



Universidad
Zaragoza



Facultad de Educación
Universidad Zaragoza

Trabajo Fin de Máster

Estudio de las manifestaciones de la dinámica
terrestre en 4º ESO

Study of the manifestations of Earth's dynamics in
4th ESO

Autor

Raúl Lázaro González

Director

José Francisco Llorens Benito

FACULTAD DE EDUCACIÓN

MÁSTER EN PROFESORADO DE EDUCACIÓN SECUNDARIA OBLIGATORIA,
BACHILLERATO, FORMACIÓN PROFESIONAL Y ENSEÑANZAS DE IDIOMAS,
ARTÍSTICAS Y DEPORTIVAS

CURSO 2024-2025

Índice

1.	Introducción.....	3
1.1.	Presentación personal	3
1.2.	Presentación del trabajo.....	3
1.3.	Contextualización y características del centro.....	3
2.	Análisis didáctico de dos actividades realizadas en asignaturas del máster y su aplicación en el prácticum	4
3.	Propuesta didáctica	6
3.1.	Justificación de la propuesta.....	6
3.2.	Contextualización de la propuesta dentro del currículo de Educación Secundaria Obligatoria	7
3.3.	Objetivos.....	8
3.4.	Fundamentación teórica.....	8
3.5.	Evaluación inicial	10
3.6.	Descripción de la propuesta.....	10
4.	Actividades	11
4.1.	Contexto del aula	11
4.2.	Metodología de la propuesta.....	11
4.3.	Actividades realizadas	12
4.4.	Secuenciación de actividades	25
5.	Evaluación de la unidad didáctica	26
6.	Análisis de los resultados de aprendizaje	30
7.	Análisis crítico de la propuesta didáctica y propuesta de mejora.....	35
7.1.	Análisis crítico de la propuesta.....	35
7.2.	Propuesta de mejora.....	36
8.	Consideraciones finales	37
9.	Referencias	38

1. Introducción

1.1. Presentación personal

Mi nombre es Raúl Lázaro González, tengo 26 años y soy graduado en Geología por la Universidad de Zaragoza. Al acabar el grado, hice el máster de Técnicas y aplicaciones también en la Universidad de Zaragoza. Durante el desarrollo de mis estudios vi como posibilidad el dedicarme a la investigación en la rama en la que estoy especializado, la geodinámica, por lo que decidí solicitar una de las becas de investigación.

Durante el periodo de incertidumbre de espera de la beca vi con buenos ojos hacer el máster de profesorado de ESO, ya que me parecía una buena salida laboral y me gusta enseñar. Lo único que me echaba para atrás es hablar en público. Además, cursar la especialidad de Biología y Geología me da la oportunidad de impartir clase sobre otras disciplinas que también me llaman la atención.

1.2. Presentación del trabajo

En el presente Trabajo Fin de Máster se recoge la propuesta didáctica desarrollada para tratar los contenidos sobre la dinámica y estructura de la Tierra para el curso 4º ESO de la optativa Biología y Geología.

La propuesta didáctica aplica una serie de metodologías explicadas en varias de las asignaturas del máster como en *“Procesos y contextos educativos”* y actividades destacadas en *“Diseño de actividades de aprendizaje de Biología y Geología”* y *“Recursos didácticos para la enseñanza de materias en inglés”*.

1.3. Contextualización y características del centro

El centro donde se ha llevado a cabo la implementación de la unidad didáctica es el Instituto de Educación Secundaria Rodanas, centro en el que se realizó el Prácticum I y II. Este centro es de carácter público y se sitúa en la localidad de Épila (Zaragoza, España). La localidad tiene una población, según el Instituto Aragonés de Estadística (2024), de 4.447 habitantes, entre los que se encuentran personas inmigrantes fundamentalmente de países latinoamericanos, africanos y del centro-este de Europa, además de personas de etnia gitana.

El centro no sólo imparte clases a alumnos de Épila, sino también a alumnos de localidades cercanas pertenecientes a la comarca de Valdejalón (Lumpiaque, Rueda de Jalón, Salillas, etc.).

La mayoría de los alumnos provienen de familias de clase media aunque existen pequeños grupos de inmigrantes dedicados a trabajos temporales que poco a poco van asentándose en la localidad formando grupos estables de población, con un nivel socioeconómico más bajo. Por otro lado, al ser el único centro público de secundaria de esta zona, el instituto debe de dar respuesta educativa a toda la población en edad de cursar la educación secundaria (12-16 años) y por ello es un centro de integración de ACNEES (Alumnado con Necesidades Educativas Especiales) (A. Algora, comunicación personal, 15 de enero de 2025). El 50% de los alumnos y alumnas utilizan el transporte escolar, lo que condiciona la planificación de actividades de carácter extraescolar.

En cuanto a la distribución dentro de la ESO, en primero hay cuatro grupos ordinarios (A, B, C y D) y dos grupos donde hay agrupamientos flexibles con medidas de apoyo y refuerzo educativo (E y PAI (Programa de Aprendizaje Inclusivo)). En segundo, hay tres grupos ordinarios, un grupo de PPPSE (Programa de Promoción de Permanencia en el Sistema Educativo) y PAI. En tercero y cuarto, hay dos grupos ordinarios y uno de diversificación.

En cuanto a la distribución en Bachillerato, tanto en primero como en segundo, los alumnos están separados en dos modalidades: Ciencias y Tecnología (A) y Humanidades y Ciencias Sociales (B).

En cuanto a Formación Profesional específica, el centro cuenta con F. P. Agraria con 1ºGB (Grado Básico) y 2ºFPB (Formación Profesional Básica) de Agrojardinería y composiciones florales; F.P. Alimentaria con 1ºGB y 2ºFPB de Industria Alimentaria; y F.P. Administrativo con 1ºGB y 2º FPB Servicios Administrativos, 1ºGM (Grado Medio) y 2ºGM de Gestión Administrativa, y 1ºGS (Grado Superior) y 2ºGS Administración y finanzas. F.P. de informática y Telecomunicaciones con 1ºGS y 2ºGS de Diseño de Aplicaciones Multiplataforma. Se tiene previsto implementar un grado medio de Sistemas microinformáticos y redes el próximo año.

2. Análisis didáctico de dos actividades realizadas en asignaturas del máster y su aplicación en el prácticum

Durante la realización del máster se han tratado el uso de cortes geológicos para la comprensión de la estructura de la Tierra. Esto se ha tratado en asignaturas como *Diseño de actividades de aprendizaje en Biología y Geología*. Por otro lado, se han tratado otros recursos que pueden complementar la explicación independientemente de si se tratan contenidos relacionados o no con la Biología y la Geología, como es el caso de la herramienta EDpuzzle, éstos en las asignaturas de *Innovación e investigación educativa en Biología y Geología*, y en *Recursos didácticos para la enseñanza de materias en inglés*.

Actividad 1: Cortes geológicos

Durante el desarrollo del máster, los cortes geológicos se encuentran entre las herramientas que nos proporcionaron desde la asignatura de “*Diseño de actividades de aprendizaje en Biología y Geología*”, las cuales fueron llevadas a cabo para comprender la dinámica terrestre y reconstruir el orden en el que se depositan los materiales y suceden eventos geológicos.

Esta actividad se llevó a cabo una vez realizada la explicación de los contenidos relativos a pliegues y fallas, y a la elaboración del modelo analógico. Se reconstruyó la historia geológica de cada uno de los bloques diagrama recortables, así como del modelo analógico tratando los principios de superposición de los estratos (en una secuencia de rocas sedimentarias no deformadas, los estratos que están más abajo son los más antiguos y los que están más arriba son los más modernos (Menéndez, 2017), principio de horizontalidad, principio de intersección (las intrusiones ígneas, fallas y pliegues son más jóvenes que las rocas que afectan) y el principio de sucesión de acontecimientos geológicos (dándole un orden cronológico relativo). Finalmente, se pasó a unos bloques

de mayor dificultad, donde se podían observar la presencia de distintos tipos de discontinuidades (discordancia angular, angular erosiva, disconformidad, inconformidad o paraconformidad). Esto hace que, de forma gradual, se vayan incrementando la dificultad de los contenidos pasando de un ejercicio inicial donde todas las capas se disponían de forma horizontal a uno final en el que las capas se encuentran plegadas, con diques y con presencia de discontinuidades. La realización de estos cortes geológicos se realizó de una forma informal en la que, al ser un grupo pequeño, todas las alumnas podían participar de forma activa en la elaboración de la historia geológica junto al docente.

Resultados de la actividad

En primer lugar, se va a destacar uno de los bloques recortables de la *Actividad 5* en el que se puede observar una falla inversa. No se observaron dificultades a la hora de establecer el orden de depósito de los materiales, respondiendo capa azul, verde y amarilla; y tampoco en determinar que la falla inversa era posterior a la sedimentación de estos. El punto de mayor confusión fue a la hora de relacionar el dique con la falla, esto produce el momento idóneo para hacer hincapié en el principio de intersección que se había explicado previamente y establecer de esta forma, que el dique es previo a la falla inversa debido a que se encuentra cortado por ella.

En segundo lugar, en el perfil observado en el margen del modelo analógico (*Figura 1*) no hubo dificultades destacables a la hora de realizar la historia geológica, ya que fueron las alumnas las que iban “sedimentando” las capas de arena y las que realizaron la compresión de las capas. Por lo que observaron, los principios previamente tratados en clase.

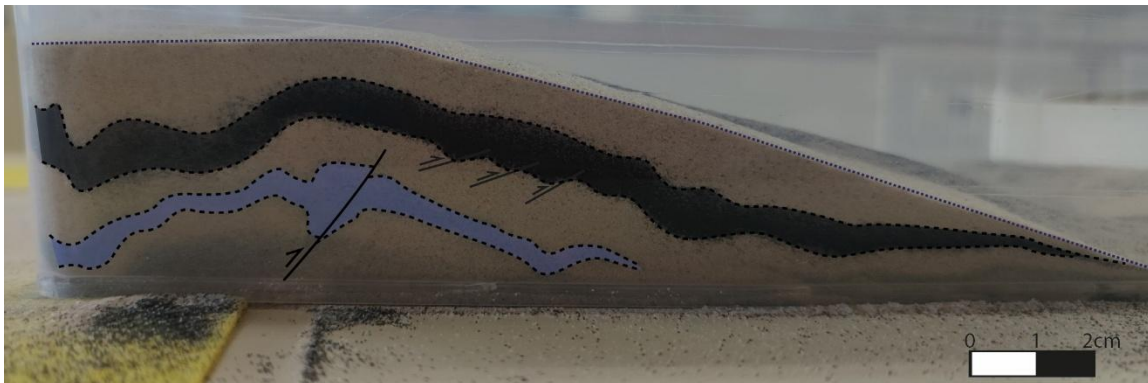


Figura. 1. Modelización analógica. Producto de los alumnos.

Finalmente, se utilizó bloques diagramas recogidos dentro de los proporcionados por la editorial Santillana (<https://iesstamariadealarcos.wordpress.com/wp-content/uploads/2020/03/regla-de-las-uves-maquetas.pdf> ; IES Alarcos, s.f.). En uno de ellos se puede observar cómo un pliegue es afectado por dique de pegmatita y por una discordancia angular erosiva. La dificultad principal que surgió fue saber cuándo y por qué se produce la discordancia erosiva, ya que la relación entre el pliegue y el dique estaba clara debido a que esta relación la habían observado en los bloques sencillos (con la diferencia de que en los primeros, los estratos no estaban plegados). Por lo que, esto dio pie a explicar lo que era un periodo erosivo y al principio de horizontalidad que establece la disposición de los materiales depositados de forma horizontal sobre los materiales plegados.

Actividad 2: Vídeos con herramientas TIC (EDpuzzle)

La herramienta EDpuzzle ha sido explicada en algunas de las asignaturas previamente nombradas. EDpuzzle destaca por su versatilidad en la creación de audiovisuales que el alumnado puede visualizar tanto en clase como en casa (Singh *et al.*, 2016; Pueo *et al.*, 2017). El docente puede grabar su voz sobre el vídeo para añadir una introducción por ejemplo, añadir una serie de comentarios al vídeo e introducir una serie de preguntas que el alumno debe de contestar durante la visualización (Pueo *et al.*, 2017). Estas preguntas pueden ser de desarrollo o tipo test con cuatro opciones. Estas características hacen que su uso sea adecuado para una metodología de clase invertida (*flipped classroom*).

La actividad desarrollada durante el prácticum se trata de un vídeo con EDpuzzle donde se tratan los contenidos sobre dinámica terrestre en relación a procesos intraplaca *Hot spot* en la isla de La Palma. Esta actividad sirve como enlace con los siguientes contenidos que se iban a impartir una vez finalizado el periodo de Prácticum sobre riesgos geológicos.

