



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Máster

Aprendizaje basado en juego en la geodinámica
interna de 3º de ESO

Game-based learning on internal geodynamics in 3rd
of ESO

Autor

Guillermo Manuel Ramos
Román

Director

José F. Llorens Benito

FACULTAD DE EDUCACIÓN
2024/2025

ÍNDICE

Contenido

ÍNDICE	2
I. INTRODUCCIÓN	3
<i>I.A. Presentación del trabajo por apartados.....</i>	<i>3</i>
<i>I. B. Contexto del centro donde se han realizado los Prácticum I y II</i>	<i>3</i>
<i>I.C. Presentación personal y trayectoria académica y profesional</i>	<i>4</i>
II. ANÁLISIS DIDÁCTICO DE DOS ACTIVIDADES REALIZADAS EN ASIGNATURAS DEL MÁSTER Y SU APLICACIÓN EN EL PRÁCTICUM.....	4
III. PROPUESTA DIDÁCTICA.....	5
<i>III. A. Título y nivel educativo.....</i>	<i>5</i>
<i>III. B. Evaluación inicial</i>	<i>6</i>
<i>III. C. Fundamentación teórica.....</i>	<i>8</i>
IV. ACTIVIDADES	9
<i>IV. A. Contexto de aula y participantes</i>	<i>9</i>
<i>IV. B. Metodología de la propuesta</i>	<i>9</i>
<i>IV. C. Actividades realizadas</i>	<i>12</i>
V. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE APRENDIZAJE	17
VI. ANÁLISIS CRÍTICO DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA Y PROPUESTA DE MEJORA.....	21
VII. CONSIDERACIONES FINALES	23
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	24
IX. ANEXOS.....	26

Dicha junta municipal tiene una tasa de envejecimiento del 291% y un índice de juventud del 34%, frente a la media de la ciudad que es de 162% y 62%, respectivamente. No obstante, la junta municipal Centro destaca por su elevada tasa de nivel de estudios, ya que el 30% de la población posee un título universitario y el 90% ha superado los estudios obligatorios. En cuanto a la distribución poblacional, la edad media es de unos 50 años, superior a los 45 de la media municipal, y se compone de un 11% de población migrante, cifra menor a la media municipal de 16%, la mayoría de ellos provenientes de Europa y América. (Ayuntamiento de Zaragoza; Observatorio de Estadística, 2021) y la renta media por hogar es de unos 40.000-45.000 €, siendo superior a la media del municipio, que es de unos 37.000 € por hogar (Ayuntamiento de Zaragoza; Observatorio de Estadística, 2023). Sin embargo, al ser un centro público, el número de alumnado migrante está más representado que la cifra anterior, y es además un centro PROA+, lo que indica que tiene un número importante de alumnos en riesgo de situación de vulnerabilidad. El IES Medina Albaida es un centro relativamente pequeño, lo cual le condiciona a la hora de acordar grupos, personal e itinerarios. Su seña de identidad es la adaptabilidad para alumnos con discapacidad motora, para los cuales es un centro preferente.

La oferta académica es de ESO y dos modalidades de Bachillerato: Ciencias y Tecnología, y Humanidades y Ciencias Sociales. El IES Medina Albaida está adscrito además en el programa bilingüe BRIT Aragón en inglés, y uno de esos grupos fue alumnado mío durante mis prácticas. Sus principales proyectos internacionales son eTwinning y Erasmus+, que permiten tanto al alumnado como al profesorado vivir experiencias académicas en otros países (IES Medina Albaida, 2024). En general, es un centro con una amplia oferta de actividades extraescolares y de oportunidades académicas, a pesar de su limitado tamaño.

I.C. Presentación personal y trayectoria académica y profesional

Tras graduarme en Biotecnología en la Universidad de Zaragoza y estudiar un máster sobre Seguridad Alimentaria en la Universidad de Burgos, decidí probar a realizar este máster para no cerrarme a esa opción. Me gusta enseñar y las expectativas de ser profesor me parecen bastante favorables, de modo que a través de este máster he buscado adquirir los conocimientos y nociones necesarios. Después de realizar las prácticas, mi interés por esta profesión se reafirmó y he decidido dedicarme a ello en el futuro.

II. ANÁLISIS DIDÁCTICO DE DOS ACTIVIDADES REALIZADAS EN ASIGNATURAS DEL MÁSTER Y SU APLICACIÓN EN EL PRÁCTICUM

Entrevista a profesor

En la asignatura *Sociedad, familia y procesos grupales* tuvimos una actividad práctica que consistía en entrevistar a un profesor desde el punto de vista de la psicología social comunitaria. El profesor entrevistado llevaba unos diez años trabajando en el CPI Rosales del

Canal, en el barrio de Valdefierro. La entrevista se centraba en los alumnos como grupo social, y cómo puede influir su nivel económico en su educación, pero a mí me llamó la atención una cuestión que dijo el profesor. Afirmó que en su experiencia los alumnos apenas ven películas y que la mayoría sólo recuerdan haber visto en su niñez. Esto provoca que los alumnos desconozcan un aspecto cultural como lo es cine, además de artístico, y que haya una mayor brecha generacional entre profesorado y alumnado.

Este es un tema que en otros centros se le da importancia. En el IES Medina Albaida, mi centro de prácticas, la Zona Joven organizaba un evento sobre películas icónicas de la década de los 80 y posteriores. Por todo esto, cuando tuve que idear mi propuesta didáctica, una de mis primeras opciones era realizar una actividad que acercara el cine al alumnado. Al final se materializó en la tercera actividad, que no es un análisis crítico de películas ni nada parecido, pero sí que urde una relación entre la geología y el cine.

Herramientas digitales para la evaluación

En la asignatura *Innovación e investigación educativa en biología y geología* se impartió un seminario sobre instrumentos de evaluación con el empleo de herramientas digitales. Este seminario estaba dirigido para darnos ideas de cara a las subsiguientes prácticas, de forma que presté especial atención. En el seminario dan unas directrices sobre cómo realizar una evaluación y por último se muestran ejemplos de recursos web con los que diseñarla. Dichas páginas web son algunas muy conocidas como *Kahoot*, *Plickers* o *Edpuzzle*, y, si bien la mayoría requiere registrarse y por ello finalmente no probé todas, sí me dio ideas sobre cómo realizar la evaluación inicial de la propuesta.

Quería que la evaluación inicial fuese sencilla y entretenida para el alumno, y finalmente opté por diseñar un crucigrama mediante la web *Interacty*. Este crucigrama lo entregué en papel para dar mayor facilidad al alumno, y si bien no es el instrumento más analizable, es algo diferente a lo habitual para el alumno y le sirve para distraerse un rato. Otro tipo de instrumentos de evaluación inicial visto en esta asignatura y otras del máster son los que utilizan recursos web donde los alumnos introducen las palabras que se les ocurran sobre un tema. El crucigrama no es exactamente lo mismo pero resultó ser parecido, ya que muchos alumnos recordaban conceptos relacionados con el tema pero incorrectos, lo que puede dar pie a una explicación por parte mía.

III. PROPUESTA DIDÁCTICA

III. A. Título y nivel educativo

Mi propuesta didáctica se trabaja en la unidad de geodinámica interna de 3º de ESO, que se basa en el bloque de saberes *H. Procesos geológicos internos y externos* de la asignatura Biología y geología, de acuerdo con la Orden ECD/1172/2022, de 2 de agosto (BOA, 2022).

En esta unidad, los alumnos aprenden por primera vez sobre la teoría de la tectónica de placas, a la vez que aprenden sobre su relación con eventos naturales como los terremotos o los volcanes. Como en 4º curso este tema se centra más en la tectónica de placas, mi idea fue crear una propuesta dedicada a los desastres naturales anteriormente mencionados. La propuesta se divide en dos partes. La primera es un aprendizaje basado en juego donde los alumnos tienen que intentar predecir la distribución geográfica de estos desastres naturales, y su relación con la tectónica de placas, a través de un juego similar al famoso *Hundir la flota*. Esta parte se divide en dos actividades. A su vez, la segunda parte es una ficha que sirve como evaluación de la unidad entera, que también se basa en estos desastres naturales y en cómo son representados en el cine, ayudando a entender su naturaleza.

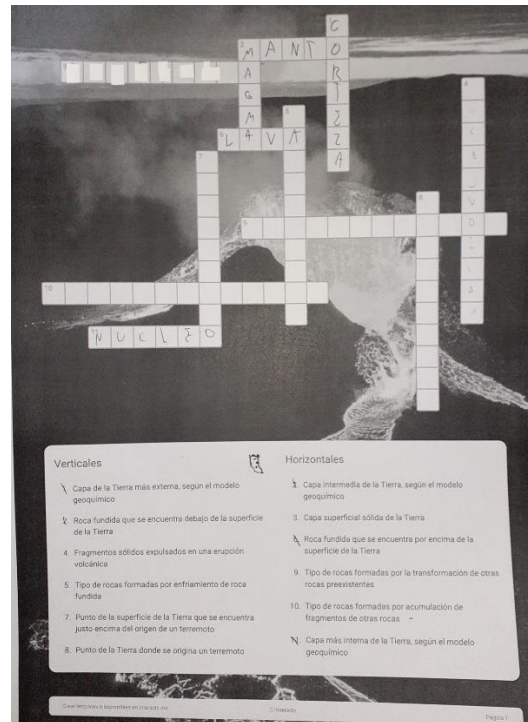
III. B. Evaluación inicial

Para preparar la evaluación inicial revisé principalmente libros de texto de 1º y 3º de ESO, para comprobar qué nivel de conocimientos sobre el tema pueden tener los alumnos, y a qué nivel deberían llegar durante el presente curso. También revisé un poco el temario de 4º de ESO, para evitar emplear términos propios de ese curso y no de 3º. Los conocimientos previos de 1º de ESO vienen del bloque *B. Estructura y materiales de la Tierra*, donde se ven las capas de la Tierra, los tipos de rocas, y un poco sobre volcanes.

Otras propuestas de este tema se centran en prevención de riesgos naturales, de modo que en su evaluación inicial realizan preguntas sobre seguridad, aunque eso es propio de países con mayor actividad sísmica como Japón o Indonesia (Asiah et al., 2023; Mejías Tirado & Morcillo Ortega, 2007), de modo que en España no tiene mucho sentido, ya que los alumnos no tienen una educación específica sobre estos desastres. Aun así, incluí un aviso de recomendaciones durante un terremoto en el temario, y también discutimos en clase sobre el caso reciente más importante ocurrido en España como lo es el terremoto de Lorca.

Para realizar la evaluación inicial valoré el uso de diversas herramientas digitales, como Kahoot, con las que hoy en día los alumnos están familiarizados, y que además promueven un mayor interés y aprendizaje (Prieto et al., 2019). Sin embargo, requieren uso de móvil, y el propio uso del móvil puede provocar que los alumnos se distraigan. Por ello, opté por diseñar un crucigrama creado mediante la plataforma online *Interacty*. Se creó un crucigrama (*Fig. 2*) en español para los alumnos de 3º C y otro idéntico, pero en inglés, para el grupo de BRIT (*Anexo 1*). Los términos utilizados en las soluciones del crucigrama eran: *lava*, *magma*, *corteza*, *manto*, *núcleo*, *geosfera*, *epicentro*, *hipocentro*, *magmáticas*, *plutónicas*, *sedimentarias*, *piroclastos*. El propósito principal era comprobar si los estudiantes recordaban términos vistos en 1º de ESO, y ver si podían diferenciar entre algunos similares como *lava* y *magma*, o *epicentro* e *hipocentro*. El único término que podrían no haber visto con anterioridad es *piroclastos*, el cual añadí por curiosidad para ver si algún alumno la conocía.

