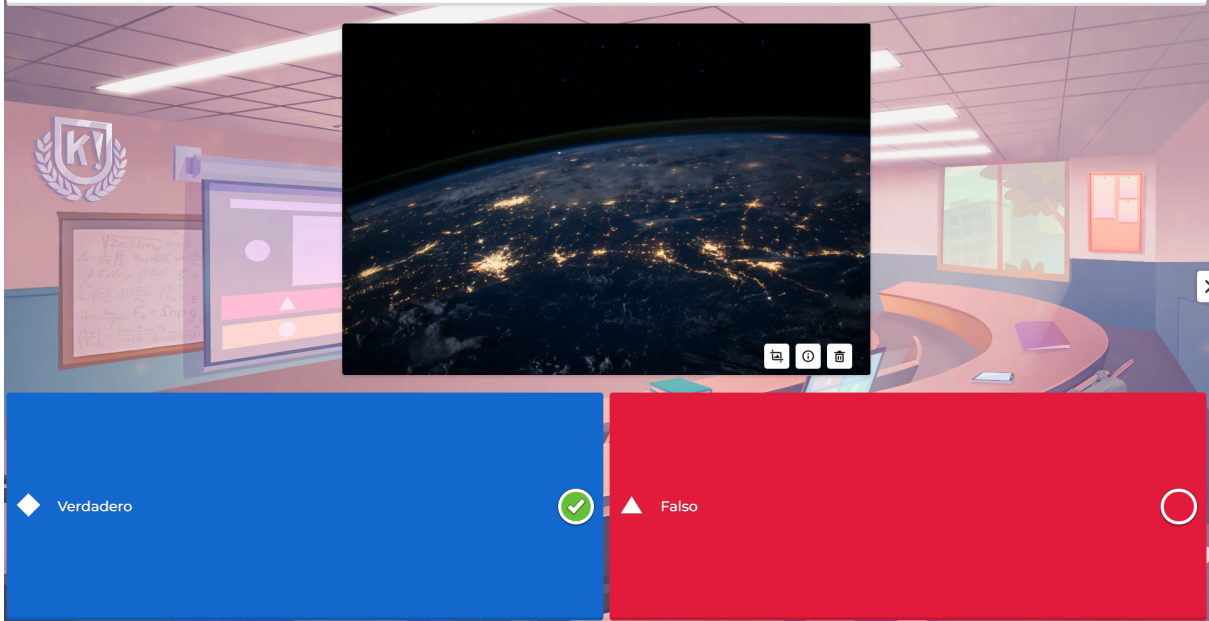
43



▲ Prueba geológica	☐	◆ Prueba paleontológica	☐
● Prueba geográfica	☒	■ La prueba del algodón	☐

La corteza es la capa más externa del modelo estático / químico de la Tierra

44



Verdadero ☒

Falso ☐

¿Cual es la segunda capa más interna del modelo dinámico?



Núcleo interno ☐

Núcleo sólido ☐

Núcleo externo ☐

Núcleo fluido ☒

Ordena de más superficial a más internas estas capas dinámicas de la Tierra



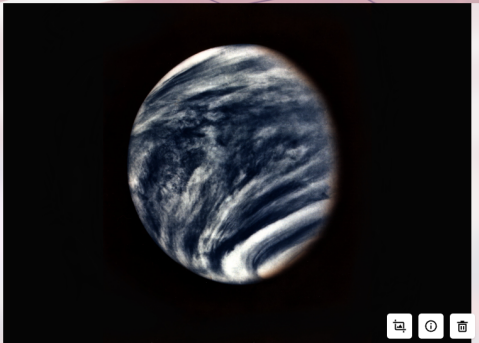
▲ Litosfera

◆ Astenosfera

● Mesosfera

■ Núcleo fluido

¿A qué profundidad se localiza la discontinuidad de Lehman?



▲ 2900 km

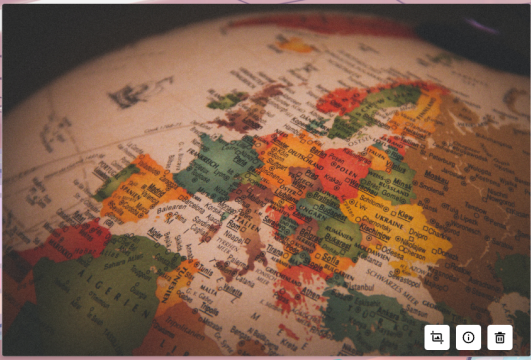
◆ 5515 km

● 2800 km

■ 5155 km

La placa Euroasiática es exclusivamente continental

69



Verdadero

Falso

En los bordes de placa convergentes...



...se destruye litosfera.

...se crea litosfera.

...hay un rift continental.

...hay una dorsal oceánica.

La Deriva Continental de Alfrfed Wegener NO pudo explicar por qué se movían las placas tectónicas

23



Verdadero

Falso

¿Cual es un ejemplo de borde de placas transformante?

67



La falla de san Andrés

El rift africano

La dorsal atlántica

La costa occidental de sudamérica

ANEXO IV

¿Por qué se mueven las placas tectónicas?

Encontrar una respuesta acertada a este interrogante ha sido un verdadero desafío de la Tectónica de Placas. En las aulas se suele transmitir la idea de que el motor del movimiento de las placas es exclusivamente el efecto de “arrastre” de las corrientes de convección del manto sublitosférico. Aunque todavía falta información para dar una respuesta definitiva, los datos actuales apuntan a una acción conjunta del flujo térmico del interior terrestre y de la gravedad como agentes motores responsables del movimiento. La convección es importante para explicar cómo y por qué se mueven las placas pero hay otros dos fenómenos aún más cruciales, la gravedad y el gradiente de temperatura en el interior del planeta Tierra. El efecto de la gravedad provoca que las placas sean una parte integral y activa de la convección: cuando la placa oceánica subduce bajo otra placa se producen cambios mineralógicos debidos al aumento de presión, aumentando la densidad de la placa y haciendo que sea más fácil que siga hundiéndose por el efecto de la gravedad (Alfaro et al., 2013). El gradiente de temperatura interno de la Tierra permite que el manto sublitosférico sea parcialmente fluido. Esta temperatura tiene en parte una explicación en el calor original y remanente conservado desde la formación del planeta y por otra parte de la radioactividad como fuente natural de producción de energía térmica. El material del manto más cercano al núcleo se calienta por proximidad, se vuelve menos denso y asciende hacia la superficie. A medida que el material se enfría en la parte superior, se vuelve más denso y desciende nuevamente hacia el interior de la Tierra.

Alfaro, P., Alonso-Chaves, F. M., Fernández, C., & Gutiérrez-Alonso, G. (2013). Fundamentos conceptuales y didácticos: La tectónica de placas, teoría integradora sobre el funcionamiento del planeta. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 21(2), 168-180.