En dicho vídeo aparecen una serie de cuestiones durante la visualización como:

¿Qué tipo de proceso intraplaca forma las islas Canarias?

- a) *Rifting*
- b) *Dorsal oceánica.*
- c) *Hot spot.*
- d) *Zona de subducción.*

O de respuesta abierta: ***¿Qué tipos de erupciones hay en la isla de la Palma? o ¿Cómo podrías predecir si se va a producir una erupción volcánica?***

Los resultados de esta actividad se recogen en el *Apartado 6*.

3. Propuesta didáctica

Título de la unidad didáctica: ***Estudio de las manifestaciones de la dinámica terrestre.***

3.1. Justificación de la propuesta

Tener ciertos conocimientos sobre el funcionamiento de la dinámica terrestre constituye un eje fundamental dentro de la geología, ya que permite comprender procesos tanto internos como externos que tienen un impacto directo sobre el ser humano. Sin embargo, la enseñanza de estos conocimientos se suele tratar en cursos avanzados de la ESO y fundamentalmente en Bachillerato, por lo que estos contenidos no son tratados por todos los alumnos.

Desde la implementación de la Ley Orgánica de Modificación de la Ley de Educación (LOMCE), la presencia de las asignaturas de Biología y Geología en la ESO y Bachillerato ha visto reducciones, pasando en muchas comunidades autónomas de tres horas semanales a sólo dos en 3º ESO desde el curso 2022-2023 (ICOG, 2025). La comunidad científica, entre las que se encuentran más de treinta entidades científicas como la Asociación de Profesores de Ciencias de la Tierra (AEPECT), la Sociedad Española de Geología (SEG) o el Colegio Oficial de Geólogos (ICOG), firmaron un manifiesto en defensa de la una presencia adecuada de la Geología en enseñanzas medias, respaldando así su enseñanza en las aulas (ICOG, 2025).

Esta propuesta didáctica se basa en la implementación de metodologías variadas utilizando actividades interactivas, modelos analógicos, casos prácticos, etc. relacionados con la dinámica terrestre para fomentar el pensamiento crítico, el aprendizaje significativo y desarrollar una consciencia ambiental. Además, la utilización de TICs y herramientas online dota a los alumnos de unas competencias digitales de utilidad ya sea para el estudio de la geología o en otro ámbito.

Esta propuesta se compone de nueve actividades en las que se tratan contenidos tanto teóricos como prácticos relacionados con la dinámica terrestre. Desde una escala global como las primeras teorías de deriva continental hasta una escala más reducida, en la formación de estructuras como pliegues y fallas. Estas nueve actividades abarcan 12 sesiones y son descritas más adelante en el *Apartado 4.3*.

En cuanto a las metodologías puestas en marcha destacan el aprendizaje basado en proyectos (ABP), el aprendizaje cooperativo y el estudio de casos.

3.2. Contextualización de la propuesta dentro del currículo de Educación Secundaria Obligatoria

Esta propuesta didáctica estaría enmarcada dentro de los contenidos del *Bloque D. Dinámica de la Geosfera* del currículo de la asignatura de Biología y Geología para 4ºESO, más concretamente para los conocimientos sobre la estructura y dinámica de la geosfera; y los efectos globales de la dinámica de la geosfera desde la perspectiva de la tectónica de placas.

También debido al desarrollo de la modelización analógica se tratan conocimientos englobados en el *Bloque A. Proyecto científico* como respuestas a cuestiones científicas mediante la experimentación y el trabajo de campo con la utilización de instrumentos y espacios necesarios (como el laboratorio) o el modelado para la representación y comprensión de procesos o elementos de la naturaleza. Por otro lado, la sesión en la que se informa de la labor del geólogo/a queda dentro de los contenidos del Bloque A donde se menciona la necesidad de enseñar la labor científica y las personas dedicadas a la ciencia.

Realizando un análisis vertical del currículo de la asignatura de *Biología y Geología* observamos que en 1º ESO se tratan los conceptos de roca y mineral, así como la identificación y clasificación de los mismos, sus usos y la estructura básica de la geosfera dentro del bloque de Estructura y materiales de la Tierra. Además, en 3ºESO, se les hace una introducción a la tectónica de placas y a la dinámica terrestre, además de establecer una relación entre la estructura interna planetaria y la geodinámica interna y externa, viéndose los efectos de estos en la atmósfera y biosfera, sobre todo por parte del vulcanismo. Por otro lado, se trata conceptos como el ciclo del carbono y su relación con la atmósfera, hidrosfera, biosfera y geosfera. Estos contenidos entran dentro del bloque de Procesos geológicos internos y externos. Los contenidos tratados en 4º ESO enlazan con varias asignaturas tratadas en Bachillerato, como son por un lado *Biología, geología y ciencias ambientales* (1º Bachillerato), donde se tratan los principales acontecimientos geológicos en la historia de la Tierra y el registro geológico, así como los procesos geológicos internos y externos, y riesgos geológicos. Estos contenidos se engloban en los bloques Historia de la Tierra y la vida y La dinámica y composición terrestre. Estos mismos contenidos también se tratan en menor medida en la asignatura *Ciencias generales* (2º Bachillerato), concretamente en el bloque El sistema Tierra. En la asignatura de *Geología y ciencias ambientales* (2º Bachillerato), los contenidos con los

que enlaza se recogen en los bloques La tectónica de placas y geodinámica interna y Procesos geológicos externos, tratándose conceptos como, por ejemplo, el ciclo de Wilson y los distintos tipos de deformaciones de las rocas.

3.3. Objetivos

El objetivo principal es que comprendan el funcionamiento de la dinámica terrestre y el comportamiento (dúctil o frágil) de las rocas.

Como objetivos específicos se encuentran:

- Identificar las principales placas tectónicas.
- Diferenciar los límites de placas y sus componentes estructurales.
- Identificar las partes de los pliegues anticlinales y sinclinales.
- Identificar los diferentes tipos de fallas y su relación con los esfuerzos.
- Identificar en fotos de campo estas estructuras.
- Entender el concepto de placa tectónica, los principios de la tectónica de placas, sus pruebas y relacionarlo con la deformación.

3.4. Fundamentación teórica

El *brainstorming* es una técnica de grupo que permite la obtención de un gran número de ideas sobre un determinado tema de estudio (Legaz y Luna, 2014). Es considerada una herramienta de probada eficacia que permite potenciar la participación y la creatividad en un grupo de personas (Felder y Brent, 2001) enfocándolas hacia un objetivo común, favoreciendo la intervención múltiple voluntaria de los participantes de forma estructurada y sistemática (De la Herrán, 2009). Se atribuyen al *brainstorming* las condiciones necesarias para desarrollar el trabajo autónomo y la interacción entre los estudiantes (Wexley y Yukl, 1990). Esta técnica se utiliza a modo de evaluación inicial a lo largo de la propuesta didáctica para tener constancia de los conocimientos previos de los alumnos.

La herramienta EDpuzzle ha sido explicada en algunas de las asignaturas del máster. EDpuzzle destaca por su versatilidad en la creación de audiovisuales que el alumnado puede visualizar tanto en clase como en casa (Singh *et al.*, 2016; Pueo *et al.*, 2017). El docente puede grabar su voz sobre el video para añadir una introducción, añadir una serie de comentarios al video e introducir una serie de preguntas que el alumno debe de contestar durante la visualización (Pueo *et al.*, 2017). Estas preguntas pueden ser de desarrollo o tipo test con cuatro opciones. Estas características hacen que su uso sea adecuado para una metodología de clase invertida (*flipped classroom*). Esta herramienta se utiliza fundamentalmente en la sesión de riesgos geológicos para darle mayor dinamismo a la clase e incrementar la atención del alumnado por el contenido del vídeo.

El aprendizaje basado en proyectos (ABP) es una metodología activa, que posibilita disminuir los problemas de desmotivación en los estudiantes. Puede estructurarse como una estrategia didáctica que permite al estudiante implicarse en procesos de investigación de manera autónoma (Fernández-Cabezas, 2017; Zambrano *et al.*, 2022). También supone un cambio de rol del estudiante y del docente respecto a la educación tradicional; el docente da un papel protagonista al alumno en la construcción de su aprendizaje, ejerce de guía, tutor y facilitador de aprendizaje que acude cuando los alumnos lo necesitan. Esto ayuda a los estudiantes a desarrollar un pensamiento crítico. Los alumnos, por otro lado, se ven forzados a trabajar en grupos, lo que les hace tener una actitud receptiva hacia el intercambio de ideas con sus compañeros, a gestionar

conflictos y a desarrollar estrategias para planificar, controlar y evaluar los pasos que lleva a cabo su aprendizaje (Zambrano *et al.*, 2022).

El aprendizaje basado en casos (ABC) corresponde a una estrategia basada en un conjunto de experiencias o situaciones problemáticas de la vida real, presentadas en forma narrativa con la finalidad de reflexionar sobre la secuencia de hechos o situaciones (Atenea LAB, s.f.). El propósito principal de esta metodología es el de permitir a los estudiantes aplicar sus experiencias o aprendizajes previos para la resolución de problemas. De igual manera, propicia la adquisición de destrezas comunicativas, creatividad y aprendizaje autorregulado (Atenea LAB, s.f.).

El aprendizaje cooperativo es una metodología educativa basada en el trabajo de pequeños grupos, generalmente heterogéneos, en los que se trabajan juntos para mejorar su propio aprendizaje y el de los demás miembros del grupo (Velázquez *et al.*, 2014). Es importante destacar que a diferencia del trabajo en grupo, en el aprendizaje cooperativo cada uno es responsable también de sus compañeros y no sólo de sí mismo (Dorado, 2011). Durante el trabajo en grupo, esta metodología implica cinco características esenciales: (1) independencia positiva de metas que pueden ser complementadas con otras, como las de recursos, roles o identidad, (2) interacción promotora cara a cara, (3) responsabilidad individual, (4) desarrollo de habilidades interpersonales y de trabajo en grupo y (5) procesamiento grupal mediante el cual el grupo identifica las conductas manifestadas durante el desarrollo de la tarea (Velázquez *et al.*, 2014).

Los modelos analógicos tratan de representar las semejanzas con procesos o fenómenos naturales, obviando algunas dificultades como el espacio en el que se producen los fenómenos geológicos, el tiempo muy dilatado de duración de estos procesos y las enormes magnitudes de las variables físicas no reproducibles en el laboratorio (Álvarez y García, 1996). Desde el punto de vista constructivista del aprendizaje, el uso de los modelos analógicos tiene una gran potencialidad pero ha de tenerse en cuenta una serie de condicionantes para que no persistan ideas previas no científicas. Estas condiciones son: contextualizar los modelos analógicos dentro de procesos de investigación escolar, distinguir claramente las analogías entre el proceso geológico y el modelo, incidir en la extrapolación de los resultados y conclusiones, realizar actividades de síntesis y de aplicación en contextos geológicos reales y resaltar la variable temporal (Álvarez y García, 1996). Este modelo se va a implementar una vez tratados los contenidos sobre pliegues y falla, con la finalidad de que los alumnos observen el proceso de formación de éstos, acostumbrarles a ver esas estructuras y que destaquen las partes de cada estructura en un ejemplo no tan claro como los que se muestran en los libros.

El constructivismo es una corriente pedagógica que surge en el siglo XX cuyo marco teórico está formado por un conjunto de teorías psicológicas que explican cómo sucede el proceso de aprendizaje. Esta corriente del pensamiento está basada en la idea de que el conocimiento se constituye a través del uso de las propias ideas y habilidades, en un contexto propicio y, a partir de la reflexión sobre la propia acción y los resultados. El aprender no consiste simplemente en memorizar, sino que va más allá y es mediante la acción cuando el aprendizaje termina tomando sentido y se adquiere de forma natural (Masciotra, 2007; Mellado, 2017).