Fig. 2. Ejemplo de evaluación inicial de un alumno de 3º C.



Muchos alumnos se dedicaban a corregir sus crucigramas cuando yo lo resolvía, a pesar de aclararles con anterioridad que esta actividad no contaba para nota, de modo que no dejaron por escrito el resultado real. Sin embargo, visualmente era claro cuándo corregían una palabra y cuándo no. El error más común que tenían era confundir la geosfera con otro tipo de capas de la Tierra como atmósfera o hidrosfera. La mayoría sí que recordaban las capas de la geosfera (corteza, manto y núcleo), pero muchos se confundían entre lava y magma, y no recordaban hipocentro o epicentro. En cuanto a los tipos de rocas, el que más recordaban eran las magmáticas, aunque muchos las llamaban volcánicas. Esta evaluación inicial no está directamente relacionada con la propuesta, sino que sirve para introducir el temario. Todos esos términos se explican durante el temario y se trabajan también durante la propuesta.

Antes de cada tema de Biología y Geología es importante conocer qué concepciones erróneas pueden tener los alumnos, adquiridas a través de otras personas o incluso a través de los libros de texto, que también pueden contenerlas.

La tectónica de placas es uno de los temas donde los alumnos parten con más ideas alternativas sobre todas sus características como composición o movimiento, si coinciden con los continentes, si se mueven vertical u horizontalmente, etc. (Kirby, 2011), y una concepción errónea bastante común es confundir la definición de continente con placa litosférica (Domenéch-Casal, 2015). Otro factor relacionado con la tectónica de placas es su riesgo para las poblaciones humanas y los ecosistemas. A menudo, los alumnos tienen ideas preconcebidas como que los riesgos geológicos son exclusivos de los límites de placa, que

dichos límites siempre implican riesgo, o que eventos geológicos como las erupciones volcánicas sólo se dan durante el movimiento de las placas (Doménech-Casal, 2019). También hay confusión sobre qué tipo de accidentes geológicos se forman en los bordes de placas. Algunos alumnos piensan que en dichos bordes se forman los cañones, o que los volcanes se forman por el plegamiento de dos placas (Mills et al., 2017).

También hay una amplia variedad de ideas previas sobre rocas y minerales y sus determinados tipos, si una roca y un mineral son lo mismo, origen y formación, etc. (Clark et al., 2011). Los alumnos tienen algo más de ideas acertadas sobre los volcanes en comparación con los terremotos, pero a menudo se les relaciona entre sí de forma demasiado directa (King, 2010) o con fenómenos que tienen menos que ver, como el calentamiento global (Vergara-Díaz et al., 2020), y dichas ideas están influidas además por películas y otros productos de entretenimiento (Barnett et al., 2006). La estructura de la Tierra suele ser acertada en cuanto a su forma de capas concéntricas, pero a menudo se confunden en cuanto a su escala (Francek, 2013; Kirby, 2011), y representan a la corteza como una capa por encima de la litosfera (Smith & Bermea, 2012).

Para cambiar estas concepciones erróneas de los alumnos y mejorar su comprensión lo más efectivo es aportarles modelos de aprendizaje más efectivos que los que pudieran tener antes, en lugar de únicamente señalar sus errores (McDonald et al., 2019).

III. C. Fundamentación teórica

El aprendizaje basado en juegos es sin duda uno de los más entretenidos dentro de la enseñanza. Más aún si además es cooperativo. Es un tipo de aprendizaje con el que el tanto el alumno como el profesor puede identificar mayor relación respecto a lo que hace en su tiempo libre, lo cual aumenta su estimulación e interés por el aprendizaje (Jääskä & Aaltonen, 2022), aunque su uso en el área de geología no está tan extendido (Teixeira & Vasconcelos, 2024). Muchas propuestas se basan en juegos interactivos digitales diseñados por el propio autor, como videojuegos o simulaciones interactivas (Cavadas & Aboim, 2021), y dentro de este tema se pueden emplear en la prevención de riesgos (Çoban & Göktaş, 2022). Como algo a ese nivel escapa a mis competencias y mis recursos, diseñé un juego sencillo en papel basado en el juego de mesa *Hundir la flota (Battleship)* de Hasbro, Inc. Me inspiré en una actividad publicada en el portal *Earth Learning Idea*, de la organización *Earth Science Teachers' Association*, que adaptaba el juego de los barcos para predecir la localización de volcanes y terremotos (Turner, n.d.). Lo que yo hice fue expandir esa idea con otros conceptos del tema como los tipos de erupciones volcánicas o la magnitud de los terremotos, además de aportar una mayor relación con las placas tectónicas.

La tercera actividad se desmarca de ese aprendizaje basado en juegos y opta por conectar los conocimientos del tema que ha adquirido el alumno con recursos educativos como lo es el cine. Mi objetivo aquí es que los alumnos puedan diferenciar claramente cuándo en una

película se exageran hechos que ocurrieron en la realidad para darle mayor dramatismo o simplemente por falta de rigor. Además, al estudiar ejemplos de eventos geológicos que han ocurrido en el pasado puede que le den una mayor importancia al tema y su interés sea mayor (Zamalloa & Sanz, 2023). Es importante que aprendan la diferencia entre un producto audiovisual educativo y uno puramente comercial (Perales-Palacios, 2021). Además, el aprendizaje es efectivo si el material audiovisual va acompañado de apuntes y explicaciones teóricas (Sacedón et al., 2020), y por ello en la actividad también se pide una búsqueda de información.

IV. ACTIVIDADES

IV. A. Contexto de aula y participantes

La propuesta se realizó con dos grupos de 3º de ESO. Uno de ellos fue el grupo de 3ºC, compuesto por 26 alumnos (16 chicos y 10 chicas). El otro grupo se componía de alumnos del programa BRIT provenientes de 3ºA y 3ºB, y se denominará 3º BRIT a partir de ahora. Estaba compuesto por 21 alumnos (9 chicos y 12 chicas). Ambos grupos tenían desdoble en el laboratorio una vez a la semana, donde se dividían por la mitad y había que impartir dos horas seguidas. El grupo BRIT presenta un perfil de alumno más participativo, motivado y atento en las clases, lo que se intensifica dado el número menor de alumnos. El grupo de 3ºC tiene un perfil más disruptivo, donde también hay alumnos que participan y tienen éxito académico, pero en menor medida. No obstante, ambos grupos son bastante habladores, lo cual se reduce mucho en las clases de desdoble.

La mayor problemática se da en 3º C, donde hay más desinterés por la asignatura y hay un par de alumnos de perfil absentista. En la propuesta, como se verá más adelante, hay actividades cooperativas, por lo que, si un alumno no muestra el mínimo interés o directamente no se presenta, no solo afectaría a su propia experiencia sino también a la de su compañero. Además, la distribución de los alumnos también influye, porque normalmente, si son disruptivos, son sentados junto a otros con los que no hablen, pero eso también afectaría a su desempeño en el aprendizaje cooperativo. Una posible solución sería repartirlos de forma aleatoria.

IV. B. Metodología de la propuesta

Parte teórica

La propuesta tiene lugar al final de la unidad didáctica de geodinámica interna, de forma que al comenzar toda la teoría ha sido ya impartida. Dicha unidad didáctica se basa en parte del saber básico *H. Procesos geológicos internos y externos*, de la asignatura de Biología y geología, y se divide en los apartados: estructura interna de la Tierra, tipos de rocas, terremotos, volcanes y tectónica de placas (*Tabla 1*). La teoría fue impartida en un total de 5

días (*Tabla 2*). En las presentaciones teóricas, a menudo se apoyaba con material audiovisual procedente de YouTube, algunos de ellos estaban incluidos en las presentaciones, mientras que otros los podía improvisar si veía que podían ayudar a la comprensión del tema. Ya desde el Prácticum I me di cuenta de que los alumnos están más callados y concentrados durante la reproducción de un vídeo, de modo que me parecen un recurso muy útil.

La presentación teórica (*Anexo 2*) es escueta y va directa al grano. Se apoya mucho en imágenes y tiene poco texto. Esto ayuda al alumnado, que suele estar acostumbrado a memorizar directamente todo el texto que haya en el tema. Al inicio de cada clase, siempre se repasaba lo visto durante la anterior, y es importante también repetir los conceptos vistos en cada clase varias veces, ya sea a través de vídeos, ejemplos de casos prácticos, etc.

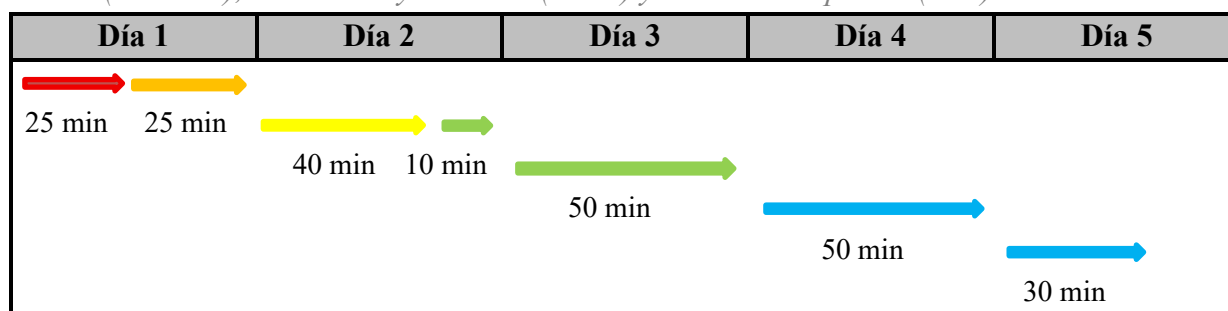
Cuando se acababa una subunidad, se mandaba como tareas para casa una ficha de ejercicios sencillos relacionados, que se solían corregir otros días en los que podía quedar algo de tiempo sobrante. No eran ejercicios calificables, pero se apuntaban como punto positivo para el alumno, y se revisaban directamente en su cuaderno, sin mirarlo de forma muy exhaustiva. Se realizaron cuatro fichas de ejercicios (*Anexo 3*) divididas en: estructura interna de la Tierra, tipos de rocas, volcanes y terremotos, y tectónica de placas. Las fichas donde hubo mayor participación fueron la 3 y la 4, y en general 3º BRIT completó más ejercicios.

Tabla 1: Apartados de las clases teóricas de la unidad didáctica, impartidos antes de la propuesta didáctica.

Concreción de saberes	Competencias específicas	Criterios de evaluación	Procedimiento de evaluación	Instrumento
Evaluación inicial – Saberes básicos de 1º de ESO	CE.BG.1	1.1	Análisis de cuestionario	Crucigrama
		1.2		
	CE.BG.2	2.2		
Estructura interna de la Tierra: modelo geoquímico y modelo geodinámico.	CE.BG.1	1.1	Observación de cuaderno de alumno	Ficha de ejercicios 1
		1.2		
	CE.BG.2	2.1		
		2.2		
Tipos de rocas: rocas magmáticas, sedimentarias y metamórficas	CE.BG.1	1.1	Observación de cuaderno de alumno	Ficha de ejercicios 2
		1.2		
	CE.BG.2	2.1		
		2.2		
Terremotos: epicentro,	CE.BG.1	1.1	Observación de	Ficha de

magnitud y riesgos. Volcanes: estructura, tipos de erupciones y riesgos.		1.2	cuaderno de alumno	ejercicios 3
	CE.BG.2	2.1		
		2.2		
	CE.BG.4	4.2		
	CE.BG.6	6.1		
		6.3		
Tectónica de placas: mecanismo y límites de placa. Puntos calientes.	CE.BG.1	1.1	Observación de cuaderno de alumno	Ficha de ejercicios 4
		1.2		
	CE.BG.2	2.1		
		2.2		
	CE.BG.4	4.1		
		4.2		
	CE.BG.6	6.3		

Tabla 2: Cronograma que muestra la distribución temporal de las clases teóricas. Se divide en los apartados: evaluación inicial (rojo), estructura interna de la Tierra (naranja), tipos de rocas (amarillo), terremotos y volcanes (verde) y tectónica de placas (azul).



