

# Los Terremotos a través de un Escape Room Educativo para 4º ESO

## Earthquakes through an Educational Escape Room for 4<sup>th</sup> ESO

DOI: 10.7203/DCES.46.27908

**Celia Guijarro Serrano**

*Universidad de Murcia, celia.guijarros@um.es*

**Francisco Javier Robles Moral**

*Universidad de Murcia, franciscojavier.moral@um.es*

ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0003-0987-8103>

**RESUMEN:** La Geología en Educación Secundaria se ha encontrado con muchas dificultades a la hora de impartirse en las aulas con un enfoque holístico, contextualizado y aplicable para el alumnado. Actualmente, se está extendiendo el compromiso docente que busca implantar métodos de enseñanza innovadores que sitúen al alumnado como el sujeto activo del aprendizaje. El Escape Room Educativo (ERE) es una herramienta dentro del Aprendizaje Basado en Juegos que consiste en diseñar retos y acertijos dentro de una temática donde se trabajan los contenidos teóricos de una forma dinámica, en el que el alumnado tiene que resolver una serie de pruebas en 45 minutos y encontrar la clave final con la que podrá salir del aula. El presente trabajo consiste en diseñar una propuesta de ERE de tipo analógico sobre terremotos y ponerlo en práctica como instrumento de evaluación dentro de una unidad didáctica para el alumnado de 4º ESO.

**PALABRAS CLAVE:** Escape Room Educativo, Geología, Educación Secundaria, instrumento de evaluación innovador, terremotos

**ABSTRACT:** Geology in secondary education has faced many difficulties when it comes to teaching in the classroom with a holistic, contextualized and applicable approach for students. Currently, there is a growing commitment from teachers to implement innovative teaching methods that place students as the active subjects of their learning. The Educational Escape Room (EER) is a tool within Game-Based Learning that consists of designing challenges and puzzles within a theme where theoretical contents are dynamically addressed. In this approach, students must solve a series of tests within 45 minutes and find the final key with which they will be able to leave the classroom. The present work consists of designing an analogical EER proposal on earthquakes and implementing it as an assessment instrument within a didactic unit for students in the 4<sup>th</sup> year of ESO (Compulsory Secondary Education, in its Spanish acronym).

**KEYWORDS:** Educational Escape Room, Geology, Secondary Education, innovative assessment tool, earthquakes

**Fecha de recepción:** diciembre de 2023

**Fecha de aceptación:** junio de 2024

## 1. INTRODUCCIÓN

Tal y como expone Babault et al. (2008), la Geología es una ciencia fundamental en el día a día del ser humano. Fenómenos naturales como inundaciones, sequías, erupciones volcánicas o terremotos son aspectos que afectan a la comunidad humana en mayor o menor medida. Por ello, es importante que, durante la educación secundaria, se le dé cabida a la enseñanza de la Geología con el objetivo de que el alumnado sea consciente de su entorno y cómo se comporta, para que pueda argumentar por qué ocurren esos fenómenos y cómo actuar de forma responsable, tanto para la ciudadanía como para el medio ambiente (Babault et al., 2008).

La Geología en secundaria requiere de un enfoque holístico e integrador, en el que haya una unión entre los contenidos teóricos de esta ciencia y el papel que tiene el ser humano dentro del sistema medioambiental. Esto dará como resultado, un conocimiento de los problemas y riesgos ambientales que existen actualmente, así como los métodos para contribuir a conseguir un desarrollo sostenible (Morón et al., 2012).

Si el alumnado no relaciona los contenidos que está estudiando con situaciones de la vida cotidiana que le afectan personalmente, difícilmente se logrará obtener un aprendizaje significativo y unos objetivos de enseñanza acordes con el currículo oficial del Sistema Educativo Español. Para que esto sea posible, se ha de abandonar el método tradicional de enseñanza, donde el alumnado es un mero oyente en las clases, lo que limita la participación y creación de debates en el aula (Pedrinaci, 2012). Así pues, es más productivo que el método de enseñanza sitúe al alumnado como sujeto activo de su propio aprendizaje, promoviendo la reflexión y resolución de problemas de forma autónoma.

## 2. LA GEOLOGÍA EN SECUNDARIA

A nivel curricular en España, la enseñanza de la Geología posee poco protagonismo durante la etapa de secundaria, por lo general, está organizada para ser impartida a final de curso, haciendo que casi nunca se impartan todos los contenidos expuestos en el currículo oficial. Plantear una organización coherente y realista de los contenidos, tanto en la legislación como en la planificación docente, garantiza una enseñanza de calidad para el alumnado (Pedrinaci, 2012).

Según Lacreu (2019), el origen de esta organización curricular surge de la caracterización errónea de la Geología, enfocada como una ciencia experimental y no como una ciencia histórico-interpretativa. Además, el profesorado, frecuentemente, tiene una preparación inadecuada e insuficiente en los diferentes aspectos de la Geología, lo que supone que la enseñanza se enfoque desde una perspectiva memorística y descontextualizada.

Aunque en educación secundaria no se ha eliminado por completo la enseñanza de la Geología, sí que se han ido reduciendo los contenidos curriculares con cada reforma educativa. Pedrinaci (2013) justifica esta idea con la incapacidad de ver la importancia económica y científica que tiene la Geología en la sociedad. Si el alumnado no conoce la relevancia que tiene esta ciencia en el mundo, irá desapareciendo de los institutos y la formación geológica de las personas será nula, creando ignorancia en una parte crucial de la ciencia. Por ello, hay que tener muy claro qué papel tiene la Geología en el funcionamiento del sistema socio-natural que es la Tierra (Pedrinaci, 2013).

### 2.1. Los terremotos en la Geología

Las estrategias didácticas implantadas, no han logrado transmitir correctamente los fenómenos geológicos que nos rodean, y por ello, se ha ido produciendo un retroceso curricular en Geología (Lacreu, 2012). Se han tomado decisiones curriculares donde se une a la Geología con otras ciencias que poseen fines distintos y, a nivel didáctico, esas diferencias no se han considerado, dejando así a un lado el fin de esta ciencia: entender y comprobar los procesos geológicos sucedidos a lo largo del tiempo (Lacreu, 2019).

La solución para impartir la Geología y, en concreto, los terremotos, de forma que genere interés en el alumnado es proponer actividades en equipo en la que haya que resolver un problema real a través de la reflexión y aplicación de los contenidos teóricos que lo engloban. Así, el alumnado será capaz de plantearse preguntas cuya solución le ayude a crear su propio aprendizaje (Lacreu, 2019).

## 2.2. Ideas previas y dificultades en la enseñanza y aprendizaje de los terremotos

La Geología es una ciencia que requiere de intuición y visión espacial, lo cual está poco desarrollado en los estudiantes de secundaria generalmente. Según Sequeiros et al. (1995, como se cita en Moraes y Seer, 2005), dada su eficacia cognitiva, las ideas previas pueden actuar como un obstáculo en el aprendizaje de nuevos contenidos. Así pues, seguir el modelo constructivista donde, centrar la atención en los conocimientos de los alumnos y favorecer la construcción colectiva de conocimiento, permite que el estudiante esclarezca sus ideas y escuche las del otro (Puig et al., 2015).

Estas concepciones pueden tener origen en la manera en la que se han impartido los contenidos. Bonito et al. (2011) señalan algunas de las dificultades que tiene la Geología en el aprendizaje del alumnado. Entre ellas, hay una falta de contextualización en el currículo oficial y en los libros de texto, exponiendo contenidos desvinculados de la realidad del alumnado, complicando su asimilación. La Geología no se puede enseñar con prácticas observables, solo se pueden aplicar prácticas deducibles, las cuales requieren de visión espacial que ayude a comprender y asimilar esos contenidos. Para afrontar estas dificultades, es fundamental elaborar un método de enseñanza que contextualice los contenidos y refute las ideas previas erróneas del alumnado, de manera que obtenga un conocimiento correcto de cómo ocurren ciertos fenómenos geológicos en la Tierra (Bonito et al., 2011).

