

## ACTIVIDADES CON BIOGRAFÍAS DE GEÓLOGAS: FOMENTANDO VOCACIONES CIENTÍFICAS EN UN CONTEXTO INCLUSIVO

## ACTIVITIES WITH BIOGRAPHIES OF WOMEN GEOLOGISTS: FOSTERING SCIENTIFIC VOCATIONS IN AN INCLUSIVE CONTEXT

### **Omid Fesharaki**

Profesor Ayudante Doctor; Doctor en Geología  
Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Sociales y  
Matemáticas. Facultad de Educación-CFP. Universidad Complutense  
de Madrid (España).

### **Ana Cano Ortiz**

Profesora Ayudante Doctor; Doctora en Biología  
Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Sociales y  
Matemáticas. Facultad de Educación-CFP. Universidad Complutense  
de Madrid (España).

### **Elena García Buitrago**

Profesora Asociada; Licenciada en Biología  
Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Sociales y  
Matemáticas. Facultad de Educación-CFP. Universidad Complutense  
de Madrid (España).

## Resumen:

En este trabajo se presenta una propuesta didáctica inclusiva dirigida a alumnado de tercer ciclo de Educación Primaria y/o Educación Secundaria Obligatoria. Se expone la importancia de mostrar al alumnado, desde su formación inicial, el papel histórico de las mujeres científicas y, en concreto, la contribución de muchas mujeres a la comprensión y avance de la geología. Como método para trabajar esta propuesta se ha optado por la utilización de vídeos documentales, la lectura de biografías de geólogas, el debate de casos y la indagación por parte del alumnado apoyándose en datos e imágenes de un conjunto de mujeres científicas y sus aportaciones a la geología. Las biografías seleccionadas permiten el debate en el aula, basándose en diversos aspectos destinados a acercar la geología al alumnado y fomentar su estudio en un contexto inclusivo. Finalmente, como metodología de trabajo para los y las estudiantes de Educación Primaria se propone un trabajo cooperativo, que consiste en la realización de un conjunto de pósteres que recojan organizadamente dicha información y que puedan servir para realizar una exposición en el centro escolar. Para los cursos de ESO se propone el uso de las nuevas tecnologías, usando entradas en el blog de una asignatura del centro o cuentas de redes sociales controladas por el docente para dar a conocer los trabajos del alumnado. Esta última fase del trabajo es un medio para involucrar a todo el centro, tanto al resto de estudiantes como al claustro de profesores, directivos y familiares, e incluso para trascender el ámbito local y poder llegar a personas de cualquier parte del mundo mediante el uso de las nuevas tecnologías.

**Palabras clave:** *Coeducación, educación obligatoria, didáctica de la geología, contextos inclusivos, perspectiva de género, pósteres.*

## Abstract

This paper presents an inclusive didactic proposal aimed at students in the third cycle of Primary Education and/or Compulsory Secondary Education. The importance of showing students, from their initial training, the historical role of women scientists and, specifically, the contribution of many women to the understanding and advancement of geology, is exposed. As a method to work on this proposal, the viewing of documentary videos, the reading of biographies of geologists, the discussion of cases and the inquiry by the students on data and images on a group of women scientists and their contributions to geology have been chosen. The selected biographies allow for classroom debate on many aspects to bring geology closer to students and encourage its study in an inclusive context. Finally, a cooperative work is proposed in the form of the realization of a set of posters that collect this information in an organized way and that can be used to carry out an exhibition in the school for Primary Education students. While for Secondary Education students the use of new technologies is proposed, using entries in sciences Blog or social networks controlled by the teacher to publicize the work of each student. This last phase of the work is a means to involve the entire center, both the rest of the students, as well as the teachers, managers and family members, and even to transcend the local sphere and be able to reach people from anywhere in the world by using new technologies.

**Keywords:** *Coeducation, compulsory education, geology didactics, inclusive contexts, gender perspective, posters.*

## 1. INTRODUCCIÓN

En el Real Decreto 157/2022, de 1 de marzo, por el que se establecen la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Primaria (BOE 52, de 2 de marzo de 2022) en su anexo III expone que "Las situaciones de aprendizaje representan una herramienta eficaz para integrar los elementos curriculares de las distintas áreas mediante tareas y actividades significativas y relevantes para resolver problemas de manera creativa y cooperativa, reforzando la autoestima, la autonomía, la reflexión y la responsabilidad" (p. 108). Además, indica que "las situaciones de aprendizaje constituyen un componente que, alineado con los principios del Diseño Universal para el Aprendizaje, permite aprender a aprender y sentar las bases para el aprendizaje durante toda la vida fomentando procesos pedagógicos flexibles y accesibles que se ajusten a las necesidades, las características y los diferentes ritmos de aprendizaje del alumnado" (p. 108). De esta manera, como indica López (2022), las situaciones de aprendizaje van a permitir al alumnado alcanzar los conocimientos requeridos para su nivel educativo, así como desarrollar las competencias correspondientes, tanto las clave como las específicas.

Los docentes deben tener en cuenta, cuando diseñen situaciones de aprendizaje, que éstas deben estar bien estructuradas y orientadas a alcanzar, precisamente, las competencias curriculares. Todo esto sin perder de vista que deben suponer, además, una herramienta que permita que toda la diversidad de alumnado pueda ser capaz de tener las mismas oportunidades de aprendizaje.

En este contexto, el objetivo de este trabajo es realizar una propuesta didáctica que incluya una secuencia de actividades de enseñanza-aprendizaje que, mediante situaciones de aprendizaje, permita al alumnado contextualizar la información que se le presenta y trabajar con diversos datos procedentes de la lectura de biografías de mujeres geólogas, desarrollando tareas que desembocarán en la elaboración de un producto final. Este producto será el

resultado (o debería serlo) del proceso de aprendizaje, estando este aprendizaje enfocado a aspectos no solo relativos a los contenidos curriculares, sino también a aspectos sociales y educación en valores. Elaborar, por lo tanto, productos finales mediante el trabajo con biografías de distintas geólogas permitirá trabajar no sólo los contenidos relacionados con el currículo de geología, sino también visibilizar y poner en valor las dificultades a las que estas mujeres (como tantas otras) tuvieron que enfrentarse en su momento a la hora de desarrollar su carrera científica.

Por todo lo anterior, consideramos de gran importancia que se traten en las aulas biografías y contextos científico-históricos de los hombres y mujeres que han hecho avanzar nuestros conocimientos y que, en definitiva, han permitido mejorar algunos aspectos de nuestras vidas con sus descubrimientos. Dado que en la bibliografía de la última década es posible encontrar algunas propuestas para el aula que persiguen la inclusión de las científicas (Álvarez Lires et al., 2003; Calvo, 2022; Creese y Creese, 1994; Fernández et al., 2006a, 2006b, entre otros trabajos), en este trabajo damos un paso más en pro de la igualdad y queremos visibilizar en las aulas otras realidades que también pueden ser útiles para que nuestro alumnado tenga referentes que le motiven y puedan fomentar su futura dedicación a las ciencias. En relación con esto último, podemos observar cómo cada vez nuestras aulas son más diversas y multiculturales, con alumnado con diferentes creencias religiosas, países de procedencia, culturas, capacidades cognitivas y funcionales, identidades de género, etc.