3.5. Evaluación inicial

La evaluación es un proceso que permite valorar la actividad educativa y saber en qué punto de los objetivos previamente establecidos se ha avanzado, se ha retrocedido o estancado y sus respectivas causas (Arrien *et al.*, 2016). La evaluación inicial recoge información relevante sobre el alumno, que nos ayuda a determinar sus necesidades específicas y a construir el programa educativo acorde con los objetivos generales del aula de aprendizaje de tareas y con los objetivos específicos para conseguir un máximo desarrollo personal y social. Interesa saber qué conoce el alumno y qué sabe hacer, qué ayudas proporcionarle, cuánto tiempo puede estar prestando atención y además, recoger información sobre su contexto familiar para establecer cauces de colaboración con la familia (Arrien *et al.*, 2016). Para saber qué contenidos han tratado los alumnos y de los cuales se parte hay que tomar como referencia el análisis vertical del currículo recogido en el *Apartado 3.2.*

En el caso concreto de esta unidad didáctica, la cual ha podido implementarse de forma parcial en el Prácticum II, la evaluación inicial se ha realizado de una forma más informal, sin apoyarnos en formularios o cuestionarios de Google Forms. En primer lugar, se comentó con la tutora del prácticum cuál era la base de conocimientos de la que se partía, comentando los contenidos que se trataban en cursos anteriores y si alguna de las alumnas tenía necesidades especiales a tener en cuenta. Posteriormente, en clase, cada sesión se comenzaba con una actividad activadora como un *brainstorming* o simplemente lanzando preguntas sobre el tema que se iba a tratar, para así determinar los conocimientos previos y posibles errores conceptuales que han podido ser arrastrados a lo largo de los años. Estos errores conceptuales son comúnmente denominados como *Ideas alternativas* por diferentes autores. Las ideas alternativas son ideas erróneas construidas por los alumnos respecto de los fenómenos del contexto cotidiano en el aprendizaje de conceptos científicos; estos conceptos pueden suponer un obstáculo para el aprendizaje de nuevos conceptos (Ramos *et al.*, 2001). Se han llevado a cabo numerosos trabajos acerca de ideas alternativas en estudiantes, entre los que destaco Lillo (1994), en el que se presenta un análisis de errores conceptuales en geología sobre la estructura de la Tierra, el origen de las montañas, rocas y fósiles; en él destacan ideas como que la tierra tiene una serie de capas del mismo espesor (sin mostrar proporcionalidad) y de establecer la astenosfera sobre el manto y no como parte de él.

Una vez realizadas estas evaluaciones iniciales en clase, se modificaba el plan inicial haciendo hincapié en los conceptos que no estaban claros. Un ejemplo de ello es la implementación de vídeos de Instagram donde se cuentan las experiencias laborales de algunos geólogos (p.e. Entrevista a un Rockstar), que en un primer momento no figuraba en la propuesta.

Fernández y Malvar (2007) nos muestran que existen otros muchos instrumentos que se pueden utilizar a la hora de realizar la evaluación inicial. Algunos de ellos son la realización de debates, entrevistas, técnicas audiovisuales, juegos, pruebas de nivel, informes de profesores anteriores o simplemente mediante la observación en el aula los primeros días de clase.

3.6. Descripción de la propuesta

En estas sesiones se va a tratar los contenidos relativos a la estructura de La Tierra y la dinámica terrestre, así como las estructuras que son fruto de esta. Durante del desarrollo de esta propuesta se van a alternar periodos de explicación de contenidos de

un carácter magistral y actividades para que los alumnos participen de una forma activa en clase. Estas explicaciones magistrales irán acompañadas de recursos online (Edpuzzle, Youtube, etc.) y experimentos o modelizaciones. Estas actividades pueden hacerse de forma individual, por parejas o con el grupo completo.

Las actividades planteadas en la propuesta se describen ampliamente en el *Apartado 4*.

4. Actividades

4.1. Contexto del aula

El alumnado que compone la clase de 4º ESO son ocho alumnas que han elegido la asignatura optativa de Biología y Geología (*Tabla 1*). Una de ellas tiene desconocimiento parcial del idioma, pero no tiene problemas para seguir la clase. Por lo general, participan de manera activa en las actividades que se proponen en clase, lo que genera que el ambiente de trabajo sea adecuado.

	4º ESO (ByG)
Nº total de estudiantes	8
Nº y porcentaje de chicas	8 (100%)
Nº y porcentaje de chicos	0 (0%)
Nº y porcentaje de repetidores/as	1
Nº y porcentaje de estudiantes inmigrantes	2
Nº y porcentaje de estudiantes con la asignatura suspensa en la 1ª Evaluación	3
Nº y porcentaje de estudiantes con la asignatura suspensa en la 2ª Evaluación	2
Nota media de la asignatura en las evaluaciones anteriores	Aprobado
Nº y porcentaje de alumnos con necesidades específicas de atención educativa	1

Tabla 1. Características de la clase.

Por otro lado, una de las alumnas no asiste de forma regular a las clases debido a que está preparando la prueba de acceso a grado medio.

En cuanto a los intereses de las alumnas, se decantaban más por los contenidos relacionados con la biología, ya que estaban enfocadas en realizar grados de veterinaria, enfermería y odontología. Pero no mostraban desinterés por los contenidos en Geología. Las interacciones entre las alumnas eran positivas, ya que se ayudaban cuando no entendían los contenidos y no hubo problemáticas entre ellas a la hora del desarrollo de las sesiones. En general, era un grupo trabajador. Las problemáticas estaban centradas en el entendimiento de algunos de los conceptos explicados en clase.

4.2. Metodología de la propuesta

Las metodologías utilizadas para el diseño de la unidad didáctica son por un lado el aprendizaje basado en proyectos (ABP), ya que las alumnas tendrán que llevar a cabo una modelización, y además, comprender los procesos que están simulando. El

aprendizaje cooperativo en varias de las actividades debido que hay actividades grupales o en pareja. Esto hace que las alumnas que tengan algún tipo de dificultad, como es el caso de la alumna con desconocimiento parcial del idioma, comprenda y pueda seguir la clase. Además, aprendizaje basado en casos (ABC) debido a la necesidad de dar solución a los casos prácticos que se plantean a la clase en su conjunto.

Estas metodologías se han utilizado para complementar las clases magistrales y han sido definidas en el *Apartado 3.4*.

4.3. Actividades realizadas

Actividad 1: Salidas profesionales del geólogo

Introducción y contextualización

Esta actividad se ha diseñado con la finalidad de llevar a las aulas la utilidad de la geología mostrando las ramas de conocimiento que la componen. Dado que el desconocimiento de sus salidas profesionales y la falta de actividades divulgativas de este tipo da lugar a que los alumnos no escojan la asignatura optativa de Geología en 2º de Bachillerato. Lo que produce una reducción de la oferta formativa y del número de alumnos que acceden al grado de Geología. Este descenso en el número de alumnos universitarios se ve reflejado desde comienzos de siglo hasta la actualidad.

Objetivos educativos

El objetivo principal es conocer las distintas salidas profesionales de la geología.

Elementos curriculares involucrados

Los elementos curriculares involucrados en esta actividad según la Orden ECD/1172/2022 quedan recogidos en la *Tabla 2*.

Saberes básicos	Bloque A. Proyecto científico La labor científica y las personas dedicadas a la ciencia: contribución a las ciencias biológicas y geológicas e importancia social. El papel de la mujer en la ciencia.
Competencias clave	CCL, CD, CPSAA.
Competencias específicas	CE.BG.2
Criterios de evaluación	2.3.
Concreciones	2.3.1. Observar y comprender el papel del geólogo/a en la sociedad.

Tabla 2. Elementos curriculares de la Actividad 1.

Recursos:

- Aula con ordenador y proyector (o pantalla digital).
- Conexión a internet.
- Ficha de *brainstorming*.
(https://drive.google.com/file/d/17qeNobgFFmJPVnLC8gCZvgwwJeKqrl3m/view?usp=drive_link)
- Material de escritura y colores.

Descripción de la actividad

La actividad comienza con una actividad de *brainstorming* como parte de una pequeña evaluación inicial de los conocimientos de los alumnos, en el que el docente prepara una ficha con una pregunta, en este caso ¿A qué me puedo dedicar si estudio geología?. Los estudiantes deben de responder a la pregunta con rotuladores de distintos colores. De esta forma, el docente puede dar un *feedback* previo a la explicación. Posteriormente, se procede a dar una pequeña explicación con apoyo de una presentación PowerPoint (https://drive.google.com/file/d/1Wt4xt7NYXGmOMBwt-PtF_GAYYaJAZt2h/view?usp=sharing).

Posteriormente, se utilizan videos tanto de Youtube como de Instagram en los que comentan los perfiles de salida del geólogo y el papel de algunas geólogas en distintas instituciones españolas.

- ¿Tiene salidas laborales la carrera de geología? Sectores de la geología. (Canal Huellas de la Montaña). URL: <https://www.youtube.com/watch?v=iMAb009cmzU>
- Geólogas en 3 minutos – Laia Real Malats (Perfil de Instagram: mujeresygeologia). URL: <https://www.instagram.com/p/DIOuw1Gi0Uw/>
- Entrevista a un Rockstar – Luis Arlegui (Perfil de Instagram: geogeologos). URL: <https://www.instagram.com/p/CdawXqNow4M/>

Evaluación:

La evaluación de esta actividad tendrá en cuenta la actitud de las estudiantes, así como su predisposición a participar activamente durante el desarrollo de la actividad. En mi caso, durante el desarrollo de la sesión no realicé ningún tipo de calificación formal y no utilicé rúbricas. Por lo que, al no calificarse, esta actividad supone el 0% de la calificación final.

Evalué la participación de los alumnos en la actividad de *brainstorming*, así como sus respuestas, esto me dio pie a hacer más hincapié en unas profesiones u otras durante la exposición con la ayuda de un programa de presentaciones.

Actividad 2: La estructura de la Tierra

Introducción y contextualización

Esta actividad comprende los contenidos relevantes al criterio geoquímico y dinámico de clasificación de las capas de la Tierra. Así como una introducción a los métodos de estudio (directos e indirectos) y haciendo un mayor hincapié en el método sísmico para destacar discontinuidades en las trayectorias de las ondas (discontinuidad de Mohorovicic, Gutenberg y Lehmann).

Esta actividad se realiza en una única sesión y sirve como introducción a la teoría de deriva continental de Wegener y la tectónica de placas de Hess.

Objetivos académicos

Los objetivos educativos principales de esta actividad son:

- Definir las capas de La Tierra desde el criterio geoquímico y dinámico.
- Comprender el uso del método sísmico para interpretar el interior terrestre.

Elementos curriculares involucrados

Los elementos curriculares involucrados en esta actividad según la Orden ECD/1172/2022 quedan recogidos en la *Tabla 3*.

Tabla 3. Elementos curriculares de la Actividad 2.

Saberes básicos	Bloque D. Dinámica de la Geosfera Estructura y dinámica de la geosfera. Métodos de estudio.
Competencias clave	CCL, CD, STEM
Competencias específicas	CE.BG.1
Criterios de evaluación	1.1., 1.3.
Concreción	1.1.1. Analizar el porqué de la distribución de capas en el modelo en el modelo geoquímico y dinámico. 1.3.2. Rellenar los modelos de las capas de La Tierra.

Recursos:

- Clase con ordenador y proyector o pantalla.
- Ficha Fill the gaps
- Material de escritura.

Descripción de la actividad:

La actividad comienza con una serie de preguntas sobre los contenidos que se van a impartir, para determinar sus conocimientos previos. Seguidamente se imparte con la ayuda de un programa de presentaciones (https://drive.google.com/file/d/1FHo58HtqvD1eq5e6SmGv5MJecpeIC8Kf/view?usp=drive_link) la teoría correspondiente. Se complementa esta teoría con el siguiente video de Youtube (<https://www.youtube.com/watch?v=Lr8uBaXAtRA>) en el que se explica más ampliamente los métodos directos e indirectos del estudio de la Tierra.

Se entrega a los alumnos una ficha donde aparecen un perfil de la Tierra con huecos en blanco (*fill the gaps*) (https://drive.google.com/file/d/1a9nXJpZZv2EoAS-3tHdedWr_V1nRk_rg/view?usp=sharing). Estos huecos tienen que ser rellenados con el nombre de las principales capas de la tierra teniendo en cuenta por un lado el criterio geoquímico y por otro lado, el dinámico.

Finalmente, se pone un video de Youtube que explica la Estructura y composición de la Tierra (Canal: eduboom.es). URL: <https://www.youtube.com/watch?v=Mx4RpaJ9OOA>

Evaluación

El profesor recogerá las hojas que los alumnos han rellenado y las calificará. De esta forma, al devolvérselas a los alumnos, tendrán un *feedback* de su tarea. La actividad será calificada sobre 10 puntos mediante el uso de la siguiente lista de cotejo (<https://drive.google.com/file/d/1yTaNIir2WifyttxaGW8wzdH9RHXMxjBh/view?usp=sharing>). Esta actividad representa un 10% de la calificación final.

Actividad 3: Las teorías de Wegener y Hess

Introducción y contextualización

Esta actividad trata las diferentes pruebas (geográficas, geológicas, paleontológicas y paleoclimáticas) que recoge Wegener en su teoría de la deriva continental, así como los puntos débiles. Además, se trata la teoría de expansión del fondo oceánico de Hess. Estas teorías son fundamentales para el entendimiento de la Tectónica de Placas.

Objetivos educativos

Los objetivos educativos principales de esta actividad son:

- Comprender las diferentes pruebas aportadas por Wegener.
- Identificar el punto débil de la Teoría de la Deriva Continental.
- Diferenciar ambas teorías.
- Comprender la importancia del bandeo magnético del fondo oceánico, de la distribución de edades de las rocas del fondo oceánico, y del espesor de los sedimentos marinos, en el estudio de la expansión del fondo oceánico.