La unidad didáctica tuvo un examen al finalizar. Yo no estuve en el centro para cuando tuvo lugar, y tampoco lo diseñé yo, pero la profesora me lo mostró y el examen consistía en ejercicios procedentes de las fichas que había preparado yo para la unidad.

Propuesta didáctica

La propuesta didáctica se desarrolló por completo en formato papel para tener un manejo más fácil por mi parte, dado que no estoy del todo familiarizado con los recursos utilizados por los profesores del centro, como *Google Classroom*.

La primera parte de la propuesta se denomina *Descubriendo las placas*, y se fundamenta en el aprendizaje basado en juego, ya que se basa en el popular juego de los barcos *Hundir la flota*, y se compone de dos actividades. En la primera de ellas, los alumnos, agrupados por parejas, tienen que averiguar sobre un mapa del mundo a cuadrículas dónde puede haber actividad

volcánica o sísmica, pero por turnos de forma similar al juego anteriormente mencionado. Tienen, entonces, que competir entre sí para ver quién adivina más, pero el resultado final servirá para la segunda actividad, que es cooperativa. Lógicamente, un alumno que haya prestado atención a la teoría puede inferir dónde hay actividad sísmica o volcánica con mayor facilidad, o incluso acordarse de los ejemplos ya vistos.

La segunda actividad es cooperativa y consiste en, a partir de las fichas de la anterior actividad, dibujar los límites de placa sobre otra ficha diferente, que comparte cada pareja de alumnos. Es interesante, además, porque los límites que conocemos se basan en la actividad sísmica y volcánica, de la misma forma que esta actividad.

La tercera actividad de la propuesta no sigue los mismos tipos de aprendizaje, sino que se basa en la síntesis de la unidad entera por parte de un alumno individual, a través de la argumentación mediante los términos vistos en el temario.

IV. C. Actividades realizadas

Como ya se ha dicho, la propuesta se podría dividir en dos partes. La primera se compone de dos pequeñas actividades, mientras que la segunda es una sola. Las tres actividades se realizaron al final de la unidad, después de impartir el temario, como se muestra en el cronograma. Ninguna actividad duraba una clase entera (*Tabla 3*), de modo que el tiempo restante se solía complementar corrigiendo ejercicios.

Tabla 3. Tabla de actividades de la propuesta didáctica.

Sesión	Actividad	Descripción
1	Evaluación inicial (30 min)	Crucigrama introductorio del temario.
2	Juego <i>Descubriendo las placas</i> – Parte 1 (35 min)	Los alumnos se dividen por parejas y compiten para localizar los desastres naturales.
3	Juego <i>Descubriendo las placas</i> – Parte 2 (35 min)	Cada pareja coopera para delimitar los límites de placas a partir de lo anterior.
4	<i>Desastres geológicos en la ficción</i> (tarea para casa)	Tarea individual sobre la representación de los desastres naturales en el cine.

En cuanto al currículo, la primera y segunda parte no coinciden en todos los criterios de evaluación, pero por supuesto están relacionados. Las competencias específicas según la Orden ECD/1172/2022, de 2 de agosto son:

- CE.BG.1: Interpretar y transmitir información y datos científicos y argumentar sobre ellos utilizando diferentes formatos para analizar conceptos y procesos de las ciencias biológicas y geológicas.
- CE.BG.4: Utilizar el razonamiento y el pensamiento computacional, para resolver problemas o dar explicación a procesos de la vida cotidiana relacionados con la

biología y la geología, analizando críticamente las respuestas y soluciones y reformulando el procedimiento, si fuera necesario.

- CE.BG.6: Analizar los elementos de un paisaje concreto utilizando conocimientos sobre geología y ciencias de la Tierra para explicar la historia y la dinámica del relieve e identificar posibles riesgos naturales.

Mientras que los criterios de evaluación son:

- 1.1 Analizar conceptos y procesos biológicos y geológicos interpretando información en diferentes formatos (modelos, gráficos, tablas, diagramas, fórmulas, esquemas, símbolos, páginas web, etc.), manteniendo una actitud crítica y obteniendo conclusiones fundamentadas.
- 4.1. Resolver problemas o dar explicación a procesos biológicos o geológicos utilizando conocimientos, datos e información aportados, el razonamiento lógico, el pensamiento computacional o recursos digitales.
- 4.2. Analizar críticamente la solución a un problema sobre fenómenos biológicos y geológicos.
- 6.3 Reflexionar sobre los riesgos naturales mediante el análisis de los elementos de un paisaje.

Tabla 4. Tabla de criterios de evaluación incluidos en cada actividad.

Competencias específicas	Criterios de evaluación	Actividad 1	Actividad 2	Actividad 3
CE.BG.1	1.1	✓	✓	✓
CE.BG.2	2.2			✓
CE.BG.4	4.1		✓	✓
	4.2		✓	
CE.BG.6	6.3			✓

Descubriendo las placas – Parte 1

La primera parte del juego es una simple adaptación del famoso juego *Hundir la flota*, donde los alumnos se dividen en parejas y deben competir por localizar volcanes y terremotos. No conocía demasiado a los alumnos, así que compuse las parejas de la forma en que ya estaban sentados en la clase. Cada alumno tiene una ficha (*Fig. 3-4*) con un mapa del mundo dividido en cuadrículas, en la que tiene que adivinar, recordando instrucciones explícitas anteriores, dónde hay volcanes o terremotos (cada alumno adivina uno de los dos). En el reverso de la ficha se encuentra la solución de forma cruzada, de modo que aquel que adivina dónde hay terremotos tiene la solución de los volcanes, y viceversa. Cada turno elige una coordenada un alumno y siempre se alternan, independientemente de si ha acertado o no.

Fig. 3. Anverso (izda.) y reverso (dcha.) de una de las fichas de la propuesta, que muestra las soluciones de los volcanes.

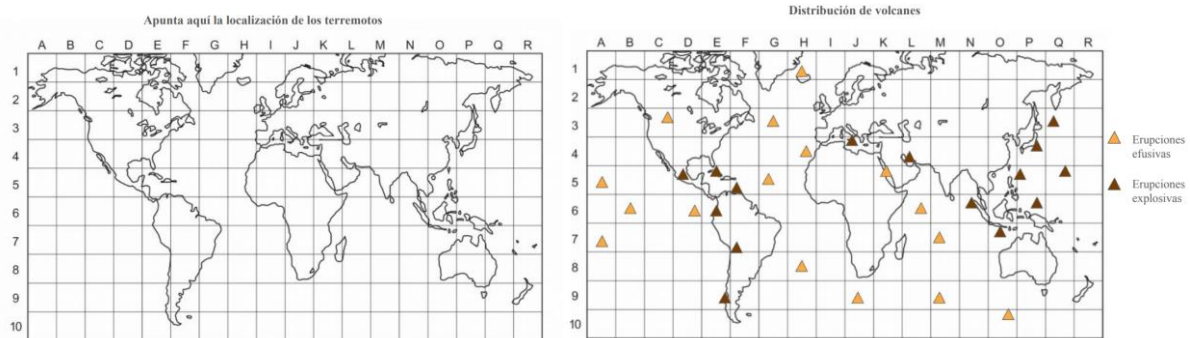
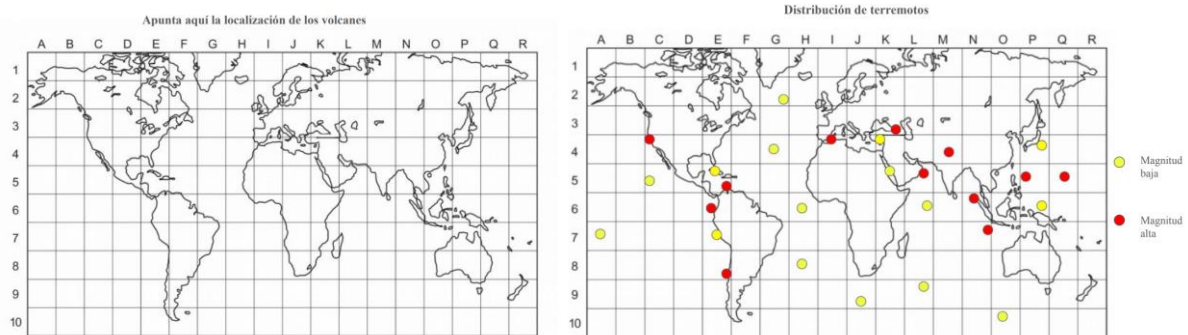


Fig. 4. Anverso (izda.) y reverso (dcha.) de una de las fichas de la propuesta, que muestra las soluciones de los terremotos.



De esta forma, en cada ficha se genera una distribución de estos eventos naturales que servirá de cara a la segunda parte. La duración de esta parte es muy variable dependiendo del ritmo que muestren los alumnos. En cada ficha hay unos 25-30 eventos, y con unos 15-20 considero que son más que suficientes, aunque normalmente dejaba el resto de la clase, ya que no había tiempo para realizar la segunda actividad.

Descubriendo las placas – Parte 2

Para la segunda parte del juego, cada pareja de alumnos debe cooperar para delimitar en otra ficha (Fig. 5) los límites de placas tectónicas a partir de los volcanes y terremotos que han encontrado, así como puntos calientes. Adicionalmente, deben indicar el tipo de límite de placa correspondiente, siguiendo unas reglas (Fig. 6). En las soluciones vistas en las fichas anteriores (Fig. 3-4) se indican dos tipos de terremotos (baja y alta magnitud) y dos tipos de erupciones volcánicas (efusivas y explosivas). Combinando estas dos variables en zonas cercanas del mapa se puede delimitar un borde de placas. Las variables de cada borde de placa intentan ser realistas en la medida de lo posible, a la vez que simplificado para los alumnos.

Fig. 5. Ficha donde cada pareja de alumnos dibuja los límites de placas y los puntos calientes. Ejemplo realizado por una pareja de 3º BRIT. En la leyenda aparece un código de colores para los tipos de límites para compararlo con la solución.