## 3. EL ESCAPE ROOM EDUCATIVO

Zabala-Vargas et al., (2020), argumentan que la metodología basada en la realización de juegos facilita el aprendizaje de los contenidos didácticos, trata de crear simulaciones de situaciones reales, donde el alumnado tiene que desenvolverse y actuar para resolver los retos propuestos. Cualquier juego puede ser útil si se adapta correctamente al entorno del aula, favoreciendo la utilización de la lógica, trabajar en equipo de manera cooperativa, asociar, conectar e interpretar bien la información y generar un toque de competitividad que incentiva la concentración y la aplicabilidad de los contenidos académicos para conseguir ganar el juego (Vélez et al., 2019). Para obtener buenos resultados, debe haber una implicación y responsabilidad docente y adaptar el juego utilizando mecánicas y determinar los roles de cada persona que estimulen y atraigan al alumnado de forma clara (Cornellà et al., 2020).

Dentro de los diferentes juegos que se pueden utilizar, este trabajo se centra en los Escape Rooms Educativos (ERE). Este tipo de juego promueve la contextualización de los contenidos del currículo oficial, así como el trabajo cooperativo y deductivo del alumnado que le ayudará a formarse como persona. Es importante distinguir el Breakout Educativo (BE) del Escape Room Educativo. La principal diferencia, según Negre y Espinosa (2018-2020), es que ambos fomentan el trabajo cooperativo en el alumnado para lograr un objetivo común en un tiempo determinado, sin embargo, el ERE requiere de una organización logística mayor, ya que es necesaria la preparación y ambientación de un espacio que se adecúe a la temática y al alumnado.

La implantación del ERE en la Educación Secundaria posee unas ventajas que hacen que merezca la pena llevarlo a cabo: actividad divertida; aplicable a cualquier contenido curricular; promueve la colaboración y el trabajo en equipo; desarrolla el pensamiento crítico y deductivo; mejora la competencia comunicativa; y el alumnado aprende a trabajar bajo presión (Cornellà et al., 2020). Sin embargo, existen una serie de limitaciones que también hay que tener en cuenta: poner

más atención en diseñar un ERE y dejar de lado la adaptación de la actividad al alumnado, no seleccionar bien los contenidos a abordar, quedando en una actividad desligada del proceso de aprendizaje, no fijar unas reglas claras para el correcto funcionamiento del alumnado y destinar la actividad a un grupo que no se adapta bien a esas dinámicas de enseñanza, obteniendo resultados poco satisfactorios (González y Bernadic, 2020).

#### 4. OBJETIVOS

En este trabajo se pretende conseguir, como objetivo general, emplear el ERE como instrumento de evaluación donde el alumnado sea capaz de aplicar los conocimientos geológicos, abordados durante la unidad didáctica propuesta. En base a este objetivo general, se plantean dos objetivos específicos. El primero de ellos es diseñar y planificar una propuesta didáctica sobre terremotos que incluya como actividad evaluadora un ERE. Y el segundo llevar a cabo una prueba piloto para analizar los resultados de la puesta en práctica de un ERE dentro de una unidad didáctica para el alumnado de 4º de E.S.O.

#### 5. METODOLOGÍA

##### 5.1. Diseño de la unidad didáctica

Para cumplir los objetivos señalados en el apartado anterior se elaboró una propuesta didáctica sobre los terremotos en la que el instrumento de evaluación empleado fuese un ERE. Una vez diseñada la propuesta, para poder valorar su validez se llevó a cabo con un grupo de estudiantes, a modo de prueba piloto.

A la hora de programar las diferentes sesiones, se estableció una estructura genérica que consistía en realizar una primera explicación teórica de los contenidos a trabajar en la sesión en cuestión y efectuar, a continuación, una o varias actividades que desarrollen los contenidos explicados previamente. En la tabla 1, se observa la distribución de las diferentes actividades según las 6 sesiones que se programaron, teniendo en cuenta que las sesiones completas tenían una duración de 55 minutos por sesión.

**TABLA 1.** Resumen de la distribución de los contenidos y actividades de la unidad didáctica

Sesión	Duración	Contenidos a desarrollar	Actividad
1	40 min.	Realización del cuestionario de explicitación de ideas	Actividad 1: Descubriendo lo que sabemos
2	55 min.	La Tierra como planeta con una estructura interna heterogénea	Actividad 2: Nos ponemos al día
3	40 min.	Teoría de la tectónica de placas	Actividad 3: Geólogos detectives
4	10 min.	Terremotos. Origen y distribución.	Actividad 4: Las ondas sísmicas dibujan el interior de la Tierra
	30 min.	Ondas Sísmicas: Formación y tipos	Actividad 5: ¿Por qué en Siria y Turquía?
5	40 min.	Factores de riesgo de los terremotos: Prevenir y predecir	Actividad 6: ¿Dónde me compro la casa?
6	45 min.	Evaluación de los contenidos anteriores	Actividad 7: Sálvese quién sepa sobre terremotos

Fuente: Elaboración propia

La primera sesión consiste en realizar un cuestionario inicial de explicitación de ideas, *Descubriendo lo que sabemos* (tabla 2). El alumnado completará el cuestionario de forma individual en 30 minutos, y cuando lo finalicen se pondrán en común las respuestas. Durante la puesta en común

el docente podrá aclarar las cuestiones que puedan tener los estudiantes, pero durante el tiempo que estén cumplimentando el cuestionario el docente adoptará un papel pasivo, no resolviendo dudas.

**TABLA 2.** Cuestionario Inicial: Descubriendo lo que sabemos

Ítem	Tipo de respuesta
¿Has vivido algún terremoto en Murcia? Indica, si te acuerdas, dónde fue y su intensidad. ¿Qué consecuencias crees que tuvo sobre la población?	Abierta de opinión
¿Piensas que los terremotos son fenómenos frecuentes en cualquier parte del mundo o sólo pueden ocurrir en determinadas zonas? Justifícalo en base a tus conocimientos.	Abierta de opinión
¿Podrías describir los procesos que ocurren en la Tierra desde que inicia el terremoto hasta que lo sentimos en nuestros pies?	Abierta de opinión
Seguramente hayas oído en los medios el reciente terremoto ocurrido en Turquía y Siria, ¿sabrías la razón por la que ha ocurrido?	Abierta de opinión
Estás en tu casa viendo la tele y se produce un terremoto, ¿cómo actuarías?	Abierta de opinión
¿Sabes lo que es un tsunami? Trata de explicarlo con tus palabras.	Abierta de conceptualización
¿El ser humano puede provocar terremotos?	Abierta de opinión
¿Tenemos alguna forma de saber cuándo va a ocurrir un terremoto?	Abierta de opinión
Marca con una X en qué medida estás de acuerdo o en desacuerdo con las siguientes afirmaciones: - El mayor peligro durante un terremoto es que la Tierra se abra y se trague a la gente y a los edificios. - Las víctimas de un terremoto se deben a la caída de escombros, edificios. - El comportamiento de los animales puede ayudar a predecir un terremoto. - Los terremotos se producen por el movimiento de las fallas. - La alineación de la Luna, el Sol y los planetas puede provocar un terremoto en la Tierra. - En caso de terremoto, debo salir corriendo a buscar un área abierta. - Los terremotos ocurren donde hay volcanes. - Debo mantenerme quieto durante un terremoto. - En Murcia es probable que ocurran terremotos porque hace mucho calor. - Los terremotos se producen en los límites de placas. - En la Región de Murcia no ocurre un terremoto desde el de Lorca en 2011. - Los terremotos son impredecibles.	Cerrada con respuesta según escala de Likert de 1 a 4, siendo 1 totalmente en desacuerdo y 4 totalmente de acuerdo

Fuente: Elaboración propia

La segunda sesión consiste en la explicación de los contenidos de “La Tierra como planeta con una estructura interna heterogénea” mediante la actividad *Nos ponemos al día*, el docente plantea diferentes preguntas referentes a esos contenidos. El alumnado responderá o bien en voz alta voluntariamente o a demanda del docente. Al mismo tiempo se harán las aclaraciones pertinentes en base a las respuestas dadas.

En la tercera sesión se explican los contenidos referidos a “Teoría de la tectónica de placas” y “Terremotos, origen y distribución” y se realiza la actividad *Geólogos detectives*. En esta actividad se reparte un documento (figura 1) para que el alumnado trabaje individualmente, durante 25 minutos. Posteriormente se realiza una puesta en común donde el alumnado, de forma voluntaria, comparte su respuesta con la clase, se resuelven dudas, se repasan los contenidos dados y se introducen aquellos que se verán en las siguientes sesiones.