En los próximos apartados contextualizamos la propuesta y exponemos algunas actividades que no solo permiten visibilizar la importante labor de las mujeres en el avance de la geología, sino que también por sus características personales permiten desarrollar debates sobre otras (des)igualdades en nuestras sociedades, pasadas y actuales. Estas actividades se deben tomar como sugerencias de secuencias de enseñanza-aprendizaje, pero en ningún caso

pretenden ser una guía cerrada, y será cada docente quién deberá ajustar la propuesta a la realidad de su aula, completando o cambiando los aspectos de esta que considere oportunos.

## **2. CONTEXTUALIZACIÓN DE LA SITUACIÓN DE APRENDIZAJE:**

### **2.1. PAPEL DE LAS MUJERES EN LA GEOLOGÍA**

El avance de las sociedades humanas ha estado y está directamente relacionado con los hallazgos científicos y el desarrollo tecnológico. Hoy en día es común ver a mujeres científicas involucradas en investigaciones, así como dirigiendo proyectos científicos. Mucho menos conocido e incluso poco valorado es el papel histórico que han jugado muchas mujeres para lograr estos conocimientos. Actualmente no son pocos los trabajos que intentan visibilizar el aporte de las mujeres al avance social y científico desde que se formaron las primeras sociedades (Álvarez Lires et al., 2003; Creese y Creese, 1994; Fernández et al., 2006a, 2006b; Magallón, 2004; Manassero Mas y Vázquez Alonso, 2002; Puertas Maroto, 2015). Aunque aún queda un largo camino que recorrer, es innegable que la situación en algunos países desarrollados ha mejorado y hay mujeres en todos los puestos de la escala investigadora (si bien en las escalas más altas son menos numerosas), pero históricamente la realidad es que no solo era muy complicado dedicarse a la ciencia siendo mujer sino además, aquellas que lo conseguían veían como muchos hombres (familiares o colegas de trabajo) tenían que presentar sus resultados en su nombre al no ser aceptadas en sociedades científicas del momento (Burek y Higgs, 2007). Esta realidad no es de importancia menor, ya que no solo es una cuestión de igualdad en el trabajo o la educación, sino que en ocasiones ha llegado a repercutir sobre la propia calidad de vida y la salud de las mujeres. Así, a modo de ejemplo se puede indicar que los primeros estudios sobre inmunología o ensayos clínicos con diversos medicamentos solo se realizaban con hombres de unas edades concretas y sus resultados se extrapolaban a las mujeres y personas de otras edades. Esta forma de tratar los

datos ha supuesto históricamente errores en diagnósticos y tratamientos al no tener en cuenta las diferencias en los valores de referencia que hay entre mujeres y hombres e incluso entre individuos de diferentes edades (Álvarez Lires et al., 2003; Puertas Maroto, 2015).

## 2.2. IMPORTANCIA DE LOS REFERENTES HISTÓRICOS

En este punto se deben resaltar los obstáculos epistemológicos existentes en ciencia y en especial en la geología, existiendo pensamientos arraigados en la sociedad que pueden llegar a obstaculizar el desarrollo científico (García Cruz, 1998); estos obstáculos definen perfectamente la relación existente entre ciencia y sociedad. Por ello, la importancia de incluir metodologías educativas y contenido científico riguroso, basado en el respeto e igualdad de género para un buen conocimiento histórico de la evolución de la ciencia. Siguiendo las ideas básicas de Bachelard (1938) que enfatiza la importancia que tiene ofrecer una visión de la ciencia mediante los aspectos históricos que han influido en la construcción del conocimiento (metodología constructivista), se demuestra la importancia del saber histórico acerca de las mujeres investigadoras y cómo ello repercutirá en nuestro alumnado.

Hasta hace pocos años la mayor parte de los manuales didácticos, los libros de texto o los documentales solo presentaban los hechos científicos, más concretamente para lo que nos ocupa en este trabajo, los conocimientos geológicos. Sin embargo, en raras ocasiones se incluía alguna referencia a los personajes históricos (científicos, técnicos, exploradores, etc.) que habían realizado las pertinentes investigaciones para llegar a esas observaciones y conocimientos científicos (Jiménez Jiménez, 2009). Mucho más inusuales, por no decir inexistentes, eran las referencias a las mujeres geólogas que habían aportado su trabajo y conocimientos para el avance de esta ciencia (Alonso, 2002, 2003; Álvarez Lires y Soneira, 1992; Álvarez Lires et al., 2003; López-Navajas, 2014; Manassero Mas y Vázquez Pérez Rodríguez et al., 2009; Sahuquillo Balbuena et al., 1993; Solís-

Espallargas, 2018). Incluso en los escasos documentos en los que aparecían referencias a los/las geólogos/as era mediante su nombre y en ningún caso se mostraban sus biografías como una forma de contextualizar sus trabajos científicos. Esta falta de referentes y de contextualización de los hallazgos científicos (geológicos) es una de las múltiples causas de la pérdida paulatina pero constante de alumnado en las ramas de las ciencias y las ingenierías y, en especial, de falta de alumnas interesadas en estas ramas (Bian et al., 2017; Sáinz, 2017). Algunos estudios ponen de relieve diferencias de género en situaciones de competitividad como pueden ser unas olimpiadas geológicas y sus posibles causas (Calonge et al., 2021; Fesharaki et al., 2020). En la última década esta tendencia está cambiando lentamente y los actuales libros de texto presentan algunos ejemplos de hombres y mujeres que dedicaron su vida al avance de los conocimientos científicos. Sin embargo, como suele ocurrir con todo lo relacionado con la visibilización, la geología va un paso por detrás de otras ciencias como la física y química e incluso la biología, y las propuestas para la inclusión de un enfoque de género, salvo contadas excepciones, no se han tenido en cuenta (Fernández et al., 2006a, 2006b). Diferentes estudios han mostrado que el alumnado conoce a aquellos científicos y científicas de los que más se le han hablado en las aulas y que aparecen en los medios de comunicación, por ejemplo, a Albert Einstein o Marie Curie (Fundación BBVA, 2012), y diversos trabajos previos han resaltado la importancia de incluir la historia de la ciencia en la enseñanza de las ciencias contribuyendo a humanizarla y mostrar cómo se trata de un campo inmerso en un continuo desarrollo, con gran valor como opción de futuro (Moreno y Calvo, 2017; Solbes y Traver, 2001). Pero se observa de nuevo ese sesgo de género y un sesgo relacionado con las ciencias en las que investigaban, siendo más comunes los físicos/químicos y seguidos a distancia de los biólogos. El hecho de solo tratar los saberes, pero no trabajar cómo, quiénes y en qué contextos históricos se fueron construyendo esos saberes da una imagen sesgada, ficticia y lejana de las ciencias al alumnado. Para finalizar, podemos utilizar los argumentos que presenta Fernández González (2000) para la inclusión de la historia de la



ciencia y sus personajes en el aula: es una forma de facilitar el conocimiento científico; gira en torno al aspecto humano de la ciencia; promueve actitudes positivas hacia la ciencia; mediante los debates científicos históricos puede promover la diversidad de opiniones e ideas; transmite de una forma ordenada los acontecimientos, métodos y la propia evolución científica; e incluso, ayuda en la organización de las propuestas y unidades didácticas.