Elementos curriculares involucrados

Los elementos curriculares involucrados en esta actividad según la Orden ECD/1172/2022 quedan recogidos en la *Tabla 4*.

Saberes básicos	Bloque D. Dinámica de la Geosfera Estructura y dinámica de la geosfera. Métodos de estudio. Los efectos globales de la dinámica de la geosfera desde la perspectiva de la tectónica de placas.
Competencias clave	CCL, STEM y CD.
Competencias específicas	CE.BG.1, CE.BG.4
Criterios de evaluación	1.3., 4.1.
Concreciones	1.3.1. Explicar las pruebas de Wegener. 4.1.1. Razonar el movimiento de las placas tectónicas

Tabla 4. Elementos curriculares de la Actividad 3.

Recursos:

- Aula con ordenador, conexión a internet y proyector o pantalla.
- Ficha de Continentes Imaginarios (https://drive.google.com/file/d/1v3LdGvGl9YIGQu8cEWKwJ_VTbY0_kYnl/view?usp=sharing).
- YouTube y PowerPoint (o similar). PowerPoint: https://drive.google.com/file/d/1FH058HtqvD1eq5e6SmGv5MJecpelC8Kf/view?usp=drive_link

Descripción de la actividad:

Para comenzar esta actividad se va a presentar los contenidos mediante el uso de un programa de presentaciones que recogerá las principales pruebas que aportó Wegener en su teoría de la deriva continental (pruebas geográficas, geológicas, paleontológicas y

paleoclimáticas) y su principal punto débil. El punto débil de su teoría fue asociar el desplazamiento de los continentes a la fuerza centrífuga generada desde los polos hacia el ecuador (*efecto fuga de polos*). Además, también se trata la expansión del fondo oceánico propuesta por Hess y el bandeo magnético del fondo oceánico.

Para apoyar esta explicación se va a utilizar un video de YouTube (<https://www.youtube.com/watch?v=ZyDCpOwAPj8>) en el que se muestra de forma animada el desplazamiento de los continentes y la emersión de los mismos. También se utiliza Google Earth para observar una representación gráfica de los límites de placa como la dorsal centro-atlántica (responsable de la separación de Sudamérica y África) (<https://drive.google.com/file/d/1kFU-QV-fX9CTTU5KMqtC-hoaQUBvH-5q/view?usp=sharing>). Esto enlaza con los contenidos de la siguiente sesión.

Finalmente, se plantea a los alumnos una actividad denominada “Continentes imaginarios”. En dicha actividad se entrega a los alumnos una ficha en la que se muestra una serie de continentes hipotéticos, de distintos tamaños, que tienen unas características paleoclimáticas, geológicas y paleontológicas determinadas. Los alumnos tienen que recortar dichos continentes y encajarlos de la forma que ellos vean adecuada. Finalmente, razonarán su hipótesis de macrocontinente.

Evaluación

El docente recogerá las fichas producto de la actividad de Continentes imaginarios y determinará si el alumnado ha comprendido correctamente las pruebas que sostienen la teoría de la deriva continental de Wegener. Los productos de los alumnos serán calificados mediante el uso de la siguiente lista de cotejo (<https://drive.google.com/file/d/1v9SLjAxOvDoDHivmPdTFUdhgKFCFsbXg/view?usp=sharing>). Esta actividad representa un 10% de la calificación final.

Actividad 4: La tectónica de placas

Introducción y contextualización

Esta actividad enlaza directamente con la actividad previa, debido a que la expansión del fondo oceánico es una de las principales causas del movimiento de las placas litosféricas. En esta actividad se trata de diferenciar los tipos de placas tectónicas que componen el mosaico terrestre y de definir las principales características de la litosfera continental y oceánica. Se trata, además, el concepto de isostasia como movimiento vertical de las placas tectónicas y los movimientos horizontales asociados a los diferentes límites de placa.

Por otro lado, se tratan tanto los diferentes tipos de límites de placas (límites convergentes, divergentes y pasivos) como los diferentes procesos de intraplaca (hot spots y procesos de rifting). Por último, se explica el Ciclo de Wilson.

Objetivos educativos

Los objetivos educativos principales son:

- Identificar las diferentes placas tectónicas.
- Conocer el concepto de Isostasia.
- Diferenciar los principales límites de placa, así como su origen. Su estructura, componentes, procesos implicados y representación gráfica.

- Predecir la evolución futura en cada uno de los límites de placa.
- Relacionar el proceso de *rifting*, expansión del fondo oceánico, subducción y colisión continental, con el ciclo de Wilson.

Elementos curriculares involucrados

Los elementos curriculares involucrados en esta actividad según la Orden ECD/1172/2022 quedan recogidos en la *Tabla 5*.

Saberes básicos	Bloque A. Proyecto científico Respuesta a cuestiones científicas mediante la experimentación y el trabajo de campo: utilización de los instrumentos y espacios necesarios (laboratorio, aulas, entorno, etc.) de forma adecuada y precisa. Bloque D. Dinámica de la Geosfera Estructura y dinámica de la geosfera. Métodos de estudio. Los efectos globales de la dinámica de la geosfera desde la perspectiva de la tectónica de placas. Procesos geológicos externos e internos: diferencias y relación con los riesgos naturales.
Competencias clave	CCL, CD, STEM
Competencias específicas	CE.BG.1, CE.BG. 3
Criterios de evaluación	1.1., 1.3., 3.3.
Concreciones	1.1.2. Analizar el proceso de formación de procesos intraplaca (Hots spots y rift continental). 1.1.3. Analizar la disposición de las placas tectónicas y las estructuras asociadas a cada margen. 3.3.2. Observar el experimento de isostasia.

Tabla 5. Elementos curriculares de la Actividad 4.

Recursos:

- Aula con ordenador y proyector o pantalla electrónica.
- Conexión a internet.
- Ficha *brainstorming*. (https://drive.google.com/file/d/1_S8U2JyP-pyf4ZWqJkymNIVETm3-KnU7/view?usp=drive_link)
- Programa de presentaciones. (<https://drive.google.com/file/d/1y6TwW5-6HUAkyXfvg7SaWI73fPhSuumm/view?usp=sharing>)
- Bloque de madera, recipiente de cristal y agua.
- Ficha mapamundi.

Descripción de la actividad:

Esta actividad comienza con un *brainstorming* sobre placas tectónicas, donde las alumnas tienen que escribir con rotuladores de colores el nombre de las placas tectónicas que recuerdan. Una vez realizado, se dará un *feedback* sobre las respuestas por parte del profesorado.

Se utiliza un juego online de Wordwall (<https://wordwall.net/es/resource/1116160/placas-tect%C3%B3nicas>) a modo de activación, donde se tienen que unir las etiquetas que contienen los nombres de las principales placas tectónicas con los puntos situados en el mapa.

Posteriormente, se impartirá con ayuda de un programa de presentaciones la teoría correspondiente a los contenidos relativos a la tectónica de placas y sus límites. Durante el transcurso de la explicación, se realizará un pequeño experimento sobre isostasia, en el que se introducirá un cubo de madera (nuestro pequeño continente) en un recipiente de cristal relleno de agua (nuestro manto superior).

De esta manera, al añadirse masa al cubo (simulando la sedimentación de materiales en una cuenca) explicamos el descenso isostático o subsidencia, y al retirar la masa (simulando un periodo erosivo) el bloque ascendería, permitiéndonos explicar el ascenso isostático de la litosfera.

Para tratar los límites de placas, la explicación puede ir acompañada por recursos online como videos de Youtube (Los Tipos de Bordes de las Placas Tectónicas – Videos Educativos. URL: https://www.youtube.com/watch?v=CO_OXFLL-2Y).

Finalmente, se proporciona al alumnado una ficha donde aparece un mapamundi con las placas tectónicas (<https://drive.google.com/file/d/1klymDZtoMMQbpRU3MK9P2HC1S1ssSp8r/view?usp=sharing>). En primer lugar, las alumnas deben colorear las placas y poner los nombres de cada placa y los límites de placas; y después, responder a una serie de cuestiones relacionas con el mapa (identificar tipos de orógeno, tipos de placa, etc.).

Esta actividad tiene una duración de una o dos sesiones dependiendo de la dinámica del grupo.

Evaluación:

Se recogerá la ficha Mapamundi para evaluar la comprensión de los alumnos, se calificará y se devolverá corregida al alumnado. Para calificar dicha ficha se ha utilizado la siguiente lista de cotejo (<https://drive.google.com/file/d/11WrwocOWROXSuq1PLF7qJ5cjDWawCiCG/view?usp=sharing>). Esta actividad supone el 10% de la calificación total.

Actividad 5: Pliegues y fallas

Introducción y contextualización

Esta actividad trata los diferentes comportamientos que tienen las rocas a la hora de aplicarles diferentes esfuerzos, centrándonos en el comportamiento dúctil (o plástico) y frágil (o rígido), así como en las estructuras formadas por la aplicación de distintos esfuerzos (pliegues, fallas y diaclasas). Como es observable, esta actividad engloba estructuras de menor escala que las anteriores. Estas estructuras a menor escala se pueden encontrar también en los límites de placa, dándose por ejemplo, fallas normales en contextos distensivos y en contextos de régimen compresivo, como pueden ser los límites de placa subductivos, pliegues, fallas inversas y cabalgamientos en el margen continental (orógeno). Ejemplos reales de estas estructuras son el Rift africano (estructura distensiva) y los Pirineos (estructura compresiva). Es importante tratar este tema con anterioridad a la elaboración de historias geológicas a partir de cortes.

Objetivos educativos

Los objetivos educativos principales de esta actividad son:

- Diferenciar los dos tipos de comportamientos (dúctil y rígido). Relacionarlos con el contexto geológico (rígido, en superficie, dúctil en profundidad).
- Diferenciar las principales estructuras formadas.
- Relacionar las estructuras resultantes con los esfuerzos a los que están sometidas las rocas.
- Identificar las diferentes partes de pliegues y fallas.

Elementos curriculares involucrados

Los elementos curriculares involucrados en esta actividad según la Orden ECD/1172/2022 quedan recogidos en la *Tabla 6*.

Saberes básicos	Bloque D. Dinámica de la Geosfera Los efectos globales de la dinámica de la geosfera desde la perspectiva de la tectónica de placas. Procesos geológicos externos e internos: diferencias y relación con los riesgos naturales. Los cortes geológicos: interpretación y trazado de la historia geológica que reflejan mediante la aplicación de los principios de estudio de la historia de la Tierra (horizontalidad, superposición, intersección, sucesión faunística, etc.).
Competencias clave	CCL, STEM
Competencias específicas	CE.BG.4, CE.BG.6
Criterios de evaluación	4.1., 6.1.
Concreciones	4.1.2. Dar explicación al origen de los pliegues. 4.1.3. Dar explicación al origen de las distintas fallas. 6.1.1. Explicar la historia geológica de cada uno de los bloques 3D.

Tabla 6. Elementos curriculares de la Actividad 5.

Recursos:

- Aula con ordenador y proyector o pantalla electrónica.
- PowerPoint o similar.
- Feltro de colores.
- Hojas de bloques diagrama 3D.
- Colores, tijeras, pegamento.

Descripción de la actividad:

La actividad comienza con una explicación apoyada con un programa de presentaciones (https://drive.google.com/file/d/1HyuXoruvTuqlNxbSZxmoU_sKVmj7Gi90/view?usp=sharing) sobre los distintos comportamientos de las rocas y las estructuras que pueden formarse. Para complementar, se explica mediante el uso de hojas de fieltro de colores, la sedimentación de los materiales y el plegamiento. Esto ayuda a los estudiantes a

diferenciar las estructuras anticlinales y sinclinales, y a recordar que el material más antiguo está en el núcleo del anticlinal y el material más moderno, en el del sinclinal.

Posteriormente, se plantea un caso práctico en la pantalla. En él, las alumnas tienen que salir a marcar los diferentes componentes que tiene un pliegue (charnela, línea de charnela, plano axial, etc.).

Para cerrar la parte de los pliegues, se entrega una ficha con un bloque diagrama 3D donde aparecen un anticlinal y un sinclinal. Las alumnas lo tienen que colorear, recortar y pegar; finalmente, el docente con ayuda de los alumnos establecerá las partes de dichos pliegues.