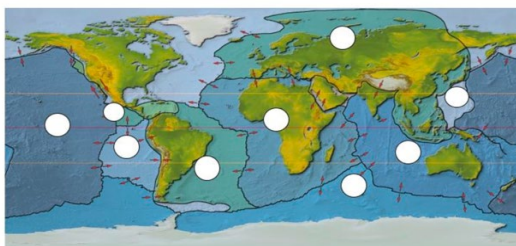
FIGURA 1. Actividad 3: Geólogos detectives

1. A continuación, se presenta un mapa mudo en el que se aparecen las placas litosféricas de la Tierra con sus correspondientes bordes de placa.

a) Numera sobre el mapa las placas litosféricas indicadas.

1 De Nazca	4 Euroasiática	7 Filipina
2 Suramericana	5 Indoaustraliana	8 Pacífica
3 Africana	6 Antártica	9 De Cocos

b) Indica sobre el mapa una zona de subducción y otra en la que exista una dorsal.



Mapa mudo placas litosféricas.  
Fuente: Libro "Biología y geología. 4 ESO. Savia". Editorial SM. ISBN: 978-84-675-8705-0

2. Una vez resuelto el mapa, leed los siguientes textos que tratan sobre dos terremotos distintos ocurridos a lo largo de la historia. Conforme los vayáis leyendo, intentad adivinar el lugar en el que puede haber ocurrido ese terremoto, ya que esta información os será útil más tarde.

**TEXTO 1:**

El terremoto 921, ocurrió el 20 de septiembre de 1999, registró una magnitud de 7,3 en la escala de Richter y tuvo una profundidad de 7 km. El seísmo ocurrió a lo largo de la línea de falla de Chelungpu, que se extiende a lo largo de las faldas de las Montañas Centrales en los condados de Nantou y de Taichung. El terremoto creó una catarata de 7 metros de altura cerca de Dongshih, en la extremidad norte de la falla. Los daños causados por el terremoto fueron: 2.416 muertos, 11.441 heridos graves y 44.338 casas completamente destruidas.

**TEXTO 2:**

23 de septiembre de 2003,

Un terremoto de magnitud 7,8 en la escala de Richter ha sacudido una amplia zona del norte del país y ha provocado varios heridos. Nos encontramos en un país propenso a los terremotos, por lo que existen estrictas normas en materia de construcción que suelen aminorar los daños causados por ellos.

Según el Instituto Sismológico Nacional, el epicentro se localizó a 60 kilómetros de profundidad frente a las costas suroccidentales de Hokkaido, la isla más septentrional del archipiélago, y cerca de la ciudad portuaria de Nemuro.

Según la televisión pública, el temblor produjo una fuerte y larga sacudida horizontal de varios segundos que hizo oscilar los edificios y provocó caídas de objetos, no se han registrado víctimas. Las autoridades han lanzado un aviso de precaución en previsión de fuertes olas (tsunami) frecuentes tras los fuertes seísmos, y han pedido a los habitantes del litoral que se alejen de la costa.

Después de leer las noticias, responded a las siguientes preguntas ayudándoos del mapa realizado anteriormente.

- ¿Podrías situar en el mapa la zona aproximada en la que ocurrió cada una de las noticias?
- Los terremotos del texto 1 y el texto 2 han ocurrido en zonas relativamente cercanas entre sí, ¿encontráis alguna diferencia en cuanto a los daños causados? ¿Podrías decir a qué se deben estas diferencias?
- En el texto 2, se menciona que puede que ocurra un tsunami, ¿sabrías decir qué relación tiene este fenómeno con el terremoto ocurrido?

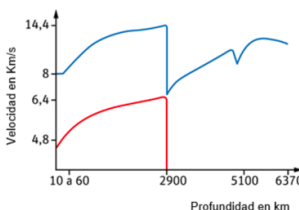
Fuente: Elaboración propia

Durante la cuarta sesión, se abordan los contenidos “Terremotos, origen y distribución” y “Ondas sísmicas: Formación y tipos”, y se plantean dos actividades, la actividad 4, *Las ondas sísmicas dibujan el interior de la Tierra* y la actividad 5, *¿Por qué en Siria y Turquía?*, que se resolverán de manera conjunta. La primera actividad consiste en contestar las preguntas dadas junto con unas gráficas sobre la propagación de las ondas sísmicas (figura 2).

FIGURA 2. Actividad 4: Las ondas sísmicas dibujan el interior de la Tierra

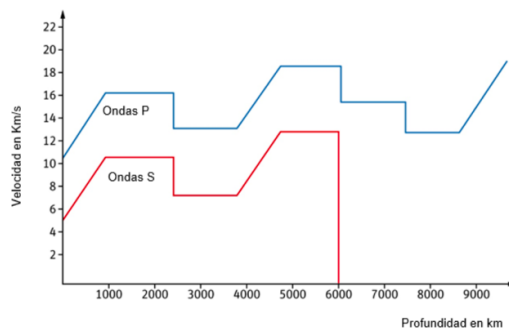
1. Observa la siguiente gráfica en la que se muestra la variación de la velocidad de propagación de las ondas sísmicas en el interior de la Tierra y contesta a las preguntas.

- ¿Qué línea representa las ondas P y cuál las S? Razona la respuesta.
- ¿Cuántas discontinuidades puedes observar? ¿Qué capas separan y cuáles son las profundidades de dichas capas?



2. Esta gráfica representa la velocidad de propagación de las ondas sísmicas en un planeta imaginario.

- ¿Cuántas capas tiene este planeta?
- ¿Y cuántas discontinuidades?
- ¿Cuál es el diámetro del planeta?
- ¿Por qué se detienen las ondas S a los 6000 km?



Fuente: Elaboración propia

Para la actividad 5, los estudiantes trabajarán de forma grupal (4 estudiantes por grupo) y analizarán un texto que contextualiza qué placas litosféricas influyen en la zona de Turquía y Siria, y qué causó el reciente terremoto (6 de febrero de 2023), para responder a las preguntas planteadas (figura 3).

**FIGURA 3. Actividad 5: ¿Por qué en Siria y Turquía?**

El 6 de febrero de 2023 se produjo en Siria y Turquía dos terremotos de magnitud 7,8 y 7,5 en la escala de Richter, los cuales provocaron la muerte de al menos 41000 personas. Este doble seísmo es el último de una serie infinita de enjambres sísmicos. Solo desde el año 2000 se han registrado 18 terremotos por encima del grado 5 de magnitud.

El terremoto se ubica en la triple unión entre las placas de Anatolia, Arabia y África. A esta triple unión se le suma la presencia de la falla de Anatolia Oriental y la falla del mar Muerto. La falla de Anatolia Oriental corre en dirección noreste, es una importante zona de falla de deslizamiento que se extiende desde el este hasta el centro-sur de Turquía. Forma el límite tectónico de entre la placa de Anatolia y la placa de Arabia que se mueve hacia el norte. La diferencia en los movimientos relativos de las dos placas se manifiesta en el movimiento lateral izquierdo a lo largo de la falla. Las fallas de Anatolia Oriental y Anatolia del Norte juntas, acomodan el movimiento hacia el oeste de la placa de Anatolia a medida que es expulsada por la colisión en curso con la placa euroasiática.

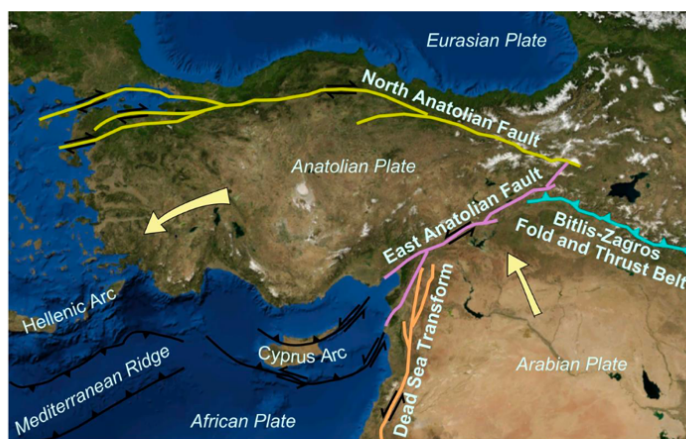


Figura 19. Placas litosféricas implicadas terremoto Turquía y Siria.