### 2.3. MARCO METODOLÓGICO

El modelo educativo actual está inmerso en el proceso de enseñanza-aprendizaje a través de metodologías activas, es decir, aquellos métodos, técnicas y estrategias que utiliza el docente para convertir el proceso de enseñanza en actividades que fomenten la participación activa del estudiante en su proceso de aprendizaje (Labrador y Andreu, 2008).

De entre todas las metodologías que podrían usarse en las situaciones de aprendizaje que proponemos, nos centraremos en aquellas que se apoyan en el aprendizaje a través de la indagación y del trabajo cooperativo. Además, en línea con las indicaciones de la LOMLOE, tampoco hay que olvidar la importancia de la aplicación de los principios y las pautas de aprendizaje bajo la óptica del Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA; Alba Pator, 2018). Más aún, teniendo en cuenta que la propuesta que hacemos tiene entre sus objetivos servir para alumnado con diversidad funcional y diferentes capacidades. Según García-Frank et al. (2020), este tipo de aprendizaje se puede relacionar fácilmente con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, de forma que, por ejemplo, "el ODS 4: 'Garantizar una educación inclusiva y equitativa de calidad y promover oportunidades de aprendizaje permanente para todos', será más fácilmente alcanzable bajo el prisma del DUA, dado que si una propuesta didáctica se prepara bajo esta óptica servirá en cualquier contexto y para cualquier persona, independientemente de sus capacidades y conocimientos previos.

Si nos centramos inicialmente en el aprendizaje por indagación, *Inquiry-Based Learning* (IBL) o *Inquiry-Based Science Education* (IBSE) en el ámbito internacional, diremos que este comenzó a tener relevancia en los años 60, pero realmente cobró protagonismo en la década de los 90 del siglo pasado con la publicación de los *National Science Education Standards* en América (National Research Council, 1996). Esta metodología didáctica ha sido recomendada por informes nacionales de educación en distintos países. En España, el informe de expertos ENCIENDE recomienda “un replanteamiento de las metodologías de aula hacia propuestas donde la indagación y experimentación de cierta duración tengan un papel más importante” (Couso et al., 2011, p. 97).

Por otro lado, se ha puesto de manifiesto en el informe de la encuesta de Ofsted, donde se evalúa las fortalezas y debilidades de la ciencia en las escuelas primarias y secundarias, indica que aquellas escuelas que presentaban mejores resultados en las materias de ciencias y un mayor grado de implicación y motivación del alumnado, eran aquellas que utilizaban metodologías más prácticas centradas en el desarrollo de habilidades de investigación (Ofsted, 2011).

En referencia al aprendizaje cooperativo, existen numerosos estudios que validan la eficacia de este tipo de aprendizaje sobre otros más competitivos o individualistas (Beltrán, 1993; Calvo, 1991). El hecho de instaurar estas metodologías en las aulas tiene la intención de mejorar los resultados académicos del alumnado, mejorando su convivencia, con una mejora del clima del aula, sin olvidarnos de la especial atención a la diversidad que conlleva trabajar bajo esta premisa cooperativa. De esta forma, se fomenta el respeto entre el alumnado, así como la aceptación de diferentes opiniones y la colaboración entre iguales, no solo cuando se trata de alumnado con necesidades específicas de apoyo educativo, sino a todo el alumnado en general (Alarcón, 2015; León del Barco, 2002).

En la propuesta que se detalla en el siguiente apartado, se propone un modelo de actividades que permita la coeducación, entendida no solo como la enseñanza en un mismo aula a chicos y chicas, sino que el modelo usado en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la geología permita colocar en el centro a los y las geólogos y geólogas que han intervenido en dichos hallazgos, contextualizando sus investigaciones en tiempos y realidades sociales muy dispares de forma que se pueda despertar una visión crítica en nuestro alumnado, así como el trabajo en contextos inclusivos para superar otras desigualdades, dado que se ha comprobado en numerosas ocasiones como todos podemos interesarnos y aportar nuestros conocimientos a la ciencia independientemente de nuestras características funcionales, económicas, etc. (García-Frank et al., 2020).

### **3. PROPUESTA DIDÁCTICA**

#### **3.1. OBJETIVOS DE LA PROPUESTA**

El principal objetivo de este trabajo es proponer una situación de aprendizaje que gire en torno al uso de biografías y contextos histórico-científicos en los que diversas geólogas han desarrollado sus trabajos, para mostrar al alumnado su importancia en los avances científicos y para dotar de referentes femeninos a las alumnas despertando vocaciones científicas.

De forma transversal y complementaria a la enseñanza de los aspectos geológicos se introducen realidades sociales, históricas, religiosas, culturales, etc., que permiten romper estereotipos. Así, no solo se exponen ejemplos relacionados con las mujeres sino también con razas, ideologías, niveles económicos y sociales, religiones, de orientación sexual o capacidades funcionales e intelectuales. En resumen, se pretende dotar de una visión holística del desarrollo de la geología en estrecha relación con el desarrollo de las sociedades humanas. Además, el alumnado está acostumbrado a que cada asignatura o campo del saber es único y sin relación con los demás, en parte por las rígidas estructuras de las clases en

los centros educativos. Sin embargo, esta percepción está claramente alejada de la realidad, ya que todos los saberes están íntimamente relacionados y unas influyen, enriquecen o distorsionan a las otras, de forma que cada una repercute claramente sobre las demás.

### 3.2. FASES DE LA PROPUESTA Y RELACIÓN CON LAS COMPETENCIAS DE LA LOMLOE

Esta propuesta está relacionada con el desarrollo de diversas competencias, tanto las consideradas como Clave para las etapas educativas tratadas como las específicas de las diferentes asignaturas a las que se podría adscribir la propuesta. Las competencias clave que se indican en la legislación actual (LOMLOE) aparecen en la tabla 1.

<b>COMPETENCIAS CLAVE</b>	<b>Siglas</b>
Competencia en comunicación lingüística	CCL
Competencia plurilingüe	CP
Competencia matemática y competencia en ciencia, tecnología e ingeniería	STEM
Competencia digital	CD
Competencia personal, social y de aprender a aprender	CPSAA
Competencia ciudadana	CC
Competencia emprendedora	CE
Competencia en conciencia y expresión culturales	CCEC

Tabla 1. Competencias clave que se recogen en el perfil de salida indicado para la LOMLOE para la etapa de Educación Primaria y de la ESO.

La propuesta que se realiza en este trabajo conlleva tres fases consecutivas, las cuales tienen a su vez diferentes objetivos e implican diferentes competencias: trabajo con las biografías seleccionadas por el/la docente; trabajo indagativo y

cooperativo por parte del alumnado; y finalmente, la exposición de los resultados y su difusión a nivel de centro o sin un límite usando blogs o redes sociales.