En cuanto a las fracturas, se seguirá el mismo procedimiento. Se utilizará unas diapositivas en un programa de presentaciones (https://drive.google.com/file/d/1HyuXoruvTuqlNxbSZxmoU_sKVmj7Gi90/view?usp=sharing) para diferenciar entre diaclasas y fallas, y se tratarán sus tipos. Se hará un esquema en la pizarra (https://drive.google.com/file/d/1QVzCqogAKfVpEgXvEFZ7_N1aEPRdNO_k/view?usp=sharing), destacando los diferentes tipos de fracturas y sus características distintivas. Finalmente, se entregará un bloque diagrama de cada tipo de falla (https://drive.google.com/file/d/1Xu4F9xk0zoEb81qm7WShPA6Hw_0-wLCE/view?usp=drive_link). Las alumnas al igual que en el caso anterior, lo tienen que colorear, recortar y pegar; y finalmente, se marcarán las diferentes partes de la falla. Se realizará de forma grupal la historia geológica de cada uno de los bloques diagrama. Esta actividad puede desarrollarse en dos sesiones.

Evaluación

La evaluación de esta actividad tendrá en cuenta la actitud de las estudiantes, así como su predisposición a participar activamente durante el desarrollo de la actividad. No se utilizará ninguna rúbrica en esta actividad, debido a que los contenidos de esta actividad serán evaluados y calificados en la prueba escrita que compone la Actividad 9. Por lo que, al no calificarse, esta actividad supone el 0% de la calificación final.

Actividad 6: Modelización analógica

Introducción y contextualización

En esta actividad se va a llevar a cabo una modelización analógica para tratar los contenidos relativos a pliegues y fallas. Los modelos analógicos tratan de representar las semejanzas con procesos o fenómenos naturales obviando dificultades al realizar las experiencias en contextos espaciales y temporales más reducidos y condiciones físico-químicas análogas a las reales (Álvarez y García, 1996). Esta actividad sirve como actividad de consolidación de los contenidos previos y de enlace con la elaboración de historias geológicas.

Objetivos educativos

Los objetivos educativos principales de esta actividad son:

- Comprender cómo se forman las estructuras geológicas.
- Fomentar el trabajo cooperativo.
- Destacar la importancia de elaborar modelos para explicar fenómenos geológicos.

- Interpretar los resultados obtenidos durante la modelización.

Elementos curriculares involucrados

Los elementos curriculares involucrados en esta actividad según la Orden ECD/1172/2022 quedan recogidos en la *Tabla 7*.

Saberes básicos	Bloque A. Proyecto científico Hipótesis, preguntas y conjeturas: planteamiento con perspectiva científica. Respuesta a cuestiones científicas mediante la experimentación y el trabajo de campo: utilización de los instrumentos y espacios necesarios (laboratorio, aulas, entorno, etc.) de forma adecuada y precisa. Modelado para la representación y comprensión de procesos o elementos de la naturaleza. Bloque D. Dinámica de la Geosfera Procesos geológicos externos e internos: diferencias y relación con los riesgos naturales. Los cortes geológicos: interpretación y trazado de la historia geológica que reflejan mediante la aplicación de los principios de estudio de la historia de la Tierra (horizontalidad, superposición, intersección, sucesión faunística, etc.).
Competencias clave	STEM, CCL y CD.
Competencias específicas	CE.BG.3, CE.BG.6.
Criterios de evaluación	3.1., 3.2., 3.3., 3.4., 3.5., 6.1.
Concreciones	3.1.1. Razonar que estructuras se podrían formar en el modelo analógico. 3.2.1. Establecer las características del modelo. 3.3.1. Utilizar el material del laboratorio para construir el modelo. 3.4.1. Interpretar los resultados obtenidos en el modelo analógico. 3.5.1. Montar de forma conjunta el modelo con los demás compañeros. 6.1.2. Explicar la historia geológica del modelo analógico.

Tabla 7. Elementos curriculares de la Actividad 6.

Recursos:

- Aula con ordenador y proyector o pantalla electrónica.
- Programa de presentaciones
(https://drive.google.com/file/d/147OUbpuYHymTSEwq3_17zlBvs0pn9tME/view?usp=sharing).
- Caja de plástico
- Bayeta
- Arena de diferentes colores (en este caso: marrón, azul, verde, amarilla y negra).

- Artefacto (Tabla de campo, hoja milimetrada, regla, pinzas).
- Colador o tamiz (opcional).
- Teléfono móvil o cámara de fotos.

Descripción de la actividad:

La actividad comienza con una breve introducción donde se presenta la modelización y los materiales de los que se dispone para realizarla, así como las pautas que tienen que seguir las alumnas. Antes de empezar, se comentará los apartados que tiene que tener el informe de la modelización. El informe deba de contar con un apartado de introducción que tendría que recoger qué es un modelo analógico y que se ha realizado en la sesión; un apartado de materiales, donde se enumeren los materiales e instrumentos utilizados; un apartado de metodología, donde se explique paso a paso el procedimiento; un apartado de resultados, donde se añadirán fotografías sin interpretar; un apartado de interpretación, con esquemas de las fotografías anteriores y el nombre de las estructuras; y finalmente, un apartado de ideas alternativas, donde se recogerán sugerencias aplicables de cómo modelizar procesos naturales. La realización del informe se basa en la siguiente plantilla

(<https://drive.google.com/file/d/1b2TTngRhKHRi9P7efF6JIe0FUgNn5Wt/view?usp=sharing>).

En primer lugar se pondrá una bayeta extendida debajo de la caja de plástico, esto servirá para una vez “sedimentados” los materiales podamos simular una compresión. Se comenzará a hacer un estrato de 1 cm de espesor de arena sin colorear y posteriormente se harán estratos de menor espesor y de diferentes colores. Conforme se vierte la arena, esta se va enrasando con un artefacto formado por una tabla con papel milimetrado, regla y pinzas. Al dar menor espesor a las capas favorece una mejor observación de la estructura. Finalmente, cuando tengamos todos los estratos, se tirará con cuidado de la bayeta infrayacente, lo que simularía un estado de esfuerzos compresivo contra una de las paredes de la caja.

Durante el desarrollo del modelo, las alumnas tendrán que ir tomando fotos de los diferentes estados. Finalmente, las alumnas escribirán por parejas el informe. Algunos ejemplos de producciones del alumnado se encuentran en el *Apartado 6*.

Evaluación:

Se va a evaluar a los alumnos durante la elaboración del modelo. Además, esta actividad se calificará mediante el uso de una rúbrica de corrección (<https://drive.google.com/file/d/1BbXb8JEs7Nc0FYIBoN7wgn-xzOQrXReQ/view?usp=sharing>). El informe de esta modelización supone el 15% de la calificación final.

Actividad 7. Riesgos geológicos asociados

Introducción y contextualización

Se entiende por riesgos geológicos cualquier condición geológica, proceso o suceso potencial que suponga una amenaza para la salud, seguridad o bienestar de un grupo de ciudadanos o para las funciones o economía de una comunidad (Brusi y Roqué, 1998). La enseñanza de estos riesgos geológicos a lo largo del periodo educativo puede

ayudar a reducir el número de pérdidas económicas y humanas. Esta actividad también sirve para establecer una conexión entre las explicaciones teóricas y el mundo real, planteando casos de relativa actualidad.

Objetivos educativos

Los principales objetivos didácticos de esta actividad son:

- Tratar los conceptos de peligrosidad, exposición y vulnerabilidad.
- Diferenciar entre procesos geológicos endógenos y exógenos.
- Identificar medidas de prevención y predicción para cada riesgo geológico.

Elementos curriculares involucrados

Los elementos curriculares involucrados en esta actividad según la Orden ECD/1172/2022 quedan recogidos en la *Tabla 8*.

Saberes básicos	Bloque D. Dinámica de la Geosfera Procesos geológicos externos e internos: diferencias y relación con los riesgos naturales. Medidas de prevención y mapas de riesgos.
Competencias clave	CCL, STEM y CD.
Competencias específicas	CE.BG. 4, CE.BG.5.
Criterios de evaluación	4.2., 5.1.
Concreciones	4.2.1. Determinar que métodos de prevención no se han tomado en La Palma. 5.1.1. Explicar por qué riesgos o productos se verían afectados determinadas casas de La Palma.

Tabla 8. Elementos curriculares de la Actividad 7.

Recursos

- Aula con ordenador, conexión a internet y proyector o pantalla.
- PowerPoint o similar.
- Cuaderno del alumno.

Descripción de la actividad

La actividad comienza con una explicación apoyada con un programa de presentaciones

(https://drive.google.com/file/d/1oxIkMzBXXU9LuYnVDuCJ3EM_nYIUvUGO/view?usp=sharing) que trata los conceptos de peligrosidad, exposición y vulnerabilidad; además de diferenciar entre los riesgos que surgen por procesos geológicos endógenos y exógenos.

Seguidamente, se utiliza la herramienta Edpuzzle para presentar a los alumnos un vídeo con preguntas de opción múltiple y respuesta abierta sobre el volcán de La Palma (<https://edpuzzle.com/media/681c6f5c486ce0f0f8cde98a>). En este vídeo se repasan conceptos vistos anteriormente como procesos intraplaca (Hot spot) y sirve como enlace con las medidas de prevención y predicción de desastres naturales.

Finalmente, se utiliza un vídeo de YouTube (<https://www.youtube.com/watch?v=7a4hiJuGrd8>) en el que se expone una explicación

complementaria sobre los riesgos de la actividad sísmica y volcánica y se hace un esquema con las medidas de prevención y predicción de cada uno. Este esquema será copiado por los alumnos en su cuaderno.

Evaluación

El docente recogerá el cuaderno de los alumnos, donde tendrán que estar las respuestas a las preguntas del vídeo Edpuzzle y el esquema de las formas de predicción y prevención del video de Youtube. Para calificar el cuaderno del alumno se utiliza la siguiente lista de cotejo (https://drive.google.com/file/d/1AjsClbDukLq_zp5R154N0OdG4gs1UUKA/view?usp=sharing). Esta actividad supone el 5% de la calificación final.

Actividad 8. Sesión de repaso

Esta sesión está programada justo antes del examen y está pensada para que los alumnos puedan resolver las dudas que han quedado pendientes a lo largo de las actividades recogidas en la Unidad Didáctica. Se comentará la estructura que tiene el examen y se realizarán ejercicios como los que pueden salir.

Actividad 9. Prueba escrita

Introducción y contextualización

En esta actividad se va a realizar la prueba escrita (<https://drive.google.com/file/d/1ykWc4tKiCG7u68ekYt6TOU1Fy3gXTnln/view?usp=sharing>) que engloba los contenidos tratados en la Unidad didáctica. Esta prueba escrita se va a componer de una serie de preguntas cortas y aprovechando que el temario es muy visual, imágenes donde los alumnos tendrán que identificar las diferentes estructuras que son fruto de la dinámica terrestre (dorsales, rift, orógenos, pliegues, fallas, etc.).

Objetivos educativos

Los principales objetivos de esta actividad son:

- Comprobar si el estudiante ha alcanzado con conocimientos y competencias esperadas, como por ejemplo, que sepa aplicar lo aprendido en situaciones diversas.
- Promover el estudio continuo.
- Identificar los puntos fuertes y débiles de la metodología utilizada para impartir los contenidos.

Elementos curriculares involucrados

Los elementos curriculares involucrados en esta actividad según la Orden ECD/1172/2022 quedan recogidos en la *Tabla 9*.

Saberes básicos	Bloque D. Dinámica de la Geosfera
Competencias clave	CCL, STEM, CPSAA
Competencias específicas	CE.BG.1, CE.BG. 5, CE.BG. 6.
Criterios de evaluación	1.3., 5.1., 6.1.
Concreciones	1.3.3. Explicar las pruebas de Wegener. 5.1.2. Explicar posibles riesgos asociados a zonas de alta actividad sísmica.

	6.1.3. Explicar la historia geológica de los diferentes cortes geológicos.
--	--

Tabla 9. Elementos curriculares de la Actividad 9.

Recursos:

- Ficha de examen
- Material de escritura.

Descripción de la actividad:

El docente entregará la hoja de examen a los alumnos al comienzo de la clase y los alumnos dispondrán de la hora de clase para realizarla de forma individual. Los alumnos pueden preguntar sus dudas al docente.

El examen evalúa las competencias relacionadas con los contenidos vistos en clase. Se compone de diez preguntas cortas con diferente peso sobre la nota dependiendo de la importancia y tiempo que el docente haya determinado.

Evaluación

El examen se evalúa median el uso de la siguiente lista de cotejo (<https://drive.google.com/file/d/1LLaMKJwjkX3xWPqa2s70j4zGNMRN0aH/view?usp=sharing>) para así mantener un criterio objetivo entre alumnos. Además, esta prueba escrita supone el 50% de la calificación final. Cabe decir que esta actividad no se puso en práctica en el periodo de Prácticum II debido a la falta de tiempo.

4.4. Secuenciación de actividades

A continuación, se presenta la secuenciación de actividades propuestas en esta unidad didáctica (Tabla 10).