- ¿Qué tipo de límite de placa hay entre la placa de Anatolia y la Arábiga?
- ¿Puede haber actividad volcánica en esta zona? Explica la decisión que hayas tomado.
- ¿Los movimientos que se producen en la falla de Anatolia se producen de manera continua o a saltos? ¿Qué explicación le das?
- ¿Cuál será el futuro del Mediterráneo teniendo en cuenta esta alta actividad sísmica en esta zona del mundo?
- Según lo descrito en el texto y lo que hayas oído en los medios de comunicación ¿qué grado les correspondería a los terremotos de Turquía y Siria en la escala de Mercalli?

Fuente del mapa: Wikipedia (2023), Map of the Anatolian Plate, showing the location of the East Anatolian Fault ([Anatolian Plate Vectoral - 2023 Turkey–Syria earthquakes - Wikipedia](#))

La quinta sesión consiste en finalizar la explicación de los contenidos relacionados con los “Factores de riesgo de los terremotos: Prevenir y predecir” y la realización de la Actividad 6, *¿Dónde me compro la casa?* (figura 4). La actividad se basa en la realización de un debate sobre los contenidos de la “Teoría de la tectónica de placas” y “Terremotos: Origen y distribución”. Dependiendo del rol que le toque a cada grupo, se debe defender su posición en base a sus argumentos y los documentos dados. Un grupo será el que haga preguntas a los otros dos grupos expertos en la actividad tectónica de una zona, en este caso en Lorca y Castellón. El primer grupo tendrá que decidir y argumentar qué zona es mejor para comprar una casa en base a la información recabada.

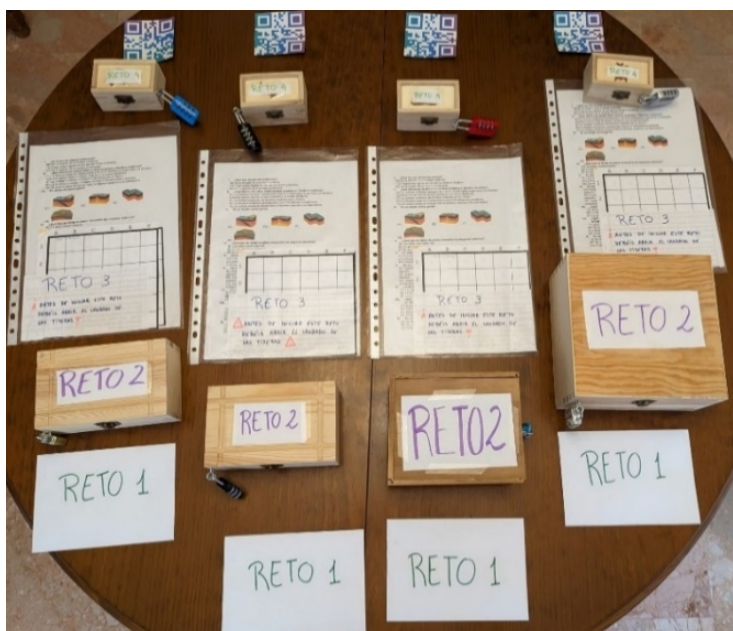
## 5.2. El ERE: Sálvese quien sepa sobre terremotos

La última sesión de la propuesta didáctica consistió en llevar a cabo el ERE “Sálvese quién sepa sobre terremotos”. Para el diseño de este ERE, se han adaptado las pruebas y retos de los trabajos de Martínez-Carmona et al. (2022), Christian y Espinosa (2017), García-Tudela et al. (2020), González-Calatayud (2022), Tajuelo y Pinto (2021), Brusi y Cornellà (2020) y otras, de elaboración propia.

La narrativa diseñada para esta experiencia es una grabación de audio relacionado con los terremotos. Es una historia simple pero concisa, que sitúa al alumnado como protagonista principal del problema al que tiene que encontrar la solución, “*Un terremoto ha sacudido la ciudad y ha dejado a un grupo de estudiantes atrapados en el IES Marqués de los Vélez. El equipo de rescate está en camino, pero debéis encontrar la manera de escapar del aula antes de que sea demasiado tarde. Para ello, tendréis que organizaros en grupos y resolver una serie de retos que os ayudarán a escapar mientras aprendéis sobre los terremotos y cómo protegerse de ellos*”.

Para la realización de la actividad, se divide el grupo-clase en cuatro equipos de 7 personas cada uno. El lugar en el que se va a realizar la actividad es el aula habitual del grupo-clase. Todos los equipos resuelven los cuatro retos al mismo tiempo. Previamente, se adecuan los materiales a utilizar, donde se disponen las mesas de forma conjunta y lineal, formando cuatro filas, una por equipo, se disponen las réplicas de los retos sobre los que trabajará cada equipo. Cada grupo tiene que superar 4 retos de forma secuencial para encontrar la clave final escondida. Se hacen cuatro réplicas de cada reto (figura 4). Se pretende que todos los equipos desarrollen las mismas habilidades y destrezas relacionadas con los objetivos planteados, así se asegura que se parta del mismo nivel de dificultad y que se adquieran los mismos conocimientos sobre el tema.

FIGURA 4. Réplicas de los retos a resolver por equipo.



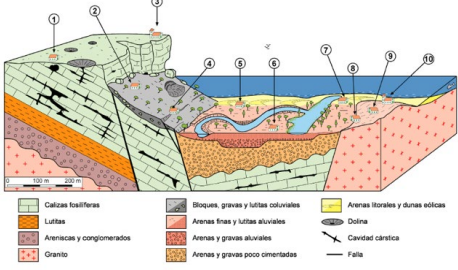
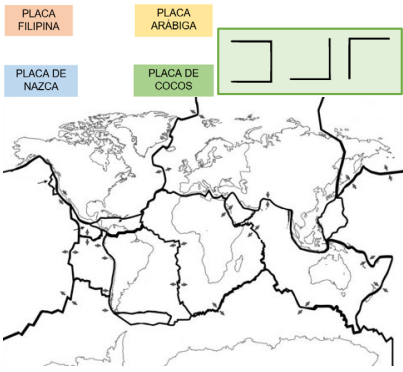
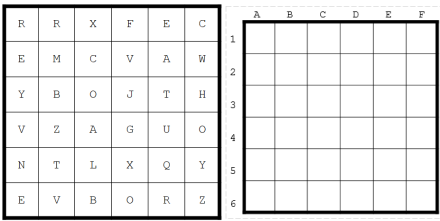

Fuente: Elaboración propia.

Cada reto se diseña bajo la temática general de los terremotos, pero a cada uno se le da un enfoque distinto, teniendo en cuenta los contenidos que se van a trabajar en él. Todos los retos están preparados para que se puedan resolver en 45 minutos. Según su dificultad, están pensados para que se le dedique una temporalidad distinta a cada uno. El reto 1 se puede resolver en 15 minutos, el reto 2 se diseña para que sea resuelto en unos 10 minutos, el reto 3 se plantea para que se resuelva en 15



minutos y, el reto 4, al ser más sencillo, se puede completar en 5 minutos. Esta distribución es una estimación, ya que depende de las habilidades del alumnado, pero ayuda a organizar la actividad en todos sus aspectos. En la tabla 3 se hace una breve descripción de los retos diseñados.