- Primera Fase: Trabajo con algunas de las biografías seleccionadas (las biografías seleccionadas se muestran en las tablas 1 y 2 del anexo). Las competencias que se trabajarían relacionadas con los objetivos que tiene esta fase aparecen resumidas en la tabla 2 para la etapa de Educación Primaria, mientras que las que se relacionan en el caso de ESO aparecen en la tabla 3.

El Objetivo 1 es mostrar diferentes campos de la geología y sus interrelaciones con otras ciencias y su utilidad social (riesgos geológicos, usos industriales y energéticos de materiales geológicos, conocimiento de los cambios ambientales y climáticos, etc.).

El Objetivo 2 es mostrar las circunstancias personales de las protagonistas de las biografías (mediante lecturas de biografías o visionado de documentales) y su lucha por dedicarse a lo que les gustaba que era la investigación científica.

El Objetivo 3 es mostrar otras circunstancias de las protagonistas y debatir sobre la importancia de dar oportunidades a todos los seres humanos, independientemente de su sexo, religión, cultura, raza, condiciones funcionales y características físicas, para poder dedicarse a la ciencia incidiendo en aquellas que a pesar de las dificultades lo han conseguido.

COMPETENCIAS CLAVE	COMPETENCIAS ESPECÍFICAS	CONEXIÓN CON LOS DESCRIPTORES DEL PERFIL DE SALIDA
CE; STEM; CC; CCL; CD; CPSAA; CCEC.	5. Identificar las características de los diferentes elementos o sistemas del medio natural, social y cultural, analizando su organización y propiedades y estableciendo relaciones entre los mismos, para reconocer el valor del patrimonio cultural y natural,	STEM1, STEM2, STEM4, STEM5, CD1, CC4, CE1, CCEC1

	conservarlo, mejorarlo y emprender acciones para su uso responsable.	
	6. Identificar las causas y consecuencias de la intervención humana en el entorno, desde los puntos de vista social, económico, cultural, tecnológico y ambiental, para mejorar la capacidad de afrontar problemas, buscar soluciones y actuar de manera individual y cooperativa en su resolución, y para poner en práctica estilos de vida sostenibles y consecuentes con el respeto, el cuidado y la protección de las personas y del planeta.	CCL5, STEM2, STEM5, CPSAA4, CC1, CC3, CC4, CE1
	7. Observar, comprender e interpretar continuidades y cambios del medio social y cultural, analizando relaciones de causalidad, simultaneidad y sucesión, para explicar y valorar las relaciones entre diferentes elementos y acontecimientos.	CCL3, STEM4, CPSAA4, CC1, CC3, CE2, CCEC1.
	8. Reconocer y valorar la diversidad y la igualdad de género, mostrando empatía y respeto por otras culturas y reflexionando sobre cuestiones éticas, para contribuir al bienestar individual y colectivo de una sociedad en continua transformación y al logro de los valores de integración europea.	CP3, CPSAA3, CC1, CC2, CC3, CCEC1

Tabla 2. Competencias que se trabajarían en la primera fase para el área de Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural en Educación Primaria, con el desarrollo de las competencias específicas (según la LOMLOE y RD 157/2022) y la conexión con los descriptores de perfiles de salida.

COMPETENCIAS CLAVE	COMPETENCIAS ESPECÍFICAS	CONEXIÓN CON LOS DESCRIPTORES DEL PERFIL DE
--------------------	--------------------------	---

		SALIDA
CCL; CE; CC; CD; CPSAA.	2.3. Valorar la contribución de la ciencia a la sociedad y la labor de las personas dedicadas a ella con independencia de su etnia, sexo o cultura, destacando y reconociendo el papel de las mujeres científicas y entendiendo la investigación como una labor colectiva e interdisciplinar en constante evolución.	CCL3, STEM4, CD1, CD2, CD3, CD4, CD5, CPSAA4
	5. Analizar los efectos de determinadas acciones sobre el medio ambiente y la salud, basándose en los fundamentos de 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.	STEM2, STEM5, CD4, CPSAA1, CPSAA2, CC4, CE1, CC3
	6. Analizar los elementos de un paisaje concreto valorándolo como patrimonio natural y utilizando conocimientos sobre geología y ciencias de la Tierra para explicar su historia geológica, proponer acciones encaminadas a su protección e identificar posibles riesgos naturales.	STEM5, CD1, CC4, CE1, CCEC1

Tabla 3. Competencias clave y específicas (según la LOMLOE y RD 217/2022), así como los descriptores del perfil de salida que se trabajarían para el área de Biología y Geología en Educación Secundaria Obligatoria (ESO) en la primera fase.

- Segunda Fase: búsqueda por parte del alumnado de una geóloga diferente a las que se han trabajado en el aula y obtención de datos biográficos, científicos, imágenes, etc. Durante esta fase, el alumnado repartido en grupos trabajará de forma cooperativa para presentar la información al profesor/a quien les deberá hacer unas primeras sugerencias que permitan elegir los aspectos más importantes a plasmar en el póster (Educación Primaria) o en una secuencia de

entradas en el Blog del Departamento o red social creada a tal efecto por parte del docente (ESO). Las competencias que se trabajarían relacionadas con esta fase en Educación Primaria aparecen resumidas en la tabla 4, mientras que las que se relacionan en el caso de ESO aparecen en la tabla 5.

COMPETENCIAS CLAVE	COMPETENCIAS ESPECÍFICAS	CONEXIÓN CON LOS DESCRIPTORES DEL PERFIL DE SALIDA
CCL; CD; CPSAA; CCEC; STEM; CC.	<p>1. Utilizar dispositivos y recursos digitales de forma segura, responsable y eficiente, para buscar información, comunicarse y trabajar de manera individual, en equipo y en red, y para reelaborar y crear contenido digital de acuerdo con las necesidades digitales del contexto educativo.</p> <p>2. Plantear y dar respuesta a cuestiones científicas sencillas, utilizando diferentes técnicas, instrumentos y modelos propios del pensamiento científico, para interpretar y explicar hechos y fenómenos que ocurren en el medio natural, social y cultural.</p>	<p>CCL3, STEM4, CD1, CD2, CD3, CD4, CD5, CCEC4</p> <p>CCL1, CCL2, CCL3, STEM2, STEM4, CD1, CD2, CC4</p>

Tabla 4. Relación de competencias clave y específicas (según la LOMLOE y RD 157/2022), así como su conexión con los descriptores del perfil de salida que se trabajarían en la segunda fase para el área de Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural en Educación Primaria.