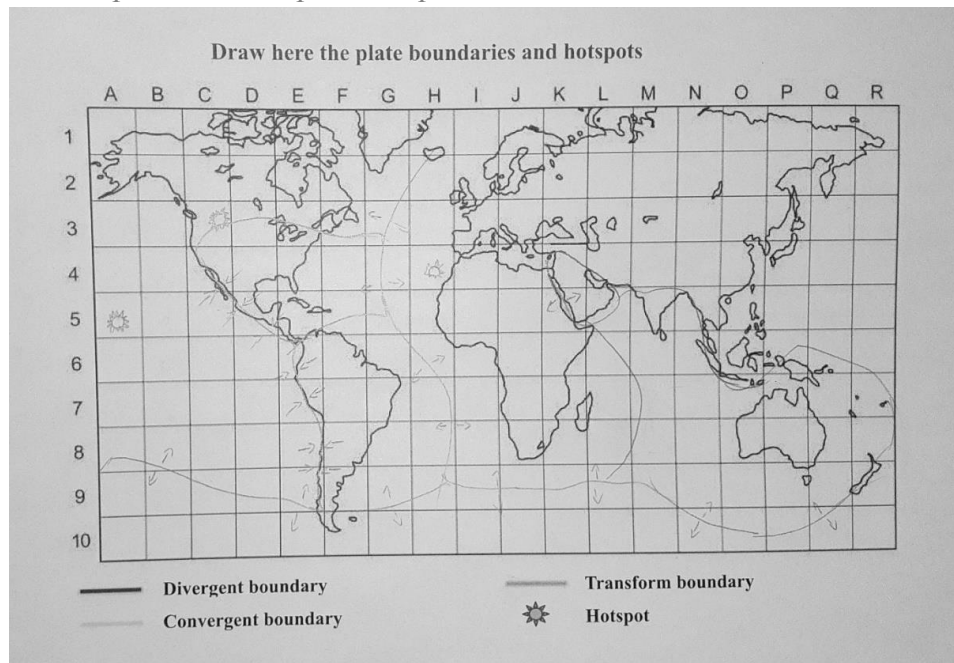
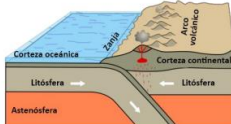
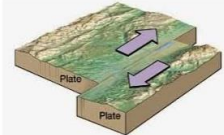
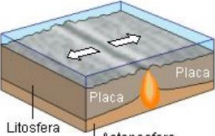
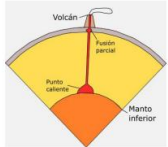


Fig. 6. Reglas a seguir para delimitar los límites de placas a partir de los volcanes y terremotos encontrados.

Bordes convergentes  Terremotos de magnitud alta y baja. Erupciones volcánicas explosivas.	Bordes transformantes  Terremotos de magnitud alta. Sin erupciones volcánicas.
Bordes divergentes  Terremotos de magnitud baja. Erupciones volcánicas efusivas.	Puntos calientes  Sin terremotos Erupciones volcánicas efusivas.

La idea es que los límites de placas se dibujen mediante líneas con flechas que indiquen el movimiento de las placas, mientras que los puntos calientes se indican con símbolos similares a puntos. La duración de esta actividad es similar a la anterior, ya que, si bien es más rápido dibujar las líneas, es complicado decidir lo que se va a dibujar. Hay límites de placas y puntos calientes que se pueden inferir al haberlos visto anteriormente en el temario, y otros que no tanto. Al acabar la sesión se enseña la solución (*Anexo 5*) y se puede comentar a la vez que

repasar el temario.

Desastres geológicos en la ficción

Esta última actividad (*Fig. 7*) es independiente de las anteriores, y se ideó para que los alumnos realizaran una tarea calificativa sobre la unidad didáctica, pero se realiza fuera de clase. Consiste en una ficha donde aparece un código QR que el alumno puede escanear para acceder a un vídeo de unos pocos minutos que representa un terremoto o una erupción volcánica en la ficción. Se realizaron siete modelos diferentes ([Anexo 6](#)) de esta ficha con diferentes eventos geológicos:

- Erupción del monte Vesubio en 79 a.C., representado en la película *Pompeya* (2014).
- Terremoto de Lisboa de 1755, representado en el videojuego *Assassin's Creed Rogue*.
- Erupción del Krakatoa en 1883, representado en la película *Krakatoa: al este de Java*.
- Terremoto del océano Índico del 2004, representado en la película *Lo imposible*.
- Terremoto de Kanto de 1923, representado en la película *El viento se levanta*.
- Erupción en Islandia de 2010, representado en la película *La vida secreta de Walter Mitty*.
- Terremoto en China de 1976, representado en la película *Aftershock*.

Todos estos desastres tienen características variadas dentro de lo que cabe, y principalmente se buscaron aquellos relevantes en la cultura popular. La tarea se compone de dos ejercicios. El primero de ellos se trata de describir lo que se ve en el vídeo y señalar sus características de acuerdo con lo visto en el temario, lo cual sería principalmente identificar qué evento geológico se está viendo y de qué tipo. En el segundo ejercicio se pide que el alumno busque información sobre el desastre natural real, y que lo compare con lo visto en el vídeo, de modo que adquiere competencia digital. Por último, el alumno debe localizar dicho fenómeno en un mapa del mundo, junto a su contexto en la tectónica de placas. Esta tarea se comunicó al final de la actividad anterior a los alumnos para su completación fuera de clase.

Fig. 7. Ficha de la tercera actividad. Hay siete modelos con diferentes desastres geológicos. Izda: anverso. Dcha: reverso.

Nombre: _____  Desastres geológicos en la ficción Compara la ficción con la realidad Vas a ver una representación de un desastre geológico (una erupción volcánica o un terremoto) en una obra de ficción y comparar de forma aproximada cómo ocurrió en la vida real. Erupción del monte Vesubio en 79 d.C.   Describe el desastre representado en el vídeo a través del código QR de arriba (o copia https://www.youtube.com/watch?v=517zE0MZUg). Comenta sus características más importantes. Si es un terremoto, describe su intensidad, daños en infraestructuras y posibles efectos posteriores como tsunamis. Si es una erupción, comenta de qué tipo de erupción sería y cómo son los materiales que expulsa el volcán.	Ahora busca información sobre el desastre real y explica si hay diferencias. Si es un terremoto, indica su magnitud y su epicentro. Si es una erupción, indica de qué tipo fue y cómo fueron los piroclastos expulsados. Sitúa geográficamente en el mapa (de forma aproximada) dónde tuvo lugar e identifica qué tipo de límite de placas está implicado. 
---	--

V. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Primera actividad

La primera actividad no depende tanto del propio aprendizaje del alumnado, ya que se basa en el popular juego de los barcos. Si bien el alumno puede hacerse una idea de en qué punto del mapa hay volcanes o terremotos, ya que se han visto ejemplos a lo largo del temario, muchos simplemente adivinaban al azar. El producto final, las fichas, no sería evaluable como tal ya que se trata simplemente de un juego complementario para la segunda actividad. Esta segunda actividad tiene como producto final la ficha con los bordes de placas, que no es calificable pero sí evaluable. Al ser un aprendizaje cooperativo, depende mucho de la colaboración en cada pareja de alumnos. En muchos casos, un miembro de la pareja mostraba un interés significativamente más alto y lo hacía por sí solo. Muchos de los alumnos no presentaron resultados claros en esta segunda actividad, por lo que es posible que no la entendieran del todo o les pareciese demasiado complicado.

Segunda actividad

Esta segunda actividad no fue evaluada durante las prácticas porque no consideré que fuera justo calificarla, dado que la respuesta por parte de los alumnos no fue muy efusiva y es una

tarea algo subjetiva a la hora de evaluar, dado que parte de ella consiste en dibujar líneas. Aun así, para esta propuesta he diseñado una rúbrica con la que se podría extraer una nota (*Tabla 5*).

Tabla 5. Rúbrica diseñada para la segunda actividad de la propuesta. No se utilizó en las prácticas.

	AVANZADO	INTERMEDIO	NOVEL	PES
	3	2	1	O
Trazado de bordes de placa	Trazan todos los bordes de placas de forma precisa a partir de los volcanes y terremotos.	Trazan algunos bordes de placas de forma correcta.	No trazan a penas ningún borde de placas de forma correcta.	30%
Tipos de bordes de placa	Identifican correctamente los tipos de todos los bordes de placa de forma correcta, a partir del tipo de actividad volcánica y sísmica presente.	Identifican algunos tipos de bordes de placa de forma correcta.	No identifican ningún tipo de borde de placa correspondiente.	50%
Puntos calientes	Identifican con exactitud todos los puntos calientes, diferenciándolos de los bordes de placa.	Identifican algunos puntos calientes.	No identifican ningún punto caliente.	20%

Tercera actividad

La tercera actividad tiene el propósito de condensar los conocimientos de la mayor parte de la unidad (volcanes, terremotos y tectónica de placas) en una calificación. Al realizarla en los últimos días de las prácticas, no tuve mucho tiempo para recibir tantos como me habría gustado, pero las calificaciones fueron realmente positivas. La calificación se realizó a través de una rúbrica de evaluación (*Tabla 6*) diseñada para la propia actividad. No hubo ninguna puntuación por debajo del 5, con un promedio de 8,6 en una participación del 47%.

Al corregir se puede apreciar que muchos alumnos simplemente copian la información que encuentran sobre el tema, y muchas veces en el ejercicio que no toca, pero hay algunos que de verdad han comprendido los conceptos del temario y lo han aplicado realmente bien en la actividad. La nota media de los dos grupos fue similar: 8,5 en 3º C y 8,7 en 3º BRIT. Sin embargo, hay que tener en cuenta a los alumnos que no lo entregaron, que probablemente habrían bajado más esa media, sobre todo en 3º C, donde hay menor tasa de aprobados en general en la asignatura. La calificación de esta actividad se puede dividir también entre los criterios de evaluación implicados (*Tabla 7*), que coinciden de forma aproximada con los apartados de la rúbrica.

Fig. 8. Ejemplo de la tercera actividad de un alumno de 3º C.

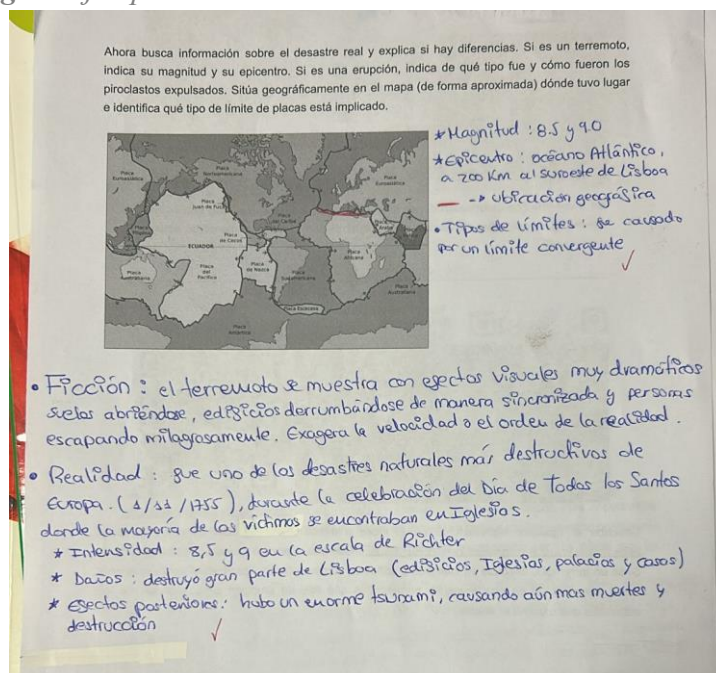


Tabla 6. Rúbrica de evaluación empleada para corregir la última actividad. Cada fila otorga una puntuación máxima de 2,5, y cada columna representa un tercio de dicha puntuación.