**TABLA 3.** Retos y materiales del ERE

		<b>Descripción</b>	<b>Materiales</b>
<b>Reto 1</b> ¿Dónde construyo mi casa?	 <p>Fuente: Dibujo de M. Zamorano, C. Roqué y D. Brusi, en Brusi y Cornellà (2020)</p>	De las construcciones representadas con un número en la imagen, tendrán que elegir las dos que estén mejor situadas teniendo en cuenta los fenómenos geológicos expuestos en la leyenda. El código es el número de las construcciones elegidas, ordenadas en primer lugar la que está exenta de peligrosidad, seguida de la que tiene una menor probabilidad de derrumbe con respecto a las demás, teniendo en cuenta que solo es segura una de las construcciones de la imagen.	Sobre. Imagen impresa Texto explicativo del problema
<b>Reto 2</b> El mundo es un rompecabezas	 <p>Fuente: Barragán Fernández (2021).</p>	Elaborar el puzzle cuyas piezas corresponden con las placas litosféricas. Situar las fichas con el nombre de las placas donde corresponda. Si lo hacen correctamente, se les da un código con símbolos que tendrán que interpretar para conseguir el número	Caja con cierre 2 candados de 3 dígitos Puzzle Nombre de las placas Ficha con el código a descifrar Tijeras Texto del problema
<b>Reto 3</b> Hundir la flota		Resolver las preguntas planteadas. La respuesta correcta corresponde con una casilla de la plantilla que tendrán que marcar y recortar. Después, sitúan plantilla encima del tablero y ordenan las letras visibles para obtener la frase "Fecha terremoto de Lorca", que les da el código del último candado	Cuestionario Tablero con letras desordenadas Plantilla solución Texto del problema
<b>Reto 4</b> Clave final		En esta caja se encuentra una pista que define el comportamiento del borde de placa de tipo falla transformante. Tendrán que buscar la mesa situada como el esquema de este borde y escanear el código Qr que contiene la clave final	Caja con cierre Candado 4 dígitos Texto del problema Código Qr

Fuente: Elaboración propia

Se espera que el alumnado sea capaz de resolver los cuatro retos de forma autónoma y cooperativa. Sin embargo, puede que surja alguna dificultad durante el desarrollo de la actividad. Por ello, en la planificación del ERE, se preparan una serie de pistas donde se prevé que pueda haber

algún problema. Se diseñan unas tarjetas que se entregarán al equipo si, después de un tiempo intentado resolver el reto, no consiguen llegar a la solución. Ejemplos de estas pistas son: “*Pista 1: Las características de las rocas nos aportan una información muy valiosa*” (Reto 1); “*Pista 2: Si abres un Coco, puedes encontrar una sorpresa*” (Reto 2). En caso de que surja alguna dificultad que no estaba prevista durante la actividad, la docente dará pistas verbalmente al alumnado, para que puedan seguir avanzando en la resolución de los retos.

Todos los retos en su conjunto contribuyen a movilizar los conocimientos sobre tectónica de placas y terremotos en el alumnado. El ERE “Sálvese quien sepa sobre terremotos”, reúne todos los contenidos abordados en la unidad didáctica, planteados desde una perspectiva dinámica y equitativa. Mediante esta actividad se consigue poner en práctica la visión espacial del alumnado en casi todos los retos. Cada reto se ha diseñado con el fin de que todo el alumnado sea partícipe en su resolución, es decir, dentro de cada equipo, todo el alumnado tiene que adquirir la habilidad de comunicarse y trabajar de forma ordenada con sus compañeros, garantizando una correcta resolución de la actividad y, por consiguiente, un resultado positivo en el proceso de evaluación.

Se comprobará el grado de logro de los conocimientos, mediante la realización de un cuestionario final (tabla 4), tras la realización del ERE. Con este cuestionario, se recogerán las ideas que el alumnado ha desarrollado durante la actividad. Las respuestas obtenidas serán valoradas en el proceso de evaluación de aprendizaje, lo que servirá para considerar si la realización del ERE ha servido al alumnado para adquirir los conocimientos del tema tectónica de placas. Al igual que el cuestionario de explicitación de ideas, este también se sometió a un proceso de validación por expertos en didáctica de las Ciencias Experimentales antes de su puesta en práctica.

**TABLA 4.** Cuestionario final del ERE

Ítem	Tipo de respuesta
¿Qué razonamiento seguiste para resolver el Reto 1: “¿Dónde construyo mi casa?”?	Abierta de opinión
¿Qué contenidos del tema “La tectónica de placas” se trabajaron en el Reto 2?	Abierta de conocimiento
Enumera los contenidos que se trabajaron en el test del Reto 3	Abierta de conocimiento
¿En qué preguntas del Reto 3 encontraste más dificultad para resolverlas? Enumérelas.	Abierta de opinión
¿Crees que esta actividad te ha ayudado a asentar los contenidos dados en el tema?	Abierta de opinión
Finalmente, rodea abajo uno o varios recuadros en función de qué te ha parecido la actividad.	Cerrada selección de opción (Interesante; Divertida; Prescindible; Poco útil; Aburrida)

Fuente: Elaboración propia

### 5.3. Participantes de la prueba piloto

Para llevar a cabo la prueba piloto del ERE diseñado, se contó con 28 estudiantes de 4º ESO de la modalidad bilingüe, que cursaban la asignatura Biología y Geología que se impartía en castellano. El grupo de estudiantes era muy heterogéneo (17 chicos y 11 chicas), todos ellos de 15 años y de una clase socioeconómica media, y mostraron interés e implicación en la realización de actividades de carácter innovador.

Sobre su bagaje académico, según los docentes responsables del grupo, estos estudiantes no habían cursado contenidos de Geología desde 1º de ESO, puesto que en el curso de 3º de ESO no los pudieron desarrollar por falta de tiempo. Así pues, a priori, los estudiantes participantes presentaban, antes de llevar a cabo este trabajo, una alfabetización geológica escasa, por lo que se tuvo en cuenta la necesidad de tratar aquellos contenidos que no se impartieron en cursos anteriores, relacionados con las temáticas de *Tectónica de placas* y *Conocer la Tierra y descubrir su pasado*. Esta conexión se tuvo en cuenta en las diferentes actividades diseñadas en la propuesta didáctica.

## 5.4. Evaluación de la prueba piloto

La evaluación es una parte esencial para comprobar en qué medida ha sido útil la realización de la acción educativa, tanto para el alumnado (proceso de aprendizaje) como para el docente (proceso de enseñanza). La evaluación tiene que ser justa y formativa.

*Evaluación del proceso de enseñanza:* para evaluar el proceso de enseñanza, se redactan una serie de ítems de los que se hace una reflexión de opinión sobre el logro o no de los mismos (tabla 5) en base a los resultados obtenidos por el alumnado en las actividades planteadas a lo largo de la unidad didáctica.

**TABLA 5.** Evaluación del proceso de enseñanza

Ítem	Reflexión de opinión
1. Organización temporal coherente de los contenidos y actividades.	La organización de las actividades se ajusta al tiempo disponible por cada sesión y en ellas se abordan todos los contenidos de la unidad didáctica. La Actividad 5 estaba diseñada para realizarse en 40 minutos, pero ocupó la totalidad de la sesión, pero no causó un gran desajuste en la planificación inicial de la unidad didáctica.
2. Actividades vinculadas con situaciones reales significativas.	Las actividades se diseñaron de una forma contextualizada, procurando plantear una situación cercana al alumnado, en tiempo o ubicación.
3. Actividades adaptadas a las necesidades del alumnado.	Todas las actividades se pudieron llevar a cabo correctamente, ningún alumno necesitó una atención especial para su resolución.
4. Instrumento de evaluación coherente con el planteamiento de la unidad didáctica.	El trabajo autónomo ha permitido al alumnado desarrollar habilidades para resolver ciertas situaciones tomando como recurso el conocimiento que ha ido elaborando a lo largo de la unidad didáctica.

Fuente: Elaboración propia

*Evaluación del proceso de aprendizaje:* el nivel de logro de los objetivos por parte del alumnado se evalúa mediante la observación, el trabajo de clase, el ERE como actividad de evaluación y el cuestionario final. Consiste en una evaluación continua y formativa, el proceso de aprendizaje se tiene en cuenta en el logro progresivo de los objetivos propuestos.

## 6. RESULTADOS

### 6.1. Concepciones sobre el origen de los terremotos

La tabla 6 muestra el porcentaje de respuestas obtenidas por el alumnado en el cuestionario inicial. Se realiza un análisis genérico de las afirmaciones que el alumnado realizó sobre las situaciones planteadas. La totalidad de los participantes respondió el cuestionario. Las respuestas obtenidas, se comparan con las concepciones previas que tiene el alumnado según las investigaciones descritas.