COMPETENCIAS CLAVE	COMPETENCIAS ESPECÍFICAS	CONEXIÓN CON LOS DESCRIPTORES DEL PERFIL DE SALIDA
CCL; CD; CE; CPSAA;	1. Interpretar y transmitir información y datos científicos, argumentando sobre	CCL1, CCL2, CCL5, STEM4, CD2, CD3,



CCEC; STEM.	ellos y utilizando diferentes formatos, para analizar conceptos y procesos de las ciencias biológicas y geológicas.	CCEC4
	2. Identificar, localizar y seleccionar información, contrastando su veracidad, organizándola y evaluándola críticamente, para resolver preguntas relacionadas con las ciencias biológicas y geológicas.	CCL3, STEM4, CD1, CD2, CD3, CD4, CD5, CPSAA4
	3. Planificar y desarrollar proyectos de investigación, siguiendo los pasos de las metodologías científicas y cooperando cuando sea necesario, para indagar en aspectos relacionados con las ciencias geológicas y biológicas.	CCL1, CCL2, STEM2, STEM3, STEM4, CD1, CD2, CPSAA3, CE3
	4. Utilizar el razonamiento y el pensamiento computacional, analizando críticamente las respuestas y soluciones y reformulando el procedimiento, si fuera necesario, para resolver problemas o dar explicación a procesos de la vida cotidiana relacionados con la biología y la geología.	STEM1, STEM2, CD5, CPSAA5, CE1, CE3, CCEC4

Tabla 5. Competencias clave y específicas (según la LOMLOE y RD 217/2022), así como su conexión con los descriptores del perfil de salida que se trabajarían en la segunda fase para el área de Biología y Geología en Educación Secundaria Obligatoria (ESO).

- Tercera Fase: la última fase sería la revisión y corrección por parte del docente de las propuestas y exposición o publicación abierta al público bajo el formato elegido por la clase (semana de la cultura y la ciencia, día de la mujer, día de la igualdad en ciencias...). Las competencias que se trabajarían relacionadas con

esta fase en Educación Primaria aparecen resumidas en la tabla 6, mientras que las que se relacionan en el caso de ESO aparecen en la tabla 7.

COMPETENCIAS CLAVE	COMPETENCIAS ESPECÍFICAS	CONEXIÓN CON LOS DESCRIPTORES DEL PERFIL DE SALIDA
CCL; STEM; CD; CC.	2. Plantear y dar respuesta a cuestiones científicas sencillas, utilizando diferentes técnicas, instrumentos y modelos propios del pensamiento científico, para interpretar y explicar hechos y fenómenos que ocurren en el medio natural, social y cultural	CCL1, CCL2, CCL3, STEM2, STEM4, CD1, CD2, CC4

Tabla 6. Relación de competencias clave, competencias específicas y descriptores del perfil de salida (según la LOMLOE y RD 157/2022) que se trabajarían en la tercera fase para el área de Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural en Educación Primaria.

COMPETENCIAS CLAVE	COMPETENCIAS ESPECÍFICAS	CONEXIÓN CON LOS DESCRIPTORES DEL PERFIL DE SALIDA
CCL; STEM; CD; CPSAA; CCEC; CE	1. Interpretar y transmitir información y datos científicos, argumentando sobre ellos y utilizando diferentes formatos, para analizar conceptos y procesos de las ciencias biológicas y geológicas.	CCL1, CCL2, CCL5, STEM4, CD2, CD3, CCEC4
	3.5. Cooperar dentro de un proyecto científico asumiendo responsablemente una función concreta, utilizando espacios virtuales cuando sea necesario, respetando la diversidad y la igualdad	CCL1, CCL2, STEM2, STEM3, STEM4, CD1, CD2, CPSAA3, CE3

---

	de género, y favoreciendo la inclusión.	
--	--	--

Tabla 7. Relación de competencias clave, competencias específicas y descriptores del perfil de salida (según la LOMLOE y RD 217/2022) que se trabajarían en la tercera fase para el área de Biología y Geología en Educación Secundaria Obligatoria (ESO).

### 3.3. METODOLOGÍA Y RECURSOS DIDÁCTICOS

Como ya se ha comentado en apartados previos, relacionado con sus edades se proponen dos formas de proceder diferentes según se trate de alumnado de EP o de ESO. Así, para EP se propone una actividad de búsqueda cooperativa de biografías de geólogas y de hechos históricos de su vida y el contexto social en el que desarrollaron su actividad científica, para posteriormente mostrar al resto de su clase y, en su caso, al resto del centro educativo, sus trabajos expuestos en pósteres. En cambio, para la ESO se propone un acercamiento al mundo de las TIC con un uso científico de las mismas. Mientras que la primera fase sería similar a la de EP, la fase de exposición de resultados se realizaría a través de entradas de cada alumno/a en un blog de Ciencias del centro o en un hilo de Twitter o en una página de Facebook creada y manejada a tal efecto por el docente, evitando por supuesto en todo momento compartir información personal (ni datos ni imágenes en los que puedan ser reconocidos) de los alumnos y alumnas.

Las tablas 1 y 2 del anexo recogen de forma resumida los aspectos que consideramos más relevantes o interesantes para trabajar en el aula cuando exponamos cada una de las biografías seleccionadas. La distribución que se propone en ambas tablas responde a los temas geológicos que se podrían tratar y a los debates que se podrían mantener, de forma que, por ejemplo, el metamorfismo que es un tema más relacionado con el currículo de ESO nos lleva a proponer que la biografía de Catherine Raisin se proponga en la ESO. Sin embargo, esto solo es una sugerencia, ya que si el/la docente cree que alguna de

las biografías se puede usar indistintamente en EP o ESO por las características de su aula puede adaptar los contenidos sin demasiado problema.

### 3.4. PROPUESTA DE TEMPORALIZACIÓN

A continuación, en el contexto de una situación de aprendizaje se expone una propuesta abierta de temporalización a modo de proyecto trimestral que conlleve la finalización del mismo en alguna de las actividades que los centros educativos suelen realizar para celebrar el final de cada trimestre (Jornadas de Puertas Abiertas, exposiciones temáticas y visitas de los padres, festivales de fin de curso, etc.).

#### 3.4.1. Temporalización en Educación Primaria

“Los lunes de debate”: Se trata de trabajar durante una o dos horas los cuatro lunes de un determinado mes sobre las biografías seleccionadas por el docente. Se trabajarán tanto los aspectos biográficos y contextos como las nociones geológicas que tienen que ver con la biografía seleccionada para esa jornada. Se podrán usar diferentes formatos: grupos de discusión, debates, exposición del docente seguido de cuestiones dirigidas y debate, etc.

El segundo mes del proyecto trimestral se dedicará a la fase indagativa. Con el nombre de “los lunes investigamos” se dedicarán los cuatro lunes (1 hora cada lunes) a trabajar cooperativamente y con la revisión constante del docente de los progresos realizados. En estas sesiones el alumnado deberá elegir a la geóloga sobre la que quiere hacer su trabajo y realizará búsquedas en internet y en libros de la biblioteca sobre su biografía, el contexto científico-histórico en el que

desarrolló su actividad y, finalmente, profundizará en los aspectos geológicos más interesantes y comprensibles a nivel de EP para su trabajo.