	AVANZADO	INTERMEDIO	NOVEL	PESO
	3	2	1	
Descripción del vídeo	Describe en detalle lo que acontece en el vídeo en relación al desastre geológico	Describe de forma vaga lo que ocurre en el vídeo en relación al desastre geológico	No explica correctamente del todo lo que ocurre en el vídeo en relación al desastre geológico	25%
Características de terremoto/erupción en el vídeo	Identifica en el vídeo, en su caso, el tipo de erupción que sería y los piroclastos arrojados por el volcán, o la intensidad aproximada, los daños y los efectos posteriores del	Identifica sin detallar en el vídeo, en su caso, el tipo de erupción que sería y los piroclastos arrojados por el volcán, o la intensidad aproximada, los daños y los efectos posteriores del	No identifica del todo bien en el vídeo, en su caso, el tipo de erupción que sería y los piroclastos arrojados por el volcán, o la intensidad aproximada, los daños y los efectos	25%

	terremoto.	terremoto.	posteriores del terremoto.	
Características de terremoto/erupción real	Explica en detalle, en su caso, el tipo de erupción y de piroclastos arrojados por el volcán, o la magnitud y el epicentro del terremoto.	Explica sin detalle, en su caso, el tipo de erupción y de piroclastos arrojados por el volcán, o la magnitud y el epicentro del terremoto.	No identifica del todo bien, en su caso, el tipo de erupción y de piroclastos arrojados por el volcán, o la magnitud y el epicentro del terremoto.	25%
Contexto tectónica de placas	Identifica correctamente las placas tectónicas implicadas y su interacción.	Identifica correctamente las placas tectónicas implicadas pero no explica bien su interacción.	No identifica del todo bien las placas tectónicas implicadas ni su interacción.	25%

Tabla 7. Peso de cada criterio de evaluación en la actividad 3.

Competencias específicas	Criterios de evaluación	Concreción de criterios de evaluación	Peso
CE.BG.1	1.1 Analizar conceptos y procesos biológicos y geológicos interpretando información en diferentes formatos (modelos, gráficos, tablas, diagramas, fórmulas, esquemas, símbolos, páginas web, etc.), manteniendo una actitud crítica y obteniendo conclusiones fundamentadas.	Identificar las características del terremoto/erupción volcánica que aparece en el vídeo (tipo de erupción, piroclastos expulsados, intensidad del terremoto, daños en infraestructuras).	25%
CE.BG.2	2.2 Reconocer la información sobre temas biológicos y geológicos con base científica, distinguiéndola de pseudociencias, bulos, teorías conspiratorias y creencias infundadas y manteniendo una actitud escéptica ante estos.	Distinguir las diferencias entre el desastre visto en el vídeo y las evidencias sobre el desastre ocurrido en la realidad, apreciando los detalles que han sido exagerados o tergiversados.	25%

CE.BG.4	4.1. Resolver problemas o dar explicación a procesos biológicos o geológicos utilizando conocimientos, datos e información aportados, el razonamiento lógico, el pensamiento computacional o recursos digitales	Localizar el lugar donde ha ocurrido el desastre natural y proporcionar una causa a través de la tectónica de placas (tipo de límite de placa correspondiente).	25%
CE.BG.6	6.3 Reflexionar sobre los riesgos naturales mediante el análisis de los elementos de un paisaje.	Describir los riesgos que representa el desastre geológico sobre el terreno y la población humana.	25%

VI. ANÁLISIS CRÍTICO DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA Y PROPUESTA DE MEJORA

El tema de la tectónica de placas me ha dificultado diseñar la propuesta por varios motivos. Por una parte, no tengo formación previa extensa en la geología, por lo que este tema ha requerido un aprendizaje por mi parte. Por otra parte, se trata de un tema que sirve de introducción, lo cual limita un poco las posibilidades a la hora de diseñar actividades, ya que los alumnos no tienen mucha referencia previa, y a la vez da una mayor responsabilidad para que aprendan estos conocimientos por primera vez de forma correcta.

La evaluación inicial trataba de ser sencilla y algo diferente a simplemente contestar preguntas, por eso intenté integrarla en un pasatiempo como lo son los crucigramas. Esta evaluación la diseñé sin tener clara el resto de la unidad, y viéndolo en retrospectiva, habría sido más útil e interesante una ficha creada para captar las ideas alternativas de los alumnos, que es algo usual en propuestas sobre tectónica de placas. Además, al ser algo más subjetivo, los alumnos no habrían sentido la urgencia de copiar al de al lado, como pasó con el crucigrama.

La primera actividad fue recibida con bastante positividad, ya que los alumnos estaban familiarizados con el juego de los barcos. Depende mucho de cuánta relación tiene la pareja implicada de alumnos. Hay algunos alumnos que son sentados con otros con los que no hablan a propósito, para aumentar su implicación durante las clases, y que en este caso no se encontraban muy dispuestos a seguir la actividad. Esta actividad se podría haber valorado hacerla en los portátiles del centro, y así se evitaría que algunos alumnos intentaran observar las soluciones en la hoja del otro alumno, pero también habría sido más difícil de implementar, ya que habría requerido de software específico que quizás los alumnos no controlaran demasiado. En general esta actividad fue bien y tuvo muy buena aceptación por parte del alumnado.

La segunda actividad es, como ya se ha visto, algo más compleja. Muchos alumnos pensaron

que sería propiamente un juego, como la primera parte, y quizás estuvieron decepcionados. Yo intenté darles apoyo y comprobar si lo habían entendido, pero vistos los resultados la mayoría no parecieron entenderlo. Mi idea con las fichas era que dibujasen límites de placas mediante líneas que fueran sencillas de ver a partir de los puntos que ya habían visto en la actividad anterior (Anexo 4), para que los alumnos sospecharan que por ahí había un borde de placa. Es posible que hubiera sido más entendible aumentando el número de puntos, pero eso habría alargado la actividad más de lo que creía necesario. Para que fuera lo más intuitivo posible, quería simplificar la actividad, y por ello la diseñé para que se realizase con lápiz y papel. Quizás se podría haber hecho de forma más sofisticada mediante recursos digitales, pero eso habría necesitado la búsqueda de un software idóneo para la tarea, y por supuesto que el alumno supiera utilizarlo.

La tercera actividad se ideó como un instrumento de evaluación más calificable, y no está directamente relacionada con la primera y la segunda actividad. Me pareció interesante abordar estos temas geológicos vistos desde el cine para que los alumnos pudieran descartar falsos mitos sobre este tipo de procesos geológicos, y de paso se puede incluso promover el interés por el cine de los alumnos, que es algo que los profesores han visto en descenso a lo largo de los últimos años. El principal problema de esta actividad es que la tuve que mandar para prácticamente la última sesión con los alumnos, de modo que muchos de ellos no llegaron a entregarlos. Posiblemente hubiera habido más participación si lo hubiera mandado en digital vía Google Classroom, ya que así quizás hubiera podido corregir incluso después de acabar las prácticas. Todo eso no lo pensé en su momento y por eso la tarea la entregué en papel.

En general, la evaluación final debería haber sido cuidadosamente mejor diseñada para tener una calificación final de la propuesta más completa y precisa. No pude diseñar un examen acorde, dado que se acababa mi estancia en las prácticas, pero sé que los alumnos realizaron un examen diseñado por la profesora a partir de mis fichas de ejercicios. No conozco los resultados del examen, de modo que me falta información para analizar si los alumnos han afianzado los conocimientos, y en qué medida ha calado cada apartado del tema. Por lo tanto, una propuesta de mejora sería un examen diseñado por mí que recogiera los contenidos de la unidad y de esa forma tener una calificación final más completa con la que realizar un análisis más exhaustivo. En el [Anexo 7](#) se puede ver un ejemplo. En cuanto a la satisfacción del alumnado, no pude pasar a los alumnos una encuesta por falta de tiempo.

Es común que los temas de geología sean dejados un poco de lado por los profesores de Biología y Geología, o bien porque tienen menor impacto en la nota y se dejan para el final del temario, o bien porque no suelen tener formación específica sobre geología (Roca & Garcia-Valles, 2020). Como yo no tengo una formación extendida tampoco, tengo claro que tendré que esforzarme en el futuro para impartir estos temas con un mayor entusiasmo para que el aprendizaje de los alumnos también sea mayor.

VII. CONSIDERACIONES FINALES

A pesar de los puntos flacos de esta propuesta, creo que el aprendizaje basado en juego es algo muy atractivo para los alumnos. La primera actividad es la que suscitó mayor interés en los alumnos, y a la vez es la que tiene mayor componente de juego. Por ello, si se logra integrar bien el aprendizaje, es una metodología muy aprovechable.

En la tercera actividad me sorprendió la extensión que le habían dedicado muchos alumnos, algunos incluso empleando hojas adicionales. Se nota que gran cantidad de ellos han simplemente copiado un párrafo entero, pero en algunos se aprecia la síntesis a la hora de escribir. Es una buena forma de medir la dedicación que cada alumno le pone a la tarea.

A la hora de hacer la propuesta lo que más me llamaba era diseñar un juego. Muchos de los ejemplos que había visto se trataban de juegos de pistas muy elaborados que los encontraba muy complejos de diseñar como primera propuesta, de modo que intenté hacer algo sencillo. El tema de la tectónica de placas es muy limitado en 3º de ESO, y prácticamente solo se ven los tipos de límites de placa. Pero también es la primera vez que se imparte, de modo que habría sido muy conveniente añadir sus fundamentos y características para la consulta del alumnado durante la propuesta. Una idea que tuve al principio fue la de añadir casos de terremotos y volcanes a esa actividad, como si se tratara de asignar un caso en concreto a un alumno o grupo de alumnos. No se me ocurrió cómo integrarlo con el trazado de los límites de placa, de modo que esa idea la convertí en la actividad del cine. Pienso que si hubiera evaluado la actividad de *Descubriendo las placas* con calificación habría sido injusto para los alumnos, ya que es un formato al que parece que no estaban acostumbrados, y como ya dije lo encontraron complejo. Habría que buscar una manera de hacer más calificable dicha actividad cambiando su diseño. Por ello, la calificación se empleó en la tercera actividad, que además recoge más teoría del tema.

Lo que sí podría haber cambiado en *Desastres geológicos en la ficción* es su formato, ya que, de haberlo dejado en digital, no solo podría haber recibido más respuesta, sino que además habría podido corregirlo pasado más tiempo, y no solo durante mi estancia de prácticas. Por ello, acordé con la profesora no darle demasiado peso, y que fuera una tarea y no un proyecto del tema.

La sensación general que me llevo con mi propuesta es que ha necesitado más preparación. De esa forma, las diferentes actividades podrían haber tenido una mayor cohesión, además de contar con una evaluación inicial y final más eficientes. Una encuesta de satisfacción posterior también habría sido algo positivo, para saber de los propios alumnos qué se podía mejorar.