En la primera pregunta el 80% del alumnado lo relaciona con el terremoto de Lorca, tienen una idea general de lo que ocurrió y lo argumentan en base a lo escuchado y a la repercusión que tuvo este hecho en los medios de comunicación, afirman que fue uno de los terremotos con mayor intensidad en la Región de Murcia y que provocó grandes daños materiales y humanos. Este hecho constata que aun cuando los estudiantes contaban con 3 años de edad, la repercusión mediática se ha prolongado a lo largo de los años, pues actualmente todavía hay familias afectadas sin haber resuelto los daños materiales acaecidos. Por otro lado, el 20% restante expone que nunca ha vivido un terremoto cercano a su lugar de residencia y no sabe las consecuencias que generó.

En la segunda pregunta el 100% de los participantes responde que son más frecuentes en determinadas zonas, de ese total, el 50% realiza una afirmación bastante completa, asociándolo con bordes de placa, movimiento de fallas y erupciones volcánicas. El 40% afirma que son más frecuentes

únicamente en los bordes de las placas litosféricas, debido al desconocimiento de lo que es una falla geológica, el 10% justifica la frecuencia con la actividad volcánica de la zona. Estas concepciones coinciden con las investigaciones realizadas. Al alumnado le cuesta relacionar una estructura geológica como pliegues o fallas, con la actividad sísmica que provoca esa deformación.

**TABLA 6.** Resultados obtenidos cuestionario inicial: *Descubriendo lo que sabemos*

<b>¿Has vivido algún terremoto en Murcia? Indica, si te acuerdas, dónde fue y su intensidad. ¿Qué consecuencias crees que tuvo sobre la población?</b>	
80% lo relaciona con el terremoto de Lorca. Describen la intensidad de este por los daños materiales que provocó.	
20% no lo sabe.	
<b>¿Piensas que los terremotos son fenómenos frecuentes en cualquier parte del mundo o sólo pueden ocurrir en determinadas zonas? Justifícalo en base a tus conocimientos.</b>	
100% responde que son más frecuentes en determinadas zonas.	50% en los bordes de placa, movimiento de fallas y erupciones volcánicas.
	40% solo con los bordes de placa.
	10% solo con volcanes.
<b>¿Podrías describir los procesos que ocurren en la Tierra desde que inicia el terremoto hasta que lo sentimos en nuestros pies?</b>	
35% no contesta.	
55% relaciona la energía interna del interior de la Tierra con el movimiento de las placas tectónicas.	
10% describe la energía liberada por el movimiento de una falla.	
<b>Seguramente hayas oído en los medios el reciente terremoto ocurrido en Turquía y Siria, ¿sabrías la razón por la que ha ocurrido?</b>	
45% no lo conocen.	
55% conocen la noticia y lo relacionan con el choque de las placas litosféricas de esa zona.	
<b>Estás en tu casa viendo la tele y se produce un terremoto, ¿cómo actuarías?</b>	
4% no sabría qué hacer.	
96% se pondría debajo de una mesa, en el marco de una puerta o saldría a un lugar descampado.	
<b>¿Sabes lo que es un tsunami? Trata de explicarlo con tus palabras.</b>	
100% un terremoto en el medio del mar u océano que provoca una ola muy grande.	
<b>¿El ser humano puede provocar terremotos?</b>	
25% el ser humano no puede provocar terremotos.	
35% no lo sabe.	
40% sí, por las guerras, bombas, métodos de extracción de petróleo, gas natural, etc.	
<b>¿Tenemos alguna forma de saber cuándo va a ocurrir un terremoto?</b>	
25% no contesta.	
46% hay aparatos en los bordes de placa para medir su frecuencia y comportamiento de animales.	
29% no hay forma de saberlo.	

Fuente: Elaboración propia

La tercera pregunta ha resultado ser la más compleja para el alumnado. El 35% la ha dejado en blanco, el 10% lo explica a través de la energía que se libera al moverse una falla y, el 55%, sí que lo relaciona con la energía del interior de la Tierra y con el movimiento de las placas tectónicas. Falta rigurosidad en el lenguaje utilizado por el alumnado, lo que denota que no tienen muy claras las causas del origen de los terremotos.

Referente a la cuarta pregunta, a pesar de ser una noticia realmente mediática y reciente, casi la mitad de los participantes no es consciente del fuerte sismo ocurrido en Turquía y Siria. El 55% conoce la noticia y lo relaciona correctamente con que, en esa zona, se concentran varias placas tectónicas cuyo movimiento ha provocado el terremoto.

En la quinta pregunta la mayoría del alumnado responde correctamente, el 96% describe que se pondría debajo de una mesa, en el marco de una puerta o que saldría al exterior a un lugar

descampado. Solo una persona argumenta que no sabría que hacer en esta situación, entreviendo que esta persona no tiene formación sobre este aspecto.

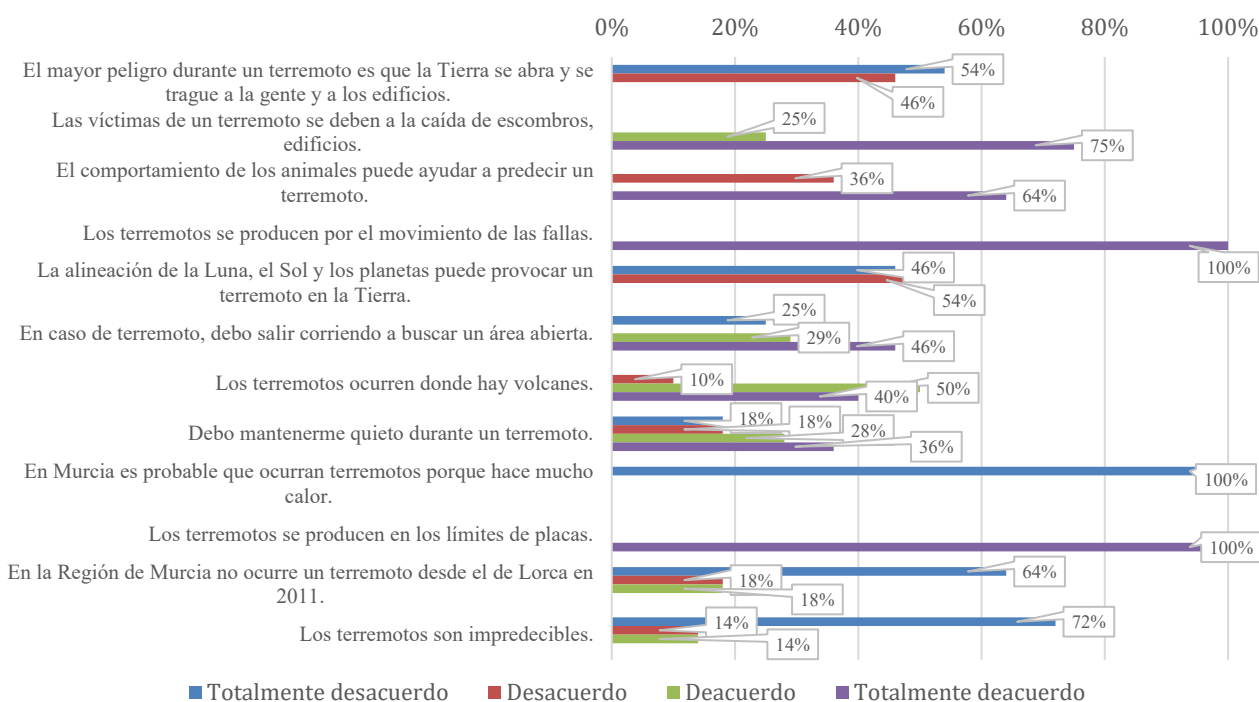
En la sexta pregunta el 100% elaboró respuestas cuya correcta argumentación consistía en “Un terremoto en el medio del mar u océano que provoca una ola muy grande”.

La pregunta 7 ha mostrado incertidumbre en casi todos los participantes. El 35% o la deja en blanco o no lo sabe y el 25% responde que un terremoto es un fenómeno natural y el ser humano no es capaz de provocarlo. Aun así, el 40% del alumnado expone afirmaciones como que las guerras y los métodos de extracción de petróleo y gas natural pueden provocar terremotos de una intensidad menor a los que ocurren de forma natural.