Actividad	Nº de sesiones en clase
Act.1: Salidas profesionales del geólogo	1
Act.2: La estructura de La Tierra	1
Act.3: Las teorías de Wegener y Hess	1
Act.4: La tectónica de placas	2
Act.5: Pliegues y fallas	2
Act.6: Modelización analógica	2
Act.7: Riesgos geológicos asociados	1
Act.8: Sesión de repaso	1
Act.9: Prueba escrita	1

Tabla 10. Secuenciación de las actividades.

5. Evaluación de la unidad didáctica

En esta Unidad didáctica se va a realizar una evaluación a lo largo de tres momentos, al inicio de las sesiones, mediante preguntas o actividades de *brainstorming* para determinar los conocimientos de los que parten los alumnos; al final de la unidad didáctica, para determinar con conceptos que han sido asimilados por el alumnado, esto quedaría reflejado en un examen final. Y entre dichas evaluaciones, también se va a realizar una evaluación del proceso mediante la recogida y corrección de tareas (evaluación continua).

Finalmente, una vez acabada la unidad didáctica, se entregará a los alumnos una hoja con cuestiones para que evalúen la actividad y la labor del docente.

En la *Tabla 11* y *Tabla 12* se muestran las competencias específicas, los criterios de evaluación, las concreciones y los instrumentos de evaluación utilizados para evaluar, así como el peso en la nota.

Porcentaje de cada actividad sobre la calificación	
Actividad 1: Salidas profesionales del geólogo	0%
Actividad 2: La estructura de la Tierra	10%
Actividad 3: Las teorías de Wegener y Hess	10%
Actividad 4: La tectónica de placas	10%
Actividad 5: Pliegues y fallas	0%
Actividad 6: Modelización analógica	15%
Actividad 7: Riesgos geológicos asociados	5%
Actividad 8: Sesión de repaso	0%
Actividad 9: Prueba escrita	50%

Tabla 11. Porcentaje de cada actividad sobre la calificación final.

Competencia específica	Criterio de evaluación	Concreciones	Instrumento de evaluación
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.	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, obteniendo conclusiones y formando opiniones propias fundamentadas.	1.1.1. Analizar el por qué de la distribución de capas en el modelo geoquímico y dinámico (Act. 2).	Ficha <i>Fill the gaps</i> (Lista de cotejo)
		1.1.2. Analizar el proceso de formación de procesos intraplaca (Hots spots y rift continental) (Act. 4).	Ficha <i>Mapamundi</i> (Lista de cotejo)
		1.1.3. Analizar la disposición de las placas tectónicas y las estructuras asociadas a cada margen (Act. 4)	Ficha <i>Mapamundi</i> (Lista de cotejo)
	1.3. Analizar y explicar fenómenos biológicos y geológicos representándolos mediante el diseño y la realización de modelos y diagramas, utilizando, cuando sea necesario, los pasos del diseño de ingeniería (identificación del problema, exploración, diseño, creación, evaluación y mejora).	1.3.1. Razonar la distribución de los continentes imaginarios basándose en las pruebas de Wegener (Act. 3).	Ficha <i>Continentes imaginarios</i> (Lista de cotejo)
		1.3.2. Rellenar los modelos de las capas de La Tierra (Act. 2).	Ficha <i>Fill the gaps</i> (Lista de cotejo)
		1.3.3. Explicar las pruebas de Wegener (Act. 9).	Prueba escrita y Ficha <i>Continentes imaginarios</i> (Lista de cotejo)
CE.BG.2: Identificar, localizar y seleccionar información, contrastando su veracidad, organizándola y evaluándola críticamente para resolver preguntas relacionadas con las ciencias biológicas y geológicas.	2.3 Valorar la contribución de la ciencia a la sociedad y la labor de las personas dedicadas a ella, destacando el papel de la mujer y entendiendo la investigación como una labor colectiva e interdisciplinar en constante evolución influida por el contexto político y los recursos económicos.	2.3.1. Observar y comprender el papel del geólogo/a en la sociedad (Act. 1).	Observación directa en clase
CE.BG.3: Planificar y desarrollar proyectos de investigación, siguiendo los pasos de las metodologías propias de la ciencia y cooperando cuando sea necesario para indagar en aspectos relacionados con las ciencias geológicas y biológicas.	3.1. Plantear preguntas e hipótesis que puedan ser respondidas o contrastadas utilizando las prácticas científicas en la explicación de fenómenos biológicos y geológicos y la realización de predicciones sobre estos.	3.1.1. Razonar qué estructuras se podrían formar en el modelo analógico (Act. 6).	Informe modelo analógico (Rúbrica de corrección)
	3.2. Diseñar la experimentación, la toma de datos y el análisis de fenómenos biológicos y geológicos de modo que permitan responder a preguntas concretas y contrastar una hipótesis planteada evitando sesgos.	3.2.1. Establecer las características del modelo (Act. 6).	Observación directa en clase

	3.3. Realizar experimentos y tomar datos cuantitativos o cualitativos sobre fenómenos biológicos y geológicos utilizando los instrumentos, herramientas o técnicas adecuadas con corrección y precisión.	3.3.1. Utilizar el material del laboratorio para construir el modelo (Act. 6).	Observación directa en clase
		3.3.2. Observar el experimento de isostasia (Act. 4)	Observación directa en clase
	3.4. Interpretar y analizar los resultados obtenidos en el proyecto de investigación utilizando, cuando sea necesario, herramientas matemáticas y tecnológicas para obtener conclusiones razonadas y fundamentadas o valorar la imposibilidad de hacerlo.	3.4.1. Interpretar los resultados obtenidos en el modelo analógico (Act. 6).	Informe de modelización analógica (Rubrica de corrección)
	3.5. Cooperar y colaborar en las distintas fases del proyecto científico para trabajar con mayor eficiencia, valorando la importancia de la cooperación en la investigación, respetando la diversidad y la igualdad de género, y favoreciendo la inclusión.	3.5.1. Montar de forma conjunta el modelo analógica con los demás compañeros (Act. 6).	Observación directa en clase
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.	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.	4.1.1. Razonar el movimiento de las placas tectónicas (Act. 3).	Ficha <i>Continentes imaginarios</i> . (Lista de cotejo)
		4.1.2. Dar explicación al origen de los pliegues (Act. 5).	Caso práctico recogido en el PowerPoint. Evaluación informal.
		4.1.3. Dar explicación al origen de las distintas fallas (Act. 5)	Bloques diagrama 3D (No se califica)
	4.2. Analizar críticamente la solución a un problema sobre fenómenos biológicos y geológicos y cambiar los procedimientos utilizados o conclusiones si dicha solución no fuese viable o ante nuevos datos aportados con posterioridad.	4.2.1. Determinar qué métodos de prevención no se han tomado en La Palma (Act. 7).	Actividad <i>EDpuzzle</i> (Lista de cotejo)
CE.BG.5: Analizar los efectos de determinadas acciones sobre el medio ambiente y la salud, basándose en los fundamentos de	5.1. Identificar los posibles riesgos naturales potenciados por determinadas acciones humanas sobre una zona geográfica, teniendo en cuenta sus características litológicas, relieve y vegetación y factores socioeconómicos.	5.1.1. Explicar por qué riesgos o productos se verían afectados determinadas casas de La Palma (Act. 7).	Actividad <i>EDpuzzle</i> (Lista de cotejo)

las ciencias biológicas y de la Tierra, para promover y adoptar hábitos que eviten o minimicen los impactos medioambientales negativos, sean compatibles con un desarrollo sostenible y permitan mantener y mejorar la salud individual y colectiva.		5.1.2. Explicar posibles riesgos asociados a zonas de alta actividad sísmica (Act. 9).	Prueba escrita (Lista de cotejo)
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.	6.1. Deducir y explicar la historia geológica de un relieve identificando sus elementos más relevantes y utilizando el razonamiento y los principios geológicos básicos (horizontalidad, superposición, actualismo, etc.) y las teorías geológicas más relevantes.	6.1.1. Explicar la historia geológica de cada uno de los bloques 3D (Act. 5).	Cuaderno del alumno (No se califica)
		6.1.2. Explicar la historia geológica del modelo analógico (Act. 6)	Informe de modelización analógica (Rúbrica de corrección)
		6.1.3. Explicar la historia geológica de diferentes cortes geológicos (Act. 9)	Examen final (Lista de cotejo)

Tabla 12. Competencias específicas, criterios de evaluación, concreciones e instrumentos de evaluación utilizados en la propuesta didáctica.

6. Análisis de los resultados de aprendizaje

Casi todas las actividades recogidas en la unidad didáctica se han podido implementar en el desarrollo del Prácticum II. A continuación se van a mostrar los resultados obtenidos en cada una de las actividades:

Actividad 1: Salidas profesionales del geólogo

Como producto de esta actividad, se recoge una ficha de *brainstorming* en la que recogen las ideas previas que tenían las alumnas antes de que se llevara a cabo la clase magistral. Para ello se estableció la pregunta: *¿A qué me puedo dedicar si estudio geología?*

En ella se recogieron respuestas como: paleontólogo, investigador, profesor, historiador de placas y piedras, experto en terremotos y saber si un sitio es seguro para la construcción. Una vez recogida la ficha, se les proporcionó *feedback*.

El origen de estas ideas puede estar fundamentado por la aparición de las diferentes profesiones en documentales, vídeos o noticias que salen en televisión o en redes sociales, ya que es usual que al producirse un desastre natural, aparezcan numerosos vídeos en redes sociales. Otras profesiones dentro de la geología, como geomorfólogo o minerólogo, no aparecieron como respuesta, posiblemente debido a su falta de visibilidad.

Actividad 2: La estructura de la Tierra

Las alumnas no tuvieron dificultades a la hora de rellenar la ficha sobre las capas de la Tierra, ya que son conceptos básicos que como se ha mostrado anteriormente en el análisis vertical del currículo, aparecen en cursos anteriores, un ejemplo de ello es el *Bloque B. Estructura y materiales de La Tierra*, de la asignatura de Biología y Geología de 1º ESO. He de destacar que el uso de vídeo ayudó a la comprensión de los diferentes métodos directos e indirectos.

Actividad 3: Las teorías de Wegener y Hess

Esta actividad fue llevada a cabo por el docente del centro, Consuelo Soriano. Las principales dificultades que encontramos fueron en relación al bandeo del fondo oceánico y a las células de convección del manto. Estas dudas se resolvieron mediante el uso de figuras alternativas y esquemas detallando, por ejemplo, en el caso de las células convectivas, las zonas en las que se produce el descenso o ascenso de material y su relación con los límites de placa. El origen de esta dificultad se debe a que no se trata anteriormente el concepto de magnetismo con amplitud y tampoco que las rocas poseen minerales magnéticos; y en cuanto a la problemática con las células de convección, la dificultad residía en enlazar los límites de placa con la propia célula convectiva.

Actividad 4: La tectónica de placas

Al igual que en la Actividad 1, se comenzó con una actividad de activación *brainstorming* en este caso, el producto son las respuestas al enunciado: *“Placas tectónicas”*.

Se obtuvieron las siguientes respuestas: antártica, índica, placa de Cocos, pacífica, africana, placa del Caribe, norteamericana, euroasiática, placa oceánica y continental. En este caso, al igual que en el anterior, se dio *feedback* a las alumnas haciendo hincapié en

la diferencia entre tipo de litosfera oceánica o continental; y los nombres de las propias placas tectónicas. Por otro lado, consiguieron nombrar hasta 8 placas tectónicas. Esta actividad fue bien recibida por el alumnado. No hubo problemas con el nombre de las placas debido a que los conceptos aparecen en el currículo de años anteriores, por ejemplo en el *Bloque H. Procesos geológicos internos y externos* de 3ºESO. Las principales dificultades que surgieron fue la confusión entre los términos divergente y convergente y por otro lado, entre el orógeno térmico y de colisión.

Actividad 5. Pliegues y fallas

Con el desarrollo de esta actividad y la realización de los bloques diagrama 3D las alumnas alcanzaron los objetivos previstos de esta actividad comprendiendo los esfuerzos que generan los pliegues y los distintos tipos de fracturas (diaclasas, falla normal, inversa y direccional). Según lo reflejado en el cuestionario de evaluación de la docencia es una actividad que fue bien recibida.

La principal dificultad que encontré en esta actividad fue que las alumnas diferenciaron el bloque levantado y el hundido en las fallas normales e inversas debido a que era un concepto nuevo para ellas. Además, también se tuvo que utilizar una sesión extra debido a la falta de tiempo ya que la mayoría de las alumnas no habían coloreado todos los bloques en casa.

Actividad 6: Modelización analógica

Una vez realizado el modelo analógico, las alumnas tuvieron que elaborar un informe individual. En él se establecieron los siguientes apartados: Introducción, materiales utilizados, metodología, interpretación, resultados e ideas alternativas.