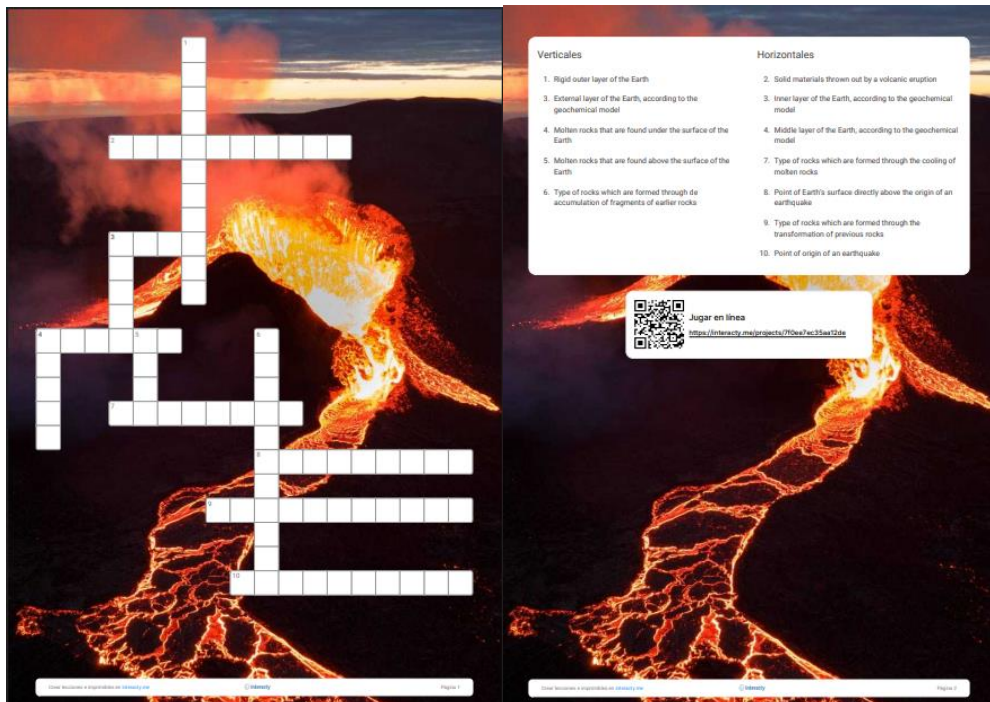
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Asiah, S., Asofi, T. S., Setyowati, D. L., Suharini, E., Hashim, M., & Nayan, N. (2023). Earthquake Disaster Education to Students of Senior High School Using Role Playing Learning Model. *International Journal of Social Learning (IJSLS)*, 3(2). <https://doi.org/10.47134/ijsl.v3i2.108>
- Ayuntamiento de Zaragoza; Observatorio de Estadística. (2021). Revista Cifras de Zaragoza 2021. Datos Demográficos del Padrón de Habitantes. *Revista Cifras de Zaragoza*, 1(1), 8. <https://www.zaragoza.es/cont/paginas/estadistica/pdf/Cifras-Zaragoza-2021.pdf>
- Ayuntamiento de Zaragoza; Observatorio de Estadística. (2023). *Catálogo de indicadores*. <https://www.zaragoza.es/sede/portal/indicadores/servicio/indicadores/8865e475-4ba2-4cb9-86fc-2b4a1cd14835> [Consultado el 18/05/2025]
- Barnett, M., Wagner, H., Gatling, A., Anderson, J., Houle, M., & Kafka, A. (2006). The Impact of Science Fiction Film on Student Understanding of Science. *Journal of Science Education and Technology*, 15, 179–191. <https://doi.org/10.1007/s10956-006-9001-y>
- BOA. (2022). ORDEN ECD/1112/2022, de 18 de julio, por la que se aprueban el currículo y las características de la evaluación de la Educación Primaria y se autoriza su aplicación en los centros docentes de la Comunidad Autónoma de Aragón. *Boa*, 25614–26207.
- Cavadas, B., & Aboim, S. (2021). Using PhET™ interactive simulation plate tectonics for initial teacher education. *Geoscience Communication*, 4(1), 43–56. <https://doi.org/10.5194/gc-4-43-2021>
- Clark, S., Libarkin, J., Kortz, K., & Jordan, S. (2011). Alternative Conceptions of Plate Tectonics Held by Nonscience Undergraduates. *Journal of Geoscience Education*, 59, 251–262. <https://doi.org/10.5408/1.3651696>
- Çoban, M., & Göktaş, Y. (2022). Which training method is more effective in earthquake training: Digital game, drill, or traditional training? *Smart Learning Environments*, 9(1). <https://doi.org/10.1186/s40561-022-00202-0>
- Domenéch-Casal, J. (2015). A didactic sequence on inquiry, modelling and creation of scientific knowledge on Plate Tectonics and Continental Drift. *Revista Eureka*, 12(1), 186–197. https://doi.org/10.25267/rev_eureka_ensen_divulg_cienc.2015.v12.i1.13
- Doménech-Casal, J. (2019). Risk Zone, una actividad de estudio de caso y controversia socio-científica para la enseñanza de los riesgos geológicos. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, 16(3), 1–14. https://doi.org/10.25267/rev_eureka_ensen_divulg_cienc.2019.v16.i3.3201
- Francek, M. (2013). A compilation and review of over 500 geoscience misconceptions. *International Journal of Science Education*, 35(1), 31–64. <https://doi.org/10.1080/09500693.2012.736644>
- IES Medina Albaida. (2024). *Portal de recursos de IES Medina Albaida*. [Consultado el 15/07/2025]
- Jääskä, E., & Aaltonen, K. (2022). Teachers' experiences of using game-based learning methods in project management higher education. *Project Leadership and Society*, 3, 100041. <https://doi.org/10.1016/j.plas.2022.100041>
- King, C. (2010). An Analysis of Misconceptions in Science Textbooks: Earth science in England and Wales. *International Journal of Science Education - INT J SCI EDUC*, 32, 565–601. <https://doi.org/10.1080/09500690902721681>
- Kirby, K. (2011). 'Easier to address' earth science misconceptions. https://serc.carleton.edu/NAGTWorkshops/intro/misconception_list.html
- M. Sacedón, P. Giráldez, P. S. (2020). Evaluación en el aula de un recurso audiovisual sobre

- volcanes, tsunamis y terremotos. *Avances En Ciencias de La Tierra*, 9, 36–48.
- McDonald, S., Bateman, K., Gall, H., Tanis-Ozcelik, A., Webb, A., & Furman, T. (2019). Mapping the increasing sophistication of students' understandings of plate tectonics: A learning progressions approach. *Journal of Geoscience Education*, 67(1), 83–96. <https://doi.org/10.1080/10899995.2018.1550972>
- Mejías Tirado, N. E., & Morcillo Ortega, J. G. (2007). Concepciones sobre el origen de los terremotos : estudio de un grupo de alumnos de 14 años de Puerto Rico. *Enseñanza de Las Ciencias. Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 24(1), 125–138. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3819>
- Mills, R., Tomas, L., & Lewthwaite, B. (2017). Junior secondary school students' conceptions about plate tectonics. *International Research in Geographical and Environmental Education*, 26(4), 297–310. <https://doi.org/10.1080/10382046.2016.1262511>
- Perales-Palacios, J. (2021). Los volcanes: algunas perspectivas para un conocimiento científico y didáctico. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, 18(3), 1–23. https://doi.org/10.25267/rev_eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i3.3105
- Prieto, M. C., Palma, L. O., Tobías, P. J. B., & León, F. J. M. (2019). Student assessment of the use of kahoot in the learning process of science and mathematics. *Education Sciences*, 9(1). <https://doi.org/10.3390/educsci9010055>
- Roca, N., & Garcia-Valles, M. (2020). Trainee Teacher Experience in Geoscience Education: Can We Do Better? *Geoheritage*, 12(4). <https://doi.org/10.1007/s12371-020-00518-8>
- Smith, G. A., & Bermea, S. B. (2012). Using Students' Sketches to Recognize Alternative Conceptions About Plate Tectonics Persisting From Prior Instruction. *Journal of Geoscience Education*, 60(4), 350–359. <https://doi.org/10.5408/11-251.1>
- Teixeira, I., & Vasconcelos, C. (2024). The Use of Educational Games to Promote Learning in Geology: Conceptions of Middle and Secondary School Teachers. *Geosciences (Switzerland)*, 14(1). <https://doi.org/10.3390/geosciences14010016>
- Turner, D. (n.d.). *Geobattleships Do earthquakes and volcanoes coincide?* 1–4. <http://www.earthlearningidea.com/>
- Vergara-Díaz, C., Bustamante, K., Pinto, L., & Cofré, H. (2020). Exploring Chilean seventh grade students' conceptions of Earth dynamics before and after model- and inquiry-based instruction. *Journal of Geoscience Education*, 68(4), 360–370. <https://doi.org/10.1080/10899995.2020.1725406>
- Zamalloa, T., & Sanz, J. (2023). Attitudes of secondary school students towards geology in Spain. *Research in Science and Technological Education*, 41(1). <https://doi.org/10.1080/02635143.2020.1845641>

IX. ANEXOS

Anexo 1. Actividad de evaluación inicial en inglés para alumnos de BRIT (anverso y reverso).



Anexo 2. Presentación teórica de la unidad didáctica Dinámica de la geosfera. Los alumnos BRIT la tenían en inglés.

Dinámica de la geosfera
3º de ESO

Qué es la geosfera

La geosfera se compone de las partes "sólidas" de la estructura del planeta Tierra, como las rocas o los metales.

Modelos de la geosfera

GEOQUÍMICO

El modelo geoquímico se basa en la composición química de las capas. Se compone de corteza, manto y núcleo.

GEODINÁMICO

El modelo geodinámico se basa en el comportamiento mecánico de las capas. Se compone de litosfera, astenosfera, mesosfera y endosfera/núcleo.

Convección del manto

El material caliente sube.
El material frío baja.
Se forman corrientes de convección de material fluido.



TIPOS DE ROCAS

Tipos de rocas

```

graph TD
    A[TIPOS DE ROCAS] --> B[ROCAS SEDIMENTARIAS]
    A --> C[ROCAS MAGMÁTICAS]
    A --> D[ROCAS METAMÓRFICAS]
    B --> B1[DETÉRITICAS]
    B --> B2[NO DETÉRITICAS]
    C --> C1[VOLCÁNICAS]
    C --> C2[PLUTÓNICAS]
    D --> D1[FOLIADAS]
    D --> D2[NO FOLIADAS]
        
```

Rocas sedimentarias

Las rocas sedimentarias provienen de la acumulación de restos de otras rocas o minerales preexistentes.

- **Rocas detríticas:** a partir de fragmentos sólidos de otras rocas transportados por el viento o el agua. Dependen del tamaño del grano.
- **Rocas no detríticas:** a partir de la precipitación de minerales disueltos o la acumulación de restos orgánicos.



Conglomerado



Arcilla



Caliza



Carbón

Rocas magmáticas

Las rocas magmáticas se forman por el enfriamiento de magma o lava.

- **Volcánicas:** provienen de lava expulsada que se enfría rápidamente y forma cristales pequeños.
- **Plutónicas:** provienen del enfriamiento lento del magma a gran profundidad y forma cristales grandes.



Basalto



Piedra pómez



Granito

Rocas metamórficas

Las rocas metamórficas son las rocas producidas por la transformación de otras rocas preexistentes, bajo tierra en condiciones de alta presión y/o temperatura.

- **Foliadas:** están formadas en estructura laminar.
- **No foliadas:** sin estructura laminar.



Pizarra



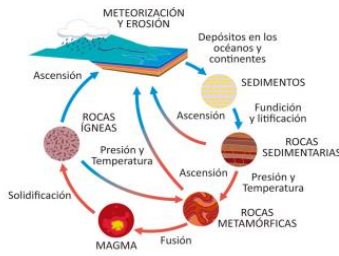
Mármol

Tipos de rocas

```

graph TD
    A[TIPOS DE ROCAS] --> B[ROCAS SEDIMENTARIAS]
    A --> C[ROCAS MAGMÁTICAS]
    A --> D[ROCAS METAMÓRFICAS]
    B --> B1[DETÉRITICAS]
    B --> B2[NO DETÉRITICAS]
    C --> C1[VOLCÁNICAS]
    C --> C2[PLUTÓNICAS]
    D --> D1[FOLIADAS]
    D --> D2[NO FOLIADAS]
    B1 --> B1a[Por acumulación de fragmentos.]
    B2 --> B2a[Por precipitación química o restos orgánicos.]
    C1 --> C1a[Se enfrían sobre la superficie.]
    C2 --> C2a[Se enfrían bajo la superficie.]
    D1 --> D1a[Estructura laminar.]
    D2 --> D2a[Estructura no laminar.]
        
```

Ciclo de las rocas





TERREMOTOS

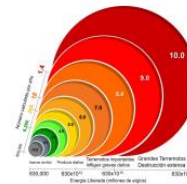
Terremotos

Los terremotos son temblores producidos por la liberación de tensión en las rocas de la litosfera.