El tercer mes del trimestre se dedicará a la fase de difusión de los resultados, de forma que se evaluará la capacidad comunicativa. En el caso de EP, los dos primeros lunes de este tercer mes del trimestre, "los lunes de selección", se usarán para seleccionar lo más importante y al mismo tiempo ir diseñando el póster de cada grupo. En esta fase, dependiendo de los conocimientos de los alumnos se puede hacer un doble paso, en el que primero se hagan unos esbozos de póster en cartulina y finalmente se trasladen a pósters digitales, o empezar directamente a trabajar con algún programa para el diseño de los pósters. Un ejemplo de este tipo de secuencias realizados bajo el prisma del DUA se puede consultar en García-Frank et al. (2020). Finalmente, el tercer lunes y/o días posteriores se realizará la exposición de los pósters en los pasillos del centro y se podrá dedicar una jornada de puertas abiertas para que profesorado, alumnado y familiares puedan visitar la exposición en la cual deberán estar siempre varios alumnos o alumnas de la clase para dar información a los asistentes y trabajar así sus capacidades comunicativas.

#### 3.4.2. Temporalización en Educación Secundaria Obligatoria

En el caso de Educación Secundaria, los dos primeros meses podrían tener una dinámica similar a la descrita en el subapartado 2.4.1 para EP. Durante el tercer mes, "los lunes de la selección", se dedicarán a que el alumnado, con la supervisión del docente, seleccione de entre todo el material encontrado lo más interesante y las imágenes y textos que quieren usar en el proceso de difusión. Tras estos dos lunes, un día de la semana siguiente se podrá dedicar a publicar las entradas en el Blog de Ciencias y a hacer "notas de difusión" para darle visibilidad.

#### 3.5. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Como en cualquier propuesta didáctica es importante que el docente parta de los conocimientos que tiene su alumnado, por lo que se debería realizar una evaluación diagnóstica o de ideas previas. En este caso, sería interesante valorar lo que sabe el alumnado con algunas cuestiones de respuesta abierta como: ¿conoces algún científico/a importante? ¿Sabrías decir qué descubrió o en qué investigaciones trabajaba? ¿Sabes qué hace un geólogo/a? ¿Podrías nombrar alguno y decir sus aportaciones más importantes al avance del conocimiento? ¿Crees que había mujeres geólogas antes del siglo XX? y cualquier otra cuestión que permita conocer el nivel inicial del que se parte. También se podrían incluir algunas imágenes de famosos científicos/as y un listado de nombres para emparejar con estas fotografías, lo que permitiría otro tipo de acercamiento al conocimiento del alumnado, que muchas veces usa más la memoria visual.

Una vez que se realiza la actividad se proponen tres fases de evaluación que permitan la valoración continua del proceso de enseñanza - aprendizaje que lleva asociada esta propuesta:

- Rúbrica de evaluación sobre las fuentes usadas por los alumnos/as en su búsqueda para el trabajo y sobre cómo han trabajado de forma cooperativa.

- Rúbrica de evaluación sobre la selección de la información más relevante y la forma en la que se organiza y muestra, ya sea en un póster o en una entrada en un blog, la información e imágenes seleccionadas.

- Finalmente, se puede realizar una prueba escrita similar a la usada en la evaluación de ideas previas con una redacción diferente, pero incidiendo en los mismos aspectos, para valorar los conocimientos que ha adquirido cada alumno/a.

- La intervención activa en las clases, por ejemplo, durante los debates, puede ser otra forma de evaluar el interés mostrado por el alumnado y su grado de madurez en la exposición de argumentos y reflexión crítica sobre hechos científicos y acontecimientos sociales.

Sin ánimo de proponer un instrumento de evaluación cerrado, se propone una posible rúbrica de evaluación, que deberá ser adaptada y validada por cada

docente a la realidad de su aula. La tabla 8 recoge los posibles aspectos a valorar en esta rúbrica.

<b>FASE</b>	<b>ASPECTO VALORADO</b>	<b>GRADO DE LOGRO</b>	<b>Valores para cuantificación</b>
Fase de evaluación 1	Uso de fuentes de información	Utiliza dos o menos referencias de fuentes no contrastadas o poco fiables	0
		Utiliza tres o más referencias de fuentes no contrastadas o poco fiables	1
		Utiliza tres o menos referencias de fuentes contrastadas/fiables	3
		Utiliza cuatro o más referencias de fuentes contrastadas/fiables/oficiales	5
	Trabajo cooperativo	No participa ni muestra interés	0
		Participa, pero trata de que sea su visión del trabajo la única que se lleve a cabo	1
		No participa activamente, pero cumple su parte de trabajo asignado	3
		Participa activamente, aceptando las propuestas del resto del equipo y creando un ambiente de trabajo enriquecedor	5
Fase de evaluación 2	Organización y presentación de la información	La información se muestra de forma desordenada y poco coherente.	0
		La información se muestra con cierto orden y limpieza. Falta cierta coherencia.	1
		La información está organizada con orden, limpieza y coherencia.	3

		La información está organizada con orden, limpieza y coherencia. Se incluyen elementos interactivos y/o creativos.	5
Fase de evaluación 3	Adquisición de contenidos relacionados con el ámbito de la geología y el papel de la mujer en la ciencia.	No es capaz de mencionar el nombre de más de dos científicas ni sus aportaciones al campo de la geología.	0
		Puede mencionar al menos dos científicas y explica superficialmente sus aportaciones al campo de la geología.	1
		Puede mencionar más de tres científicas y explicar, con cierto detalle, sus aportaciones al campo de la geología.	3
		Puede mencionar más de tres científicas y explicar, con gran detalle, sus aportaciones al campo de la geología y cómo estas aportaciones han contribuido al avance de la ciencia.	5
Intervención activa (debates/exposiciones)		No participa de manera espontánea.	0
		Participa rara vez y/o quiere imponer su visión sobre la del resto del grupo sin aceptar sus aportaciones ni aportar argumentos.	1
		Participa activamente, respetando los turnos de palabra y las aportaciones del resto de alumnas y alumnos.	3
		Participa activamente, respetando los turnos de palabra y las aportaciones del resto de alumnas y alumnos. Se explica con claridad y aporta datos a su argumentación/exposición.	5

Tabla 8. Propuesta de rúbrica para la evaluación de las actividades realizadas en las diferentes fases de la propuesta didáctica.

Se proponen a su vez los siguientes rangos para valorar los resultados de la rúbrica:

- De 0 a 5: El alumno o la alumna no ha logrado los objetivos del proyecto.
- De 6 a 12: El alumno o la alumna ha logrado parcialmente los objetivos del proyecto, observándose diferencias entre las diferentes fases del mismo.
- De 13 a 20: El alumno o la alumna ha logrado de forma general los objetivos del proyecto, aunque se pueden mejorar aspectos de algunas fases.



- De 21 a 25: El alumno o la alumna ha logrado los objetivos del proyecto de una forma consistente e igualitaria entre las diferentes fases del mismo.