Como se puede observar en la *Tabla 13*, los apartados relativos a introducción, materiales, metodología y resultados se han conseguido casi en su totalidad. Donde más problemas han surgido y donde se ve reflejado la diferencia en las notas finales es en el apartado de interpretación donde las alumnas han obtenido de media un 1.63 sobre 4. Esta interpretación ha sido tratada posteriormente en las anotaciones de los PDF entregados. Cabe decir que este *feedback* no fue de forma presencial debido a que la fecha de entrega fue una vez acabado el periodo de prácticas.

	Resultados del informe de modelización analógica						Nota media por apartado
	Alumna 1	Alumna 2	Alumna 3	Alumna 4	Alumna 5	Alumna 6	
Introducción (1 pto)	1	1	1	0,5	0,5	1	0,83
Materiales (2 ptos)	2	2	2	0,75	2	2	1,79
Metodología (2 ptos)	2	2	2	1,5	2	2	1,92
Resultados (1 pto)	1	1	0,5	1	1	0,5	0,83
Interpretación (4 ptos)	3,5	0,5	3	0,25	0,5	2	1,63
Ideas alternativas (+0,5 ptos)	0,25		0,25		0,25	0,25	0,25
Nota final informe:	9,75	6,5	8,75	4	6,25	7,75	7,17

Tabla 13. Resultados del informe de modelización analógica.

La principal dificultad que encontré fue en relación a la estructura del informe, ya que no habían hecho ninguno con esta estructura anteriormente. Se tuvo que explicar la diferencia entre resultados e interpretación y el concepto de ideas alternativas. A continuación se muestra una producción del alumnado corregido durante el periodo de prácticas

(<https://drive.google.com/file/d/1SMAn2KF7Oc6qTqd8d9gxHJvqa2qROhfn/view?usp=sharing>).

Actividad 7. Riesgos geológicos asociados

En esta actividad se aplica el uso de herramientas como EDpuzzle, descrita anteriormente en el *Apartado 2*, ha sido de utilidad para tratar los riesgos volcánicos que afectan a las inmediaciones de las localidades de la isla de La Palma. Los resultados han sido sorprendentemente positivos, el vídeo tuvo una buena acogida entre el alumnado debido a que se trataba de un evento de relativa actualidad y que fue mediático, por lo que los alumnos eran conscientes de ello. Se han realizado una serie de preguntas:

Pregunta 1. ¿Qué tipo de proceso intraplaca forma las islas Canarias?

La respuesta a esta pregunta estaba en el propio vídeo y estos conceptos se habían trabajado en actividades anteriores, así que las alumnas no tuvieron mucha dificultad para argumentar que se trataba de un *Hot spot* y no del resto de opciones proporcionadas.

Pregunta 2. ¿Qué tipo de erupciones se producen en la isla de La Palma?

La respuesta a esta pregunta estaba también en el vídeo aunque los tipos de erupciones volcánicas quedan fuera de los contenidos de esta unidad didáctica. Las alumnas respondieron correctamente nombrando dos de los tres tipos de erupciones, Surtseyana y Hawaiana y describiendo el tercer tipo, ya que no se acordaban del nombre pero sí de sus características (estromboliano). Finalmente, se establecieron los tres tipos de erupciones y se han nombrado las diferencias entre cada uno.

Pregunta 3. ¿Cómo podrías predecir si se va a producir una erupción volcánica?

La respuesta a esta pregunta no estaba en el propio vídeo, pero sí en el libro de texto. Las alumnas proporcionaron respuestas adecuadas como controlar mediante sismógrafos y observar si hay emisión de gases tóxicos. Además el docente aporta otras medidas de prevención como la observación de valores de carácter topográfico del cono volcánico o la elaboración de mapas de riesgo volcánico. Esto dio pie a preguntas derivadas como ¿Crees que han respetado estos mapas a la hora de construir viviendas? La conclusión de los alumnos fue que no, ya que sino las construcciones estarían en sitios más elevados topográficamente y no en los fondos de barrancos. Por lo que, interpreto que los alumnos han entendido correctamente la importancia de establecer medidas de prevención ante riesgos geológicos.

Actividad 9. Prueba teórica

La prueba escrita estaba pensada para hacerla una vez tratados los contenidos recogidos previamente, pero debido a la finalización del periodo de prácticas no se pudo realizar.

Cuestionario de autoevaluación y evaluación del profesorado

Como se ha comentado anteriormente, se entregó a los alumnos un cuestionario de autoevaluación para que evalúen desde su perspectiva sus conocimientos y la unidad didáctica. Las preguntas que se realizan en el cuestionario son las siguientes:

1. Antes de iniciar las clases ¿conocías los temas tratados (profesiones del geólogo, dinámica terrestre, etc.)?
2. ¿Qué sabías antes de dar las clases?
3. ¿Cuánto has aprendido con las explicaciones de clase?

4. ¿Te gusta que en las clases puedas participar (salir a la pizarra, hacer experimentos, etc.)?
5. ¿El profesor ofrecía participar activamente en clase para comprender la asignatura?
6. ¿Te ha ayudado a entender mejor la teoría los apuntes proporcionados?
7. ¿Has preguntado tus dudas sobre la materia al profesor?
8. ¿En qué grado sientes que tus conocimientos han evolucionado gracias a la forma de enseñar del profesor?
9. ¿Qué actividades te han gustado más?
10. Cosas que has aprendido.
11. ¿Hay algo que no has entendido?
12. ¿Qué harías para mejorar las clases?

Los resultados obtenidos se han representado en la *Figura 2*. Observando estos resultados podemos determinar que según los alumnos, los conocimientos relativos a los temas tratados en clase eran relativamente bajos y con la ayuda de las explicaciones y apuntes proporcionados por el docente se ha ayudado a comprender los conceptos tratados en clase. También se muestra la preferencia de los alumnos hacia una metodología activa en la que puedan participar en clase en contraposición a las clases puramente magistrales. En cuanto a las actividades realizadas, las que han recibido mayor valoración han sido los bloques diagrama 3D y los mapas de placas tectónicas y las menos votadas, las salidas profesionales y el caso práctico.

En cuanto a las preguntas de carácter abierto reflejan que los apuntes les han sido de ayuda sobre todo en la parte de tectónica de placas y para comprender las fallas. Los contenidos que no habían entendido se trataron en una clase posterior. Finalmente, en la pregunta 12 expusieron sus propuestas para mejorar la unidad didáctica, las cuales se han tenido en cuenta a la hora de hacer la propuesta de mejora de esta unidad didáctica.

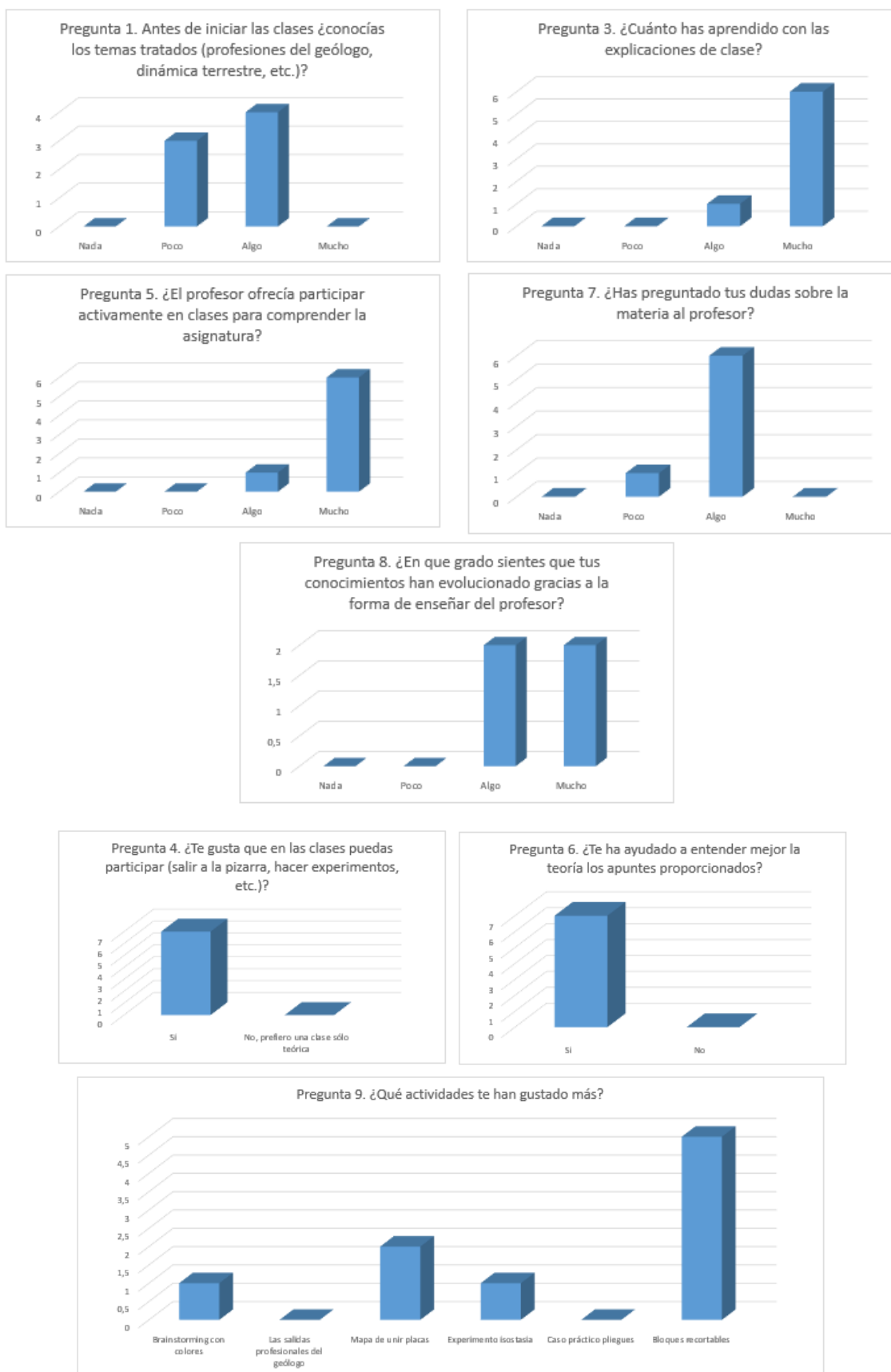


Figura 2. Resultados del cuestionario de autoevaluación y evaluación de la docencia.

7. Análisis crítico de la propuesta didáctica y propuesta de mejora

7.1. Análisis crítico de la propuesta

Esta unidad didáctica ha sido implementada dentro del grupo de alumnas descrito previamente. Para su análisis crítico se ha aplicado un análisis FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas). Según Sarli *et al.* (2015), el análisis FODA consiste en realizar una evaluación de los factores fuertes y débiles que, en su conjunto, diagnostican la situación interna de una organización, así como su evaluación externa, es decir, oportunidades y amenazas. Permite una perspectiva general de la organización. Según Sarli *et al.* (2015):

- Una fortaleza es alguna función que se realiza de forma correcta.
- Una debilidad se define como un factor que hace vulnerable a la propuesta o que se realiza de forma deficiente.
- Las oportunidades son fuerzas ambientales de carácter externo no controlables por el docente, que representan elementos potenciales de crecimiento o mejoría.
- Las amenazas son todo lo contrario, representan la suma de las fuerzas ambientales no controlables por el docente que representan aspectos negativos y problemas potenciales.

Teniendo en cuenta esto, el análisis FODA para esta propuesta didáctica es el siguiente (Tabla 14):

Tabla 14. Análisis FODA de la unidad didáctica

Análisis FODA	
Fortalezas	Oportunidades
- Fomenta la participación activa de los alumnos. - Los alumnos aprenden haciendo, ya sea con ejercicios prácticos o modelos. - Promueve la interacción entre los estudiantes. - Promueve el uso de TICs. - Facilita la comprensión de conceptos complejos. - Favorece el desarrollo de autonomía por parte del alumnado.	- Posibilidad de aprendizaje a través de la realización de salidas de campo. - Fácil acceso a recursos digitales. - Material relativamente reciente en plataformas como Youtube debido a procesos naturales actuales. - Visitar centros de investigación como la Universidad de Zaragoza, CSIC, IGME, etc. - Actividades transversales con otras asignaturas.
Debilidades	Amenazas
- Puede haber falta de tiempo debido al ritmo de la clase. - Necesidad de conexión estable a internet para el uso de herramientas online como EDpuzzle. - Requiere que el docente tenga competencias TIC.	- Reducción de las sesiones disponibles para el temario por eventos del centro. - Brecha digital entre los estudiantes. - Problemas con el ordenador de clase.