Magnitud e intensidad de un terremoto

Según magnitud: escala Richter.



Según intensidad (daños).

ESCALA DE MERCALLI			
I - No perceptible	MICROSIEMPOS (ONDAS)	VI - Severo	DAÑO MODERADO EN ESTRUCTURAS
II - Muy débil	SENTIDO EN REPOSO	VII - Muy severo	DAÑO CONSIDERABLE EN ESTRUCTURAS
III - Débil	SENTIDO EN EDIFICIOS	VIII - Muy grave	DAÑO GRAVE Y PARCIAL
IV - Moderado	SENTIDO FUERA DE EDIFICIOS	IX - Muy grave	DAÑO GRAVE EN CONSTRUCCIONES RESISTENTES
V - Fuerte	SENTIDO POR CASI TODOS	X - Muy grave	CASI TODO DEMOLIDO
VI - Muy fuerte	SENTIDO POR TODOS	XI - Destrucción total	DESTRUCCIÓN TOTAL

Riesgos de los terremotos

Desastres asociados a terremotos:

- Daños en infraestructuras
- Desprendimientos de tierra
- Tsunamis

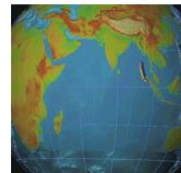


<https://www.youtube.com/watch?v=UuKvYv8fY>
<https://www.youtube.com/watch?v=UuKvYv8fY>
<https://www.youtube.com/watch?v=UuKvYv8fY>

Riesgos de los terremotos

Desastres asociados a terremotos:

- Daños en infraestructuras
- Desprendimientos de tierra
- Tsunamis



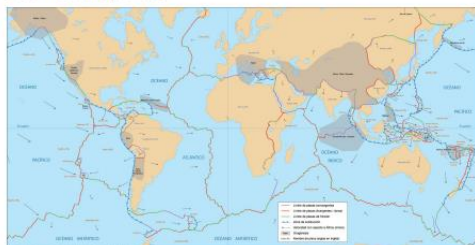
Riesgo sísmico en España



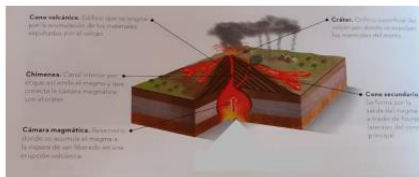
Riesgo sísmico mundial



Tectónica de placas



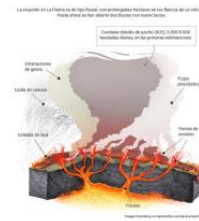
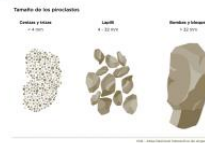
Partes de un volcán



Erupciones volcánicas

Tres tipos de materiales expulsados:

- Lava
- Gases
- Piroclastos



Erupciones volcánicas

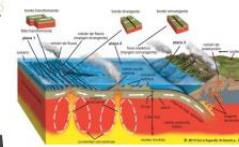
Tipos de actividad volcánica:

- **Efusivas:** coladas de lava fluida con pocos piroclastos. No se acumulan gases.
- **Explosivas:** la lava es muy viscosa y provoca la acumulación de gases, lo que termina en una explosión que libera gran cantidad de piroclastos.



Distribución de volcanes

La mayoría de los volcanes se encuentran en el *cinturón de fuego del Pacífico*.



TECTÓNICA DE PLACAS

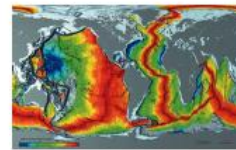
Teoría de la tectónica de placas

La teoría de la tectónica de placas sostiene que la litosfera de la Tierra está dividida en placas de gran tamaño que se han estado moviendo lentamente durante los últimos 3-4 mil millones de años → Placas tectónicas.

Estas placas pueden unirse entre sí, fragmentarse, o desplazarse entre ellas. La litosfera puede ser continental u oceánica.

La litosfera continental no se destruye.

La litosfera oceánica se forma en las dorsales oceánicas y se destruye en un proceso llamado subducción.

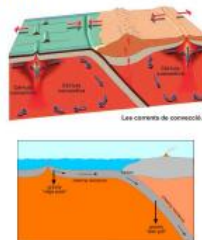


Movimiento de las placas tectónicas

Las corrientes de convección del manto, causadas por la diferencia de temperaturas, empujan las placas tectónicas unos pocos centímetros al año.

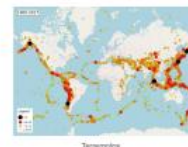
En las zonas del manto donde ascienden las corrientes, se forma suelo en forma de dorsales oceánicas. En las zonas donde descienden, se produce la subducción de una placa.

Las placas son arrastradas también por su propio flujo gravitatorio.



Riesgos asociados a las placas tectónicas

La mayor parte de los procesos geológicos internos, como volcanes, terremotos, y la formación de montañas, están asociados con los límites de las placas tectónicas.



Esto se debe a las diferentes interacciones entre distintas placas tectónicas en sus límites. Estos límites pueden ser:

- Limites convergentes
- Limites divergentes
- Limites transformantes

Límites de placas

- Límite convergente o destructivo:

La corteza oceánica se hunde bajo la continental u otra oceánica (subducción), y la litosfera se funde y asciende en forma de magma. Hay sismicidad y vulcanismo.

Cuando dos cortezas continentales convergen, chocan entre sí y plegan el relieve. Hay sismicidad.

Ejemplo: cordillera de los Andes.

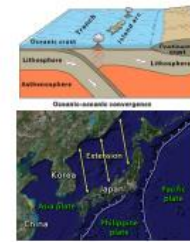


Límites de placas

- Límite convergente o destructivo:

La corteza oceánica se hunde bajo la continental u otra oceánica (subducción), y la litosfera se funde y asciende en forma de magma. Hay sismicidad y vulcanismo.

Cuando dos cortezas continentales convergen, chocan entre sí y plegan el relieve. Hay sismicidad.



Límites de placas

- Límite convergente o destructivo:

La corteza oceánica se hunde bajo la continental u otra oceánica (subducción), y la litosfera se funde y asciende en forma de magma. Hay sismicidad y vulcanismo.

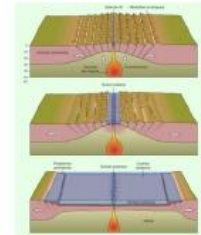
Cuando dos cortezas continentales convergen, chocan entre sí y plegan el relieve. Hay sismicidad.



Límites de placas

- Límite divergente o constructivo:

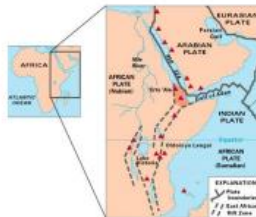
Se genera nuevo suelo en ambos lados del límite de placas, formando una dorsal oceánica. Hay sismicidad y vulcanismo.



Límites de placas

- Límite divergente o constructivo:

Se genera nuevo suelo en ambos lados del límite de placas, formando una dorsal oceánica. Hay sismicidad y vulcanismo.



Límites de placas

- Límite divergente o constructivo:

Se genera nuevo suelo en ambos lados del límite de placas, formando una dorsal oceánica. Hay sismicidad y vulcanismo.



Límites de placas

- Límite transformante:

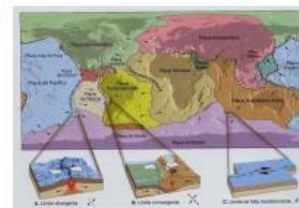
Ni se crea ni se destruye suelo. Este límite también se denomina falla transformante. Hay sismicidad.



https://www.youtube.com/watch?v=CO_0X_FLL-2Y

Límites de placas

Se pueden apreciar los tres tipos de límites en un mapa de placas tectónicas.



Límites de placas

Se pueden apreciar los tres tipos de límites en un mapa de placas tectónicas.

Puntos calientes

Asciende el magma desde el manto hasta la superficie. Pueden estar en el interior de las placas. Tienen vulcanismo.

<https://www.youtube.com/watch?v=BlFIBUWw0s>

Límites de placas en España

España está cerca del límite entre dos placas.

Peligrosidad sísmica en España

Grados de intensidad: <VI, VI, VII, VIII

PLACA EURASIÁTICA, PLACA AFRICANA, Tala Azores - Gibraltar

20 minutos

Anexo 3. Fichas de ejercicios 1, 2, 3 y 4 de la unidad didáctica. Los alumnos BRIT lo tenían en inglés.

DINÁMICA DE LA GEOSFERA - CAPAS DE LA TIERRA

1. Nombra las diferentes capas de la Tierra según los dos modelos.

MODELO GEOQUÍMICO MODELO GEODINÁMICO

2. Explica en qué característica se basa cada modelo, y si las capas de ambos coinciden en su profundidad.

Dinámica de la geosfera - Tipos de rocas

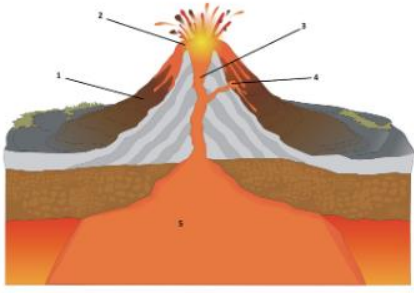
1. Completa la siguiente tabla sobre los tipos de rocas:

TIPOS DE ROCAS	ORIGEN DE FORMACIÓN	EJEMPLO (diferente a los vistos en la presentación)
Magmáticas		
Sedimentarias		
Metamórficas		

2. Dibuja un esquema sencillo del ciclo de las rocas.

Dinámica de la geosfera - Terremotos y volcanes

1. Nombra las partes de un volcán en la imagen y describe cómo intervienen en una erupción volcánica.



2. Une estos conceptos con los volcanes o con los terremotos. Algunos se pueden unir con ambos.

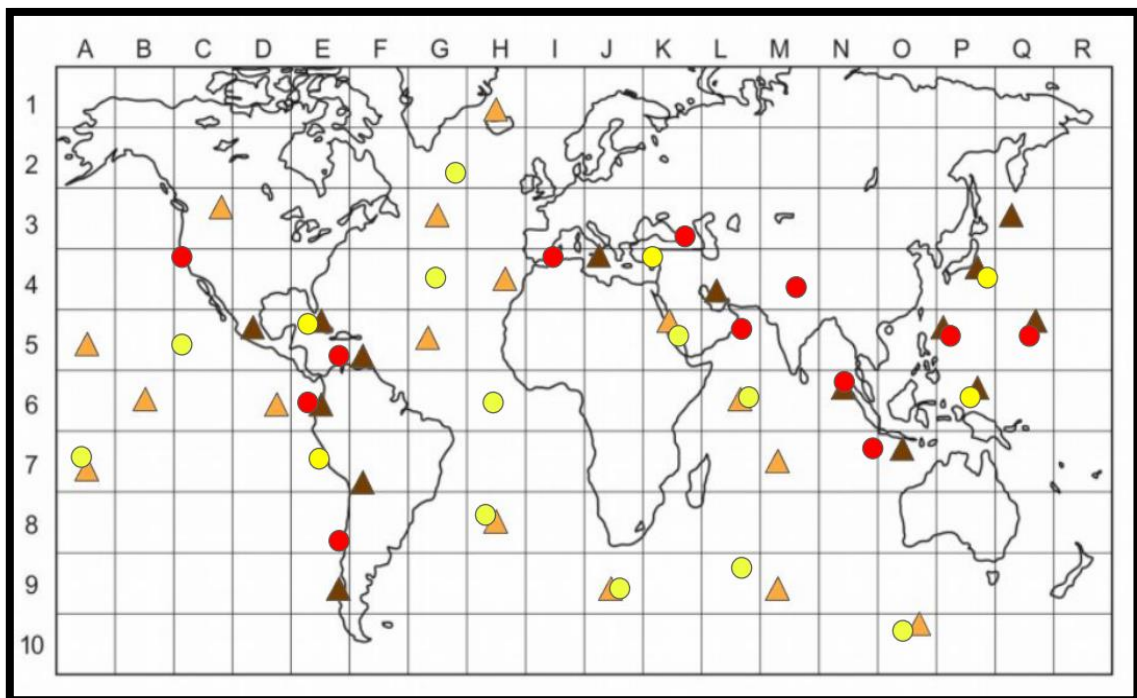
Epicentro	
Placas tectónicas	
Piroclastos	Volcanes
Magnitud	
Punto caliente	
Efusiva	
Gases	Terremotos
Falla	
Litosfera	
Tsunami	