Por último, en la octava pregunta, hay una falta de rigurosidad en el lenguaje utilizado por el alumnado. El 25% deja en blanco la pregunta y el 29% afirma que no se puede saber. El 46% restante responde que existen aparatos en los bordes de placa que pueden prever la ocurrencia de un terremoto y que, por el comportamiento de los animales se puede saber que pronto ocurrirá un terremoto.

Los resultados obtenidos en la segunda parte del cuestionario inicial (Figura 5), las afirmaciones propuestas pretenden que el alumnado cree una unión entre vivencias propias y su explicación científica.

**FIGURA 5.** Resultados, en %, obtenidos escala Likert cuestionario inicial



Fuente: Elaboración propia.

En general, todos los participantes contestan de forma homogénea a las afirmaciones propuestas. Tienen claro que la peligrosidad de un terremoto no consiste en que la Tierra se abra, pero sí que los mayores daños ocurren por el derrumbe de edificios. La mayoría está de acuerdo en que una forma de predecir un terremoto es observando el comportamiento de la naturaleza. La totalidad de los participantes asocia la ocurrencia de un terremoto con los movimientos de las fallas y los límites de placa, pero no tienen tan clara la relación que existe entre un terremoto y una erupción volcánica. El total demuestra que la alineación de la Luna, el Sol y los planetas y las altas temperaturas de Murcia no se relacionan con el origen de los terremotos. En cuanto a cómo actuar en caso de terremoto, la mayoría optaría por buscar un área abierta. Casi el total intuye que han ocurrido más



terremotos en la Región de Murcia. Por último, el alumnado no conoce qué maneras existen para predecir la frecuencia y ocurrencia de los terremotos en ciertos lugares del planeta.

## 6.2. Evaluación del Escape Room Educativo

El trascurso de la actividad se desarrolló sin incidencias graves, el alumnado estaba implicado en la resolución de los retos y no hubo intromisiones en otro equipo que no fuera el suyo. En dos equipos, hubo dos personas que, antes de leer las instrucciones hizo pruebas aleatorias con el candado, por lo que hubo que corregir esa actitud. Los cuatro equipos lograron terminar el ERE en el tiempo estipulado, al primer grupo le sobró 10 minutos y al último 3 minutos.

Uno de los equipos necesitó utilizar la pista preparada para el Reto 2 ya que no lograba encontrar el código que había tras la ficha de la placa de Cocos. Gracias a esta pudieron continuar con la resolución de los demás retos.

Para el Reto 3, dos grupos necesitaron ayuda adicional para resolver algunas preguntas. La ayuda proporcionada se enfocó en tratar de situar al alumnado en la actividad realizada durante la unidad didáctica relacionada con esos contenidos.

### *Cuestionario final*

La tabla 7 muestra los resultados obtenidos en el cuestionario final, donde se valora si el alumnado ha sido capaz de comprender la actividad del ERE y si ha sabido relacionar cada reto con los contenidos vistos en el tema.

**TABLA 7.** Resultados obtenidos cuestionario final

<i>¿Qué razonamiento seguiste para resolver el Reto 1: “¿Dónde construyo mi casa?”?</i>
25% pruebas con el candado. La explicación general se basa en: “Como había tres números en el candado y solo podíamos elegir dos, uno de ellos tenía que ser el 10 y el otro lo deducimos con los conocimientos aprendidos en clase”.
50% razonamiento preciso: “observamos el posicionamiento de cada casa y llegamos a la conclusión de que las casas encima de la montaña, bajo la montaña, encima de la falla o cavidad, cerca del río o cerca del mar no eran seguras, por lo que pensamos que las casas más seguras eran la 9 y la 10”.
25% añadían a lo anterior: “el granito era el material más seguro para edificar”.
<i>¿Qué contenidos del tema “La tectónica de placas” se trabajaron en el Reto 2?</i>
100% contesta los bordes de las placas litosféricas y conocimientos geográficos para situar el nombre de las placas en el mapa.
<i>Enumera los contenidos que se trabajaron en el test del Reto 3</i>
75% respuestas completas: los descubrimientos de Wegener, la deriva continental, límites convergentes, divergentes, fallas transformantes, tipos de sismos que ocurre en cada límite de placa y las unidades geodinámicas de la Tierra.
21% respuestas imprecisas: dorsales oceánicas, preguntas sobre el tema, actividad sísmica, lo que descubrió un científico, etc.
4% obtención código del candado.
<i>¿En qué preguntas del Reto 3 encontraste más dificultad para resolverlas? Enumérelas.</i>
50% preguntas de la deriva continental.
25% preguntas del movimiento de placas.
25% interpretar tipos de borde de placa según la imagen.
<i>¿Crees que esta actividad te ha ayudado a asentar los contenidos dados en el tema?</i>
100% forma de poner en práctica los contenidos dados, darle un sentido a los contenidos, una actividad motivadora y que el trabajar en grupo ha potenciado el interés en el aprendizaje.
<i>Finalmente, rodea abajo uno o varios recuadros en función de qué te ha parecido la actividad.</i>
96% interesante y/o divertida.
4% interesante y prescindible.

Fuente: Elaboración propia.

En la primera pregunta, el 25% del alumnado hizo un razonamiento científico del problema expuesto. Este grupo no cumplió los objetivos propuestos para este primer reto, fruto de la deducción lógica del planteamiento. El resto hizo una reflexión más precisa, ligada al objetivo de la actividad.

En la segunda pregunta, el 100% contesta correctamente. El Reto 2 fue el más sencillo de resolver para todos los grupos, tenían claro la posición de las placas litosféricas y el nombre de aquellas menos intuitivas.

En la tercera pregunta, la mayoría hizo reflexiones adecuadas y completas. Uno de los mostró no tener muy claros los contenidos trabajados durante la unidad. Una persona hizo una descripción del razonamiento lógico que le llevó a obtener el código para abrir el candado.

En la cuarta pregunta, pese a que el Reto 3 es el más complejo de todos los retos, en la medida en que abarca la mayoría de los contenidos abordados en la unidad, todos los estudiantes obtuvieron las respuestas correctas al reto.

Sobre la quinta pregunta la reflexión general del alumnado sobre el ERE es positiva, consideran que han podido adquirir los conocimientos de la unidad de una forma original y amena, alejada de la forma tradicional.

Las respuestas a la sexta pregunta concuerdan con las reflexiones de la quinta pregunta, donde al 96% le pareció interesante y/o divertida. Aun así, a una persona le pareció una actividad interesante pero prescindible.

## 7. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La enseñanza de la Geología en secundaria requiere una implicación curricular y docente en el Sistema Educativo Español. Para evitar su desaparición, Pedrinaci (2013) defiende que la principal solución reside en que el profesorado siga una formación constante y busque e implante métodos de enseñanza donde se seleccionen y contextualicen los contenidos de Geología más relevantes, útiles y aplicables en la vida del alumnado.

El ERE es una herramienta que permite trabajar un amplio espectro de contenidos en todas las etapas educativas (Pérez Vázquez et al., 2019, en Manzano y Tadeu, 2022). Sin embargo, esta herramienta resulta útil si se tiene muy claro el alumnado al que va destinado y se adaptan correctamente los contenidos al nivel del que parte.

En general, la puesta en práctica de esta actividad de evaluación ha resultado positiva tanto para el alumnado como para la parte docente. Todos los participantes la han valorado como una actividad interesante que ha potenciado su aprendizaje sobre los contenidos de “tectónica de placas”.

Por consiguiente, se considera que se ha alcanzado el objetivo general, ha sido posible elaborar un instrumento de evaluación innovador donde el alumnado ha reflexionado sobre situaciones reales aplicando los contenidos impartidos. Referente a los objetivos específicos, se ha logrado diseñar y planificar una propuesta didáctica sobre terremotos cuyo instrumento de evaluación ha sido un ERE con el que se han obtenido resultados que reflejan que el alumnado de 4º de ESO puede aprender y desarrollar habilidades y competencias mediante la contextualización de los contenidos y el trabajo autónomo y cooperativo.

En definitiva, realizar un ERE conlleva una mayor implicación y responsabilidad docente a la hora de planificar la actividad. Hay que tener muy claros los objetivos que se pretenden alcanzar, conocer las necesidades del alumnado al que va destinado, la etapa educativa en la que se quiere implantar y la inversión de tiempo y recursos materiales necesarios para la correcta realización de la actividad.