#### **4. CONCLUSIONES**

En este trabajo se ha presentado una propuesta didáctica que enfatiza la importancia de romper con los estereotipos de género y fomentar el respeto en las aulas por la diversidad, de forma que no suponga un obstáculo para la socialización y las expectativas profesionales en función del género u otras circunstancias personales. Esta propuesta queda encuadrada en una situación de aprendizaje que no solo conlleva el aprendizaje de determinados contenidos de geología, sino que incluye aspectos metodológicos y actitudinales enfatizando la enseñanza contextualizada históricamente. Hemos centrado la propuesta en el trabajo en la búsqueda y el análisis de biografías de geólogas de diferentes nacionalidades, culturas, razas y religiones, para que sirva de referente a un alumnado diverso en unas aulas cada día más multiculturales. Además, se amplían estas circunstancias personales con aspectos relativos a la diversidad funcional de las mujeres seleccionadas, lo que pretende ser un ejemplo para el alumnado con alguna discapacidad, de forma que no ponga límites a su propia formación, apoyando así sus vocaciones científicas mediante referentes reales.

Al mismo tiempo, se hace un tratamiento transversal mediante debates, que no solo involucra una asignatura del currículo de EP o ESO, sino que pretende tener un enfoque inter y multidisciplinar para que el alumnado sea consciente de la complejidad del mundo que integra multitud de relaciones interconectadas. Gran parte de las competencias básicas indicadas para estos periodos educativos se pueden trabajar a partir de esta propuesta didáctica.

Como metodologías se proponen el trabajo cooperativo, así como a través de la indagación, bajo el prisma del Diseño Universal para el Aprendizaje que aparece reflejado en los actuales marcos legislativos de la Educación Obligatoria. En la búsqueda de la respuesta a preguntas científicas con el desarrollo de un mayor control del aprendizaje por parte del alumnado, así como del desarrollo de actitudes que fomenten la convivencia y el respeto entre ellos. Aumentando su

autoestima y su identidad de género, así como la capacidad para enfrentarse a nuevos retos.

Finalmente, se propone una secuencia de enseñanza-aprendizaje que debería ser evaluada al menos en tres fases, antes, durante y después del proyecto trimestral que se propone. Incorporamos la propuesta de una rúbrica de evaluación como base para que pueda ser validada y adaptada a los diferentes contextos en los que puede ser usado.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alarcón, E. (2015). *Evaluación de la Gestión Cooperativa del Aprendizaje en Educación Secundaria Obligatoria: estudio de caso* [Tesis doctoral inédita, Universidad de Málaga]. <http://hdl.handle.net/10630/12383>
- Alba Pastor, C. (2018). Diseño Universal para el Aprendizaje un modelo didáctico para proporcionar oportunidades de aprender a todos los estudiantes. *Journal of Parents and Teachers*, 374, 21-27. <https://doi.org/10.14422/pym.i374.y2018.003>
- Álvarez Lires, M. y Soneira, G. (1992). *Enseñanza y aprendizaje de las ciencias experimentales: la coeducación como meta. Memoria final de investigación*. CIDE.
- Álvarez Lires, M., Nuño, T. y Solsona, N. (2003). *Las científicas y su historia en el aula*. Síntesis.
- Bachelard, G. (1938). *La formación del espíritu científico. Contribución a un psicoanálisis del conocimiento científico (14ª ed.)*. Siglo XXI.
- Beltrán, J. (1993). *Procesos, estrategias y técnicas de aprendizaje*. Síntesis.
- Bian, L., Leslie, S. I. y Cimpian, A. (2017). Gender stereotypes about intellectual ability emerge early and influence children's interests. *Science*, 355 (6323), 389-391.
- Burek, C.V. y Higgs, B. Eds. (2007). *The role of women in the history of Geology*. Geological Society.
- Calonge, A., Fesharaki, O. y López Carrillo, M. D. (2021). Diferencias de género en los resultados de la Olimpiada de Geología en España: evidencias a partir de diez años de competición. En A. García-Forner, N. Conejero-Ortega, Y. Díaz-Acha y A. Baratas Díaz (Eds.), *La huella*

*humana en la Naturaleza. Libro de Resúmenes de la XXIV Bienal de la Real Sociedad Española de Historia Natural* (pp. 276-277). Real Sociedad Española de Historia Natural.

- Calvo, A. (1991). El aprendizaje cooperativo en el aula y la modificación de actitudes autoritarias. *Painorma*, 11, 21-22.
- Calvo, G. (2022). *Geólogas. Historia de las pioneras en las ciencias de la Tierra*. Editorial Guadalmazán.
- Couso, D., Jiménez M. P., López-Ruiz J., Mans C., Rodríguez C., Rodríguez J. M. y Sanmartí, N. (2011). *Informe ENCIENDE: Enseñanza de las Ciencias en la Didáctica escolar para edades tempranas en España*. Rubes Editorial.
- Creese, M. y Creese, T. (1994). British women who contributed to research in the geological sciences in the nineteenth century. *The British Journal for the History of Science*, 27(1), 23-54.
- Fernández, M. D., Uskola, A. y Nuño, T. (2006a). Mujeres en la historia de la geología (I) Desde la antigüedad hasta el siglo XIX. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 14(2), 118-130.
- Fernández, M. D., Uskola, A. y Nuño, T. (2006b). Mujeres en la historia de la geología (II). El siglo XIX y la primera mitad del siglo XX. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 14(3), 222-230.
- Fernández González, M. (2000). Fundamentos históricos. En F. J. Perales y P. Cañal, (Eds.), *Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 65-84). Editorial Marfil
- Fesharaki, O., Calonge, A. y López Carrillo, M. D. (2020). The educational role of Geology Olympiads in Spain: Promotion of the geological

heritage and geoconservation in youngsters. *Geoheritage*, 12(4), 96.  
<https://doi.org/10.1007/s12371-020-00521-z>.

- Fundación BBVA. (2012). *Estudio internacional de cultura científica*. Departamento de Estudios Sociales y Opinión Pública de la Fundación BBVA. Madrid.
- García-Frank, A., Fesharaki, O., Iglesias Álvarez, N., Herrero Domínguez, S., Fajardo Portera, P., Hervella Macía, A. B., de Francisco Fernández, V., García Hijón, V. y Sánchez Alba, B. (2020). Importancia del Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA): Caso de estudio en la enseñanza de las Ciencias de la Tierra. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 28(2), 155-166.
- García Cruz, C. M. (1998). De los obstáculos epistemológicos a los conceptos estructurantes: una aproximación a la enseñanza-aprendizaje de la geología. *Enseñanza de las Ciencias*, 16(2), 323-330
- Jiménez Jiménez, J. (2009). Biografías de científicas. Una aproximación al papel de la mujer en ciencias desde un enfoque socioconstructivista con el uso de las TIC. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 6(2), 264-277.
- Labrador, M. y Andreu, M. (2008). *Metodologías activas*. Ediciones Universidad Politécnica de Valencia.
- León del Barco, B. (2002). *Elementos mediadores de la eficacia del aprendizaje cooperativo: entrenamiento previo en habilidades sociales y dinámica de grupo* [Tesis doctoral, Universidad de Extremadura].
- Ley Orgánica 3 de 2020. Por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. 29 de diciembre de 2020. BOE-A-2020-17264 (LOMLOE)

- López, J. J. R. (2022). Luengo Horcajo, Florencio; Moya Otero, José (Coords). Educar para el siglo XXI. LOMLOE de la norma al aula. *Supervisión 21*, 64(64). <https://doi.org/10.52149/Sp21/64.12>
- López-Navajas, A. (2014). *Análisis de la ausencia de las mujeres en los manuales de la ESO: una genealogía de conocimiento ocultada*. Ministerio de Educación.
- Magallón, C. (2004). *Pioneras españolas en las ciencias. Las mujeres del Instituto Nacional de Física y Química*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- Manassero Mas, M. A., y Vázquez Alonso, A. (2002). Las mujeres científicas: un grupo invisible en los libros de texto. *Investigación en la Escuela*, 50, 31-45.
- Manassero Mas, M. A., y Vázquez Alonso, A. (2003). Los estudios de género y la enseñanza de las ciencias. *Revista de Educación*, 330, 251-280.
- Moreno Martínez, L. y Calvo Pascual, M. A. (2017). La historia de la química en el currículo de ESO y de bachillerato (LOE). Una revisión interdisciplinaria para la investigación didáctica. *Enseñanza de las Ciencias*, 35(2), 147-160.
- National Research Council (1996). *National Science Education Standards*. Washington, The National Academy Press.
- Ofsted (2011). *Successful science: An evaluation of science education in England 2007 – 2010*. Manchester. Ofsted.
- Pérez Rodríguez, U., Álvarez Lires, M. y Serrallé Marzoa, J. F. (2009). Los errores de los libros de texto de primer curso de ESO sobre la evolución histórica del conocimiento del universo. *Enseñanza de las Ciencias*, 27(1), 109–120. DOI: [10.5565/rev/ensciencias.3666](https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3666)

- Puertas Maroto, F. (2015). *El papel de las mujeres en la ciencia y la tecnología*. Santillana educación, S.L.
- Real Decreto 157/2022, por el que se establecen la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Primaria. 1 de marzo de 2022. BOE-A-2022-3296 (RD 157/2022)
- Real Decreto 217/2022, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria. 29 de marzo de 2022. BOE-A-2022-4975 (RD 217/2022)
- Rodríguez Pérez, E., Romero-Nieto, D. y Fesharaki, O. (2014). La imagen del geólogo en el cine: científicos locos vs. atractivos aventureros. *Tierra & Tecnología*, 45, 51-60.
- Sahuquillo Balbuena, E., Jiménez Aleixandre, M. P., Domingo Ouvrard, F. y Álvarez Lires, M. (1993). Un currículo de ciencias equilibrado desde la perspectiva de género. *Enseñanza de las Ciencias*, 5, 1-58.
- Sáinz, M. (Coord). (2017). *¿Por qué no hay más mujeres STEM? Se buscan ingenieras, físicas y tecnólogas*. Editorial Ariel S.A. y Fundación Telefónica.
- Solbes, J. y Traver, M. J. (2001). Resultados obtenidos introduciendo historia de la ciencia en las clases de Física y Química: Mejora de la imagen de la ciencia y desarrollo de actitudes positivas. *Enseñanza de las Ciencias*, 19(1), 151-162.
- Solís-Espallargas, C. (2018). Inclusión del enfoque de género en la enseñanza de las ciencias mediante el estudio de biografías de mujeres científicas. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 15(3), 3602, 1-14.  
[https://doi.org/10.25267/Rev\\_Eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2018.v15.i3.3602](https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2018.v15.i3.3602)

## ANEXO

En las siguientes tablas se muestra la información básica tanto a nivel de biografía como a nivel de los posibles recursos y debates que se podrían realizar en relación con cada una de las mujeres seleccionadas para EP y para ESO. Entre otras muchas, los docentes interesados en esta propuesta pueden ampliar la información aquí presentada en páginas como <https://www.fembio.org/english/biography.php>; <https://11defebrero.org/> y <https://mujeresconciencia.com/>; así como en referencias sobre esta temática como: Álvarez Lires et al. (2003); Calvo (2022); Jiménez Jiménez (2009); Solís-Espallargás (2018).

Tabla 1. Referentes femeninos para el trabajo con biografías de geólogas en Educación Primaria.



Geólogo/a	Aspectos más importantes de la biografía	Posibles aspectos a tratar en el aula, recursos o metodología de trabajo
<p><b>Mary Anning</b> (siglo XIX) Británica</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <u>Paleontóloga</u> de <u>clase obrera</u> y autodidacta (desde pequeña fue recolectora de fósiles en las costas jurásicas de Dorset).</li> <li>- A los 12 años descubrió el primer esqueleto completo de ictosaurio y de plesiosaurio.</li> <li>- Realizó estudios de anatomía comparada.</li> <li>- Solo tras su muerte fue reconocida por sus aportaciones a esta ciencia por parte de la Sociedad Geológica de Londres.</li> </ul>	<p>Visionado de documental y <u>debate sobre mujeres y clases sociales en la ciencia</u>:</p> <p><i>Mary Anning - Princess of Paleontology</i> (<a href="https://www.youtube.com/watch?v=a-CW0B4YeBQ">https://www.youtube.com/watch?v=a-CW0B4YeBQ</a>)</p> <p>El maestro/a puede entregar un texto resumen en castellano de los aspectos más interesantes del documental.</p> <p>Se puede trabajar el tema de la <u>anatomía comparada</u> y las <u>adaptaciones al medio</u> partiendo de esta biografía.</p>
<p><b>Mariam Al-Ijli</b> (siglo X) Siria</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <u>Astrónoma árabe y musulmana</u> (hija del astrónomo y fabricante de astrolabios más famoso de la época - Kushiar Al Ijili Al Astrulabi)</li> <li>- Su perfeccionamiento del astrolabio mejoró considerablemente el transporte marítimo de la época</li> <li>- Con sus aportaciones los navegantes podían conocer de forma más precisa su posición y momento del día, según la posición del Sol, la Luna y las estrellas.</li> </ul>	<p>Explicaciones del maestro/a de aspectos teóricos y algunas actividades prácticas para conocer nuestra posición (<u>orientación</u>), distinguir los puntos cardinales, etc ayudados por la <u>posición del Sol, la Luna, las estrellas</u> (las sombras, las fases de la Luna, etc.)</p> <p>Debate sobre <u>mujeres y creencias religiosas y razas en la ciencia</u>.</p>
<p><b>Mary Douglas Leakey</b> (1913-1996)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <u>Geóloga</u> y paleontóloga.</li> <li>- A los 17 empezó carrera como <u>ilustradora</u></li> </ul>	<p>Se puede realizar una visita a alguno de los <u>museos</u> de historia natural o paleoantropología cercanas</p>

<p>Británica</p>	<p>conociendo al que sería su marido Louis Leakey (renombrado paleontólogo que determinó el <u>origen de la humanidad en África</u>).</p> <p>- Intervino en la descripción de diversos restos fósiles de (<i>Proconsul africanus</i>, <i>Australopithecus boisei</i>, <i>Homo habilis</i>...).</p> <p>- Las huellas fosilizadas de <i>La Etoli</i> demostraron que la especie <i>Australopithecus afarensis</i> ya caminaba erguida.</p>	<p>al centro educativo o el uso de páginas web con