Dinámica de la geosfera - Bordes de placas

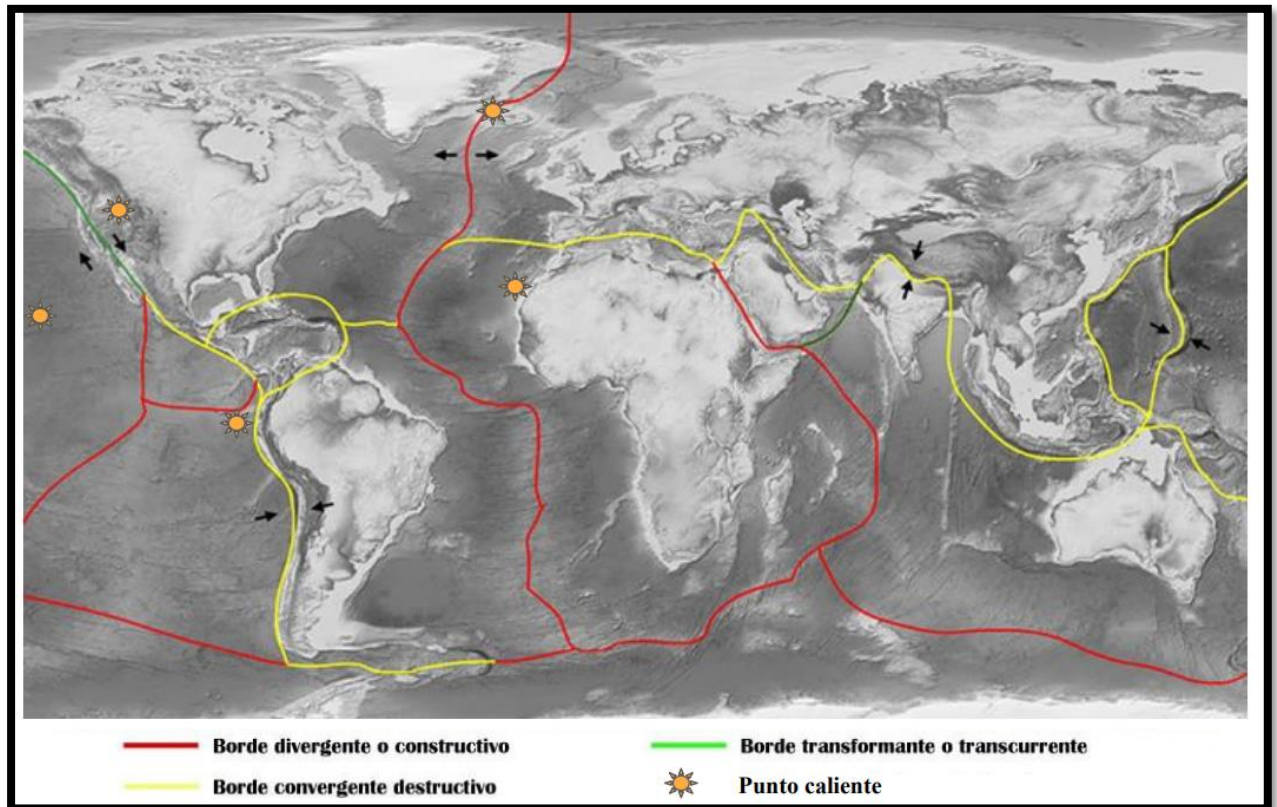
1. Busca un ejemplo de cada uno de los tipos de bordes de placas y otro de un punto caliente y sitúalos en el mapa (ejemplos diferentes a los vistos en la presentación: falla de San Andrés, cordillera Himalaya, cordillera de los Andes, dorsal atlántica, archipiélago de Japón, gran valle del Rift, archipiélago de Canarias). Comenta qué tipo de corteza intervienen en los ejemplos y si en esos puntos puede haber vulcanismo y/o sismicidad.



Anexo 4. Respuesta combinada de la localización de volcanes y terremotos. En la segunda actividad de la propuesta proyecté esta imagen en la pantalla para mayor facilidad del alumno.



Anexo 5. Solución de la segunda actividad con la distribución de límites de placas tectónicas y puntos calientes.



Anexo 6. Modelos de la actividad final. El anverso tiene 7 versiones diferentes con distintos desastres geológicos históricos. El reverso es siempre el mismo (última imagen). Cada modelo fue repartido al azar a los alumnos.

Nombre:  Desastres geológicos en la ficción Compara la ficción con la realidad Vas a ver una representación de un desastre geológico (una erupción volcánica o un terremoto) en una obra de ficción y comparar de forma aproximada cómo ocurrió en la vida real. Erupción del monte Vesubio en 79 d.C.  Describe el desastre representado en el vídeo a través del código QR de arriba (o copia https://www.youtube.com/watch?v=517zE0MZUg). Comenta sus características más importantes. Si es un terremoto, describe su intensidad, daños en infraestructuras y posibles efectos posteriores como tsunamis. Si es una erupción, comenta de qué tipo de erupción sería y cómo son los materiales que expulsa el volcán.	Nombre:  Desastres geológicos en la ficción Compara la ficción con la realidad Vas a ver una representación de un desastre geológico (una erupción volcánica o un terremoto) en una obra de ficción y comparar de forma aproximada cómo ocurrió en la vida real. Terremoto de Lisboa de 1755  Describe el desastre representado en el vídeo a través del código QR de arriba (o copia https://www.youtube.com/watch?v=NzER3_nBJZE). Comenta sus características más importantes. Si es un terremoto, describe su intensidad, daños en infraestructuras y posibles efectos posteriores como tsunamis. Si es una erupción, comenta de qué tipo de erupción sería y cómo son los materiales que expulsa el volcán.
---	---

Nombre:



Vas a ver una representación de un desastre geológico (una erupción volcánica o un terremoto) en una obra de ficción y comparar de forma aproximada cómo ocurrió en la vida real.

Erupción del Krakatoa en 1883



Describe el desastre representado en el video a través del código QR de arriba (o copia <https://www.youtube.com/watch?v=N4lou10rQ8k>). Comenta sus características más importantes. Si es un terremoto, describe su intensidad, daños en infraestructuras y posibles efectos posteriores como tsunamis. Si es una erupción, comenta de qué tipo de erupción sería y cómo son los materiales que expulsa el volcán.

Nombre:



Vas a ver una representación de un desastre geológico (una erupción volcánica o un terremoto) en una obra de ficción y comparar de forma aproximada cómo ocurrió en la vida real.

Terremoto del océano Índico del 2004



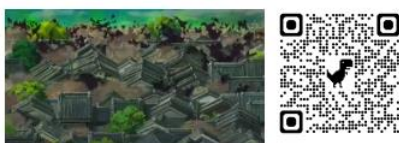
Describe el desastre representado en el video a través del código QR de arriba (o copia https://www.youtube.com/watch?v=CD8fST7_FNc). Comenta sus características más importantes. Si es un terremoto, describe su intensidad, daños en infraestructuras y posibles efectos posteriores como tsunamis. Si es una erupción, comenta de qué tipo de erupción sería y cómo son los materiales que expulsa el volcán.

Nombre:



Vas a ver una representación de un desastre geológico (una erupción volcánica o un terremoto) en una obra de ficción y comparar de forma aproximada cómo ocurrió en la vida real.

Terremoto de Kanto de 1923



Describe el desastre representado en el video a través del código QR de arriba (o copia <https://www.youtube.com/watch?v=KJm9BakJXgI>). Comenta sus características más importantes. Si es un terremoto, describe su intensidad, daños en infraestructuras y posibles efectos posteriores como tsunamis. Si es una erupción, comenta de qué tipo de erupción sería y cómo son los materiales que expulsa el volcán.

Nombre:



Vas a ver una representación de un desastre geológico (una erupción volcánica o un terremoto) en una obra de ficción y comparar de forma aproximada cómo ocurrió en la vida real.

Erupción en Islandia en 2010



Describe el desastre representado en el video a través del código QR de arriba (o copia <https://www.youtube.com/watch?v=Hn9xLxQvN0>). Comenta sus características más importantes. Si es un terremoto, describe su intensidad, daños en infraestructuras y posibles efectos posteriores como tsunamis. Si es una erupción, comenta de qué tipo de erupción sería y cómo son los materiales que expulsa el volcán.

Nombre:



Vas a ver una representación de un desastre geológico (una erupción volcánica o un terremoto) en una obra de ficción y comparar de forma aproximada cómo ocurrió en la vida real.

Terremoto en China de 1976



Describe el desastre representado en el vídeo a través del código QR de arriba (o copia <https://www.youtube.com/watch?v=FgEReUa7nY>). Comenta sus características más importantes. Si es un terremoto, describe su intensidad, daños en infraestructuras y posibles efectos posteriores como tsunamis. Si es una erupción, comenta de qué tipo de erupción sería y cómo son los materiales que expulsa el volcán.

Ahora busca información sobre el desastre real y explica si hay diferencias. Si es un terremoto, indica su magnitud y su epicentro. Si es una erupción, indica de qué tipo fue y cómo fueron los piroclastos expulsados. Sitúa geográficamente en el mapa (de forma aproximada) dónde tuvo lugar e identifica qué tipo de límite de placas está implicado.



Anexo 7. *Propuesta de mejora: examen final de la unidad didáctica.*

Biología y Geología

Unidad 8 – Geodinámica interna



Nombre Curso

1. Define brevemente los siguientes conceptos. (2 ptos)

Epicentro:

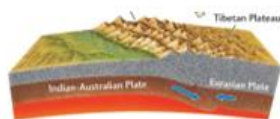
Chimenea:

Borde convergente:

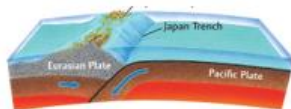
Roca magmática:

Corteza

2. Identifica cada imagen con un tipo de borde de placas tectónicas (divergente, convergente o transformante). (2 ptos)









Biología y Geología

Unidad 8 – Geodinámica interna



3. Relaciona cada capa de la Tierra con su descripción. (1,5 ptos)

Corteza

Capa gruesa que experimenta corrientes de convección.

Manto

Capa pesada dividida en material fluido y sólido.

Núcleo

Capa fina cuyo grosor puede variar entre 3 y 70 km.

4. Enumera los dos tipos de erupciones volcánicas y explica sus diferencias. (2 ptos)

5. Explica qué es el cinturón del Pacífico, sus características y su relación con la tectónica de placas. (2,5 ptos)