## Referencias

Babault, J., Tesón, E., Gómez-Gras, D., Corbella, M., Gómez-Rivas, E., Martín-Martín, J. D., Casas, L., y Castaño, L. M. (2008). Modelización experimental: Una herramienta potente para la

- enseñanza de procesos superficiales de erosión, transporte y sedimentación. *Geotemas*, 10, 39-42.
- Barragán Fernández, C. I. (2021). Cerebriti. Placas tectónicas: El mundo fragmentado. Recuperado 6 de junio de 2024, de <https://www.cerebriti.com/juegos-de-geografia/placas-tectonicas-el-mundo-fragmentado/>
- Bonito, J., Medina, J., Morgado, M., Rebelo, D., Monteiro, G., Martins, L., y Márquez, L. (2011). La naturaleza del tiempo y su complejidad. El caso del tiempo geológico. Implicaciones educativas. *DYNA*, 78(169), 247-257.
- Brusi, D., y Cornellà, P. (2020). Escape rooms y Breakouts en Geología. La experiencia de “Terra sísmica”. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 28(1), 74-88. <https://raco.cat/index.php/ECT/article/view/372926>
- Christian, P., y Espinosa, J. (2017). *Guía definitiva #Breakout #EscapeRoom*. <https://www.educa.jcyl.es/crol/es/recursos-educativos/guia-definitiva-breakout-escaperoom>
- Cornellà, P., Estebanell, M., y Brusi, D. (2020). Gamificación y aprendizaje basado en juegos. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 28(1), 5-19. <https://raco.cat/index.php/ECT/article/view/372920>
- Decreto n.º 220/2015, de 2 de septiembre de 2015, por el que se establece el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia. *Boletín Oficial de la Región de Murcia*, 3 de septiembre de 2015, 56-63.
- Decreto n.º 235/2022, de 7 de diciembre, por el que se establece la ordenación y el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia. *Boletín Oficial de la Región de Murcia*, 9 de diciembre de 2022, 56-69.
- García-Tudela, P.A., González-Calatayud, V., y Serrano-Sánchez, J. L. (2020). The educational escape room as a strategy for solving problems. *REDU. Revista de Docencia Universitaria*, 18(2), 97-114. <https://doi.org/10.4995/redu.2020.13573>
- González, V. y Bernadic, M. (2020). Escape Room como innovación en la Formación Profesional. En E. Colomo, E. Sánchez, J. Ruiz y J. Sánchez (Coords.), *La tecnología como eje de cambio metodológico* (pp. 112-116). Universidad de Málaga
- González-Calatayud, V. (2022). La innovación en Formación Profesional: el uso de las Escape Room. *Innoeduca. International Journal of Technology and Educational Innovation*, 8(1), 111-120. <https://hdl.handle.net/11162/224283>
- King, C. (2010). An analysis of misconceptions in science textbooks: Earth science in England and Wales. *International Journal of Science Education*, 32(5), 565-601. <https://doi.org/10.1080/09500690902721681>
- King, C. (2000). The Earth's Mantle Is Solid: Teachers' Misconceptions About the Earth and Plate Tectonics. *School Science Review*, 82(298), 57-64.
- Lacreu, H. L. (2012). Raíces políticas del analfabetismo geológico. *XVII Simposio sobre Enseñanza de la Geología*, 91-99.
- Lacreu, H. L. (2019). Geolodactica, desafíos para renovar la enseñanza de la Geología. *Terræ Didactica*, 15, 1-11. <https://doi.org/10.20396/td.v15i0.8654666>
- Manzano, A., y Tadeu, P. (2022). Escape rooms educativos: Una experiencia en una universidad portuguesa. *Revista INFAD de Psicología. International Journal of Developmental and Educational Psychology*, 1, 281-288. <https://doi.org/10.17060/ijodaep.2022.n1.v1.2374>
- Martínez-Carmona, M., Serrano, F., y Ayuso Fernández, G. E. (2022). Propuesta de un Breakotedu de cinemática para el alumnado de primero de bachillerato. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 6(1), 75-101. <https://doi.org/10.17979/arec.2022.6.1.8446>
- Mejías, N., y Morcillo, J. G. (2006). 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://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/73537>

- Moraes, L., y Seer, H. J. (2005). El uso de las ideas previas en el proceso de Enseñanza -Aprendizaje de Geología con técnicos en Minería. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 13(2), 165-170, <https://raco.cat/index.php/ECT/article/view/89040>
- Morón, H., Morón, M. C., Wamba, A. M., y Jiménez, R. (2012). Una propuesta metodológica para la enseñanza de la biología y geología en la educación secundaria. *Revista de Educación en Biología*, 2, 58-68. <http://hdl.handle.net/11441/42122>
- Negre, C., y Espinosa, J. (coords.). (2018-2020) *Guía Definitiva #Breakout #EscapeRoom*. [https://docs.google.com/document/d/1eSxKEAwhvgEGz-K\\_syLByRE5qSspBJQJb0djj0GNzCQ/edit?usp=sharing](https://docs.google.com/document/d/1eSxKEAwhvgEGz-K_syLByRE5qSspBJQJb0djj0GNzCQ/edit?usp=sharing)
- Ortiz-Colón, A. M., Jordán, J., y Agredal, M. (2018). Gamificación en educación: una panorámica sobre el estado de la cuestión. *Educação e pesquisa*, 44. <https://doi.org/10.1590/S1678-4634201844173773>
- Pedrinaci, E. (1996). Sobre la persistencia o no de las ideas del alumnado en Geología. *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*, Barcelona, 7, 27-36.
- Pedrinaci, E. (2012). Alfabetización en Ciencias de la Tierra, una propuesta necesaria. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 20(2), 133-140. <https://raco.cat/index.php/ECT/article/view/257532>
- Pedrinaci, E. (2013). Presentación: ¿Qué geología deberíamos enseñar en la educación secundaria? *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 21(2), 114-116. <https://raco.cat/index.php/ECT/article/view/274144>
- Pérez-Vázquez, E., Gilabert-Cerdá, A., y Lledó-Carreres, A. (2019). Gamificación en la educación universitaria: El uso del escape room como estrategia de aprendizaje. En R. Roig-Vila (Ed.). *Investigación e innovación en la Enseñanza Superior. Nuevos contextos, nuevas ideas*. Ed. Octaedro.
- Puig, B., Pérez, J. J., y Montero, S. (2015). La sucesión de terremotos del Delta del Ebro. Una secuencia para investigar las ideas del alumnado y la práctica de uso de pruebas. *Praxis & Saber*, 6(11), 43-65.
- Sequeiros, L., García de la Torre, E., y Pedrinaci, E. (1995). Tectónica de Placas y Evolución Biológica: Construcción de un paradigma e implicaciones didácticas. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 3(1), 14-22. <https://www.raco.cat/index.php/ECT/article/view/89226/141658%20>
- Tajuelo, L., y Pinto, G. (2021). Un ejemplo de actividad de escape room sobre física y química en educación secundaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18(2), 2205. [http://ww.doi.org/10.25267/Rev\\_Eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2021.v18.i2.2205](http://ww.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i2.2205)
- Vélez, O., Palacio, S. M., Hernández, Y. L., Ortiz, P. A., y Gaviria, L. F. (2019). Aprendizaje basado en juegos formativos: caso Universidad en Colombia. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 21, 1-10. <https://doi.org/10.24320/redie.2019.21.e12.2024>
- Zabala-Vargas, S. A., Ardila-Segovia, D. A., García-Mora, L. H., y Benito-Crosetti, B. L. (2020). Aprendizaje Basado en Juegos (GBL) aplicado a la enseñanza de la matemática en educación superior. Una revisión sistemática de literatura. *Formación universitaria*, 13(1), 13-26. <https://doi.org/10.4067/S0718-50062020000100013>

#### CÓMO CITAR ESTE ARTÍCULO

Guijarro Serrano, C. y Robles Moral, F.J. (2024). Los Terremotos a través de un Escape Room Educativo para 4º ESO. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 46, 157-174. DOI: 10.7203/DCES.46.27908