- La implementación de técnicas y metodologías variadas consume más tiempo que las clases fundamentalmente magistrales. - Abarca conceptos complejos.	- Alumnos que rechacen las metodologías puestas en marcha. - Falta de material en las aulas.
--	---

Teniendo en cuenta esto, durante la puesta en marcha de esta propuesta didáctica en el periodo de Prácticum II se ha determinado que la estructuración de las sesiones ha sido adecuada debido a que se ha ajustado al tiempo disponible y al ritmo de las clases. Las alumnas por lo general no han tenido excesivas dificultades para seguir y comprender los conceptos complejos nombrados anteriormente, para ello se ha entregado unos apuntes complementarios al libro de texto (<https://drive.google.com/drive/folders/1FxmU7FMA7rrVI9NyeZBtjhJoUh-CDSCP?usp=sharing>) donde se resolvían algunas cuestiones que quedaban en el aire. Cabe decir que las sesiones se han podido ajustar al tiempo debido a que el grupo en el que se ha implementado la propuesta es reducido, probablemente fruto de pertenecer a un instituto rural. Por lo que pueden surgir dificultades a la hora de implementarlo en grupos más grandes. Una solución a la necesidad de competencias TIC por parte del docente sería la realización de cursos formativos de cara al profesorado.

7.2. Propuesta de mejora

En cuanto a la propuesta de mejora y una vez impartidas las sesiones, sería adecuada en la Actividad 1, la implementación de charlas impartidas por profesionales de las diferentes ramas de la Geología. Para ello, se podría poner en contacto con profesionales del ámbito universitario como el grupo IUCA (Instituto Universitario de Ciencias Ambientales) o del ámbito empresarial como Paleoymas o Control7. Según mi punto de vista, esto mejoraría significativamente la sesión planificada inicial y sería un aliciente para aumentar el interés del alumnado por la materia.

Por otro lado, si esta unidad didáctica pudiera alargarse unas sesiones más, sería adecuado realizar una salida de campo, para que los alumnos pudieran ver en campo lo que están estudiando. Esto para mí es una parte fundamental a la hora de estudiar una asignatura como Biología y geología, y mejoraría notablemente la Actividad 5 descrita previamente. En dicha salida de campo nos acercaríamos a la Cubeta de Morés, a media hora en autobús de la localidad, donde se pueden observar pliegues y fallas normales (tanto planares como lítricas) en los márgenes de las carreteras y de la línea ferroviaria (*Figura 3*). Además, se pueden tratar los diferentes tipos de rocas estudiados en temas anteriores, ya que los materiales presentes son detríticos e ígneos.

Por otro lado, se ha realizado una encuesta a las alumnas a modo de evaluación de la docencia impartida por el profesorado en la que una de las cuestiones es: ¿Qué harías para mejorar las clases?

En ella reflejaban el contenido general por las actividades realizadas durante las sesiones y propusieron la implementación de juegos que abarquen los contenidos tratados. Esto me sirve como *feedback* para modificar la unidad didáctica para una posible implementación futura. Un ejemplo de juego a desarrollar sería un juego con la dinámica de trivial con preguntas con cuatro opciones; este sería por parejas para fomentar la cooperación y abarcaría conceptos tratados en temas anteriores.



Figura. 3. Pliegue de roll-over causado por la acción de una sección de carácter normal de la falla de Purroy en el margen de la Cubeta de Morés (Lázaro-González y Liesa, 2024).

8. Consideraciones finales

En primer lugar, comienzo comentando la experiencia de prácticas en el centro (Prácticum I y II). Desde mi punto de vista fue una experiencia muy enriquecedora y clave en el proceso de formación del profesorado ya que es un golpe de realidad con respecto a lo que se muestra en el máster. Mi experiencia fue muy gratificante debido a la buena acogida recibida por el equipo directivo y el claustro, y en especial a las compañeras del departamento de Biología y geología; y a los compañeros del departamento de Física y química y Tecnología con los que compartí despacho.

La realización del Prácticum I me ha proporcionado una visión amplia de los diferentes organismos que componen el centro y un primer acercamiento a las aulas, donde te das cuenta de las diferentes características del alumnado y formas de impartir clase. También proporciona un acercamiento a clases que yo, como alumno, no tenía constancia de cómo se desarrollaban, específicamente las clases PAI, Diversificación, Clases de Español y grados de formación profesional.

La realización del Prácticum II me ha proporcionado una visión más concreta del transcurso de la materia en unos grupos determinados, de una forma más continua. En mi caso, pasé de estar presente en clases de distintos cursos durante el primer periodo de prácticas, a dar únicamente a clases de 1º ESO y 4º ESO. De entre esas clases, acordamos que mi docencia iba a estar centrada en la optativa de Biología y geología de 4º ESO. Un grupo reducido en cuanto a alumnos, donde podía realizar las actividades de una manera más manejable que un grupo mayor de primero. Este grupo de 4º ESO fue un grupo que participaba activamente en clase, hablador pero que no ofrecía dificultades desde el punto de vista conductual. La mayor dificultad que encontré fue que dos estudiantes no asistían regularmente debido a que estaban preparando la prueba de acceso a grado medio; y que una de las alumnas no entendía bien el castellano.

En cuanto a las asignaturas del máster, cada una aporta herramientas y metodologías diferentes. Me gustaría destacar por un lado, la asignatura de *Psicología del desarrollo y de la educación* ya que me parece de gran utilidad para una persona que viniendo de ramas científicas no ha tratado esos temas que son tan importantes a la hora de tratar con estudiantes adolescentes. Por otro lado, pasando de un itinerario más generalista como es el del primer cuatrimestre a uno más especializado en el segundo

cuatrimestre, me gustaría destacar dos asignaturas, *Diseño de actividades de aprendizaje en biología y geología* y *Recursos didácticos para la enseñanza de materias en inglés*, en ambas nos presentan una serie de recursos y herramientas que son útiles a la hora de acercar los conocimientos a los alumnos.

En cuanto a la implementación de esta unidad didáctica, cabe decir que se ajusta bien al ritmo del alumnado, por lo menos con el que he tratado. Sí que es verdad que algunas de las actividades se pueden segmentar en más sesiones si el grupo es más numeroso o si se perciben dificultades para seguir el ritmo de la clase por los alumnos. Como se ha dicho en la propuesta de mejora, sería adecuado realizar una salida de campo para terminar de dar cuerpo a los conceptos vistos en clase. En cuanto a metodología, si se observan dificultades y se tienen los recursos suficientes se puede aplicar una codocencia de apoyo o paralela. También destacar la importancia de realizar una evaluación inicial antes de impartir la materia para determinar qué conceptos se han tratado en cursos anteriores y de qué base de conocimiento se parte.

Finalmente, y volviendo a los objetivos planteados al inicio de la propuesta. Considero que el objetivo principal de esta propuesta, comprender el funcionamiento de la dinámica terrestre y el comportamiento de las rocas, se ha logrado. Por otro lado, considero que la mayoría de los objetivos específicos también se han logrado, a excepción de terminar de saber relacionar los tipos de falla con los esfuerzos, ya que a mi parecer es un concepto abstracto y difícil de entender en una primera toma de contacto con el tema.

9. Referencias

Álvarez, R. M. y García, E. (1996). Los modelos analógicos en geología: implicaciones didácticas. Ejemplos relacionados con el origen de materiales terrestres. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 4(2), 133-139.

Arrien, E., Ubieta, E. y Ugarriza, J.R (2016). *La evaluación inicial en las aulas de aprendizaje de tareas*. [Documento de apoyo, Instituto para el Desarrollo Curricular y la Formación del Profesorado del País Vasco].

Atenea LAB (s.f.). *Aprendizaje basado en casos*. Recuperado el 20 de octubre de 2025, de <https://atenealab.unisimon.edu.co/profesores/estrategias-pedagogicas/aprendizaje-basado-en-casos/>

Brusi, D. y Roqué, C. (1998). Los riesgos geológicos. Algunas consideraciones didácticas. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 6, 127-137.

De la Herrán, A. (2009). Técnicas de enseñanza basadas en la cooperación. En De la Herrán, A. y Paredes, J. (coord). *La práctica de la innovación educativa*. Pp. 279 - 307. Madrid.

Dorado, G. P. (2011). Características del aprendizaje cooperativo en la ESO. Ejemplificación. *EmásF: revista digital de educación física*, 9, 43-57.

Felder, R. y Brent, R. (2001). Effective strategies for cooperative learning. *J. Cooperation & Collaboration in college teaching*, 10, 2, 69-75.

Fenández-Cabezas, M. (2017). Aprendizaje basado en proyectos en el ámbito universitario: una experiencia de innovación metodológica en educación. *International Journal of Developmental and Educational Psychology*, 1, 269-278.

Fernández, M. D. y Malvar, M. L. (2007). La evaluación inicial en los centros de secundaria: ¿Cómo abordarla?. *Revista Galego-Portuguesa de psicoloxía e educación*, 14(1), 9-20.

Instituto Aragonés de Estadística (2024). *Datos de Épila. Ficha Territorial*. Recuperado de https://bonansa.aragon.es/iaest/fic_mun/pdf/50099.pdf

ICOG (Ilustre Colegio Oficial de Geólogos) (11 de junio de 2025). *La importancia de la Geología en la educación y la sociedad, aún en riesgo de ser relegada*. Recuperado el 5 de octubre de 2025, de <https://www.icog.es/TyT/index.php/2025/06/la-importancia-de-la-geologia-en-la-educacion-y-la-sociedad-aun-en-riesgo-de-ser-relegada/>

IES Alarcos (s.f.). *Regla de las uves. Estratos horizontales* [PDF]. Recuperado el 5 de octubre de 2025, de <https://iesstamariadealarcos.wordpress.com/wp-content/uploads/2020/03/regla-de-las-uves-maquetas.pdf>

Lázaro-González, R. y Liesa, C. L. (2024). La Fosa de Morés (Cordillera Ibérica): extensión triásica e inversión cenozoica. *Geogaceta*, 75, 39-42.

Legaz, I. y Luna, A. (2014). Experiencia de innovación educativa con “Brainstorming” en la Universidad de Murcia. En: *II Congreso Internacional de Innovación Docente. CIID: Murcia, 20 y 21 de febrero de 2014*. Universidad de Murcia. 146-155.

Lillo, J. (1994). Análisis de errores conceptuales en geología a partir de las expresiones gráficas de los estudiantes. *Enseñanzas de las ciencias*, 12 (1), 39-44.

Masciotra, D. (2007). El constructivismo en términos simples. *Vie Pédagogique*, 143(48), 48 - 52.

Mellado, J. (2017). Propuesta didáctica innovadora para el aprendizaje de los procesos geológicos internos. Trabajo Fin de Máster, Univ. de Zaragoza, 35 p.

Menéndez, J. L. (2017). Principios fundamentales de la Geología. *asturnatura.es*. Recuperado de <https://www.asturnatura.com/temarios/geologia/geologia/principios-fundamentales>

Orden ECD/1172/2022, de 2 de agosto, por la que se aprueban el currículo y las características de la evaluación en la Educación Secundaria Obligatoria y se autoriza su aplicación en los centros docentes de la Comunidad Autónoma de Aragón, Boletín Oficial de Aragón, 11 de agosto de 2022, 156, 27832-29022.

Pueo, B., Jimenez-Olmedo, J. M., Penichet-Tomás, A. y Carbonell-Martínez, J. A. (2017). Aplicación de la herramienta EDpuzzle en entornos de aprendizaje individuales dentro del aula. *Investigación en docencia universitaria. Diseñando el futuro a partir de la innovación educativa*, 84, 694-702.

Ramos, R., Praia, J., Marqués, L. y Gama, L. (2001). Ideas alternativas sobre el ciclo litológico en alumnos portugueses de enseñanza secundaria. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 9 (3), 252-260.

Román, T. y Izquierdo, E. (2019). Contribución de la modelización analógica al estudio de procesos tectónicos de gran escala. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 27 (3), 334-48.

Sarli, R., Gonzalez, S. I., y Ayres, N. (2015). Análisis FODA. Una herramienta necesaria. *Revista de la Facultad de Odontología*, 9 (1), 17-20.

Singh, V., Abdellahi, S., Maher, M. L. y Latulipe, C. (2016). *The Video Collaboratory as a Learning Environment*. En: SIGCSE '16: The 47th ACM Technical Symposium on Computer Science Education, Memphis, Estados Unidos. 352–357. doi: <http://doi.org/10.1145/2839509.2844588>

Velázquez, C., Fraile, A., y López, V. M. (2014). Aprendizaje cooperativo en educación física. *Movimento: revista da Escola de Educação Física da UFRGS*, 20(1), 239-259.

Wexley, K. N. y Yukl, G. A. (1990). *Conducta organizacional y Psicología del personal*. México: Compañía Editorial Continental S.A.

Zambrano, M. A., Hernández, A., & Mendoza, K. L. (2022). El aprendizaje basado en proyectos como estrategia didáctica. *Revista Conrado*, 18(84), 172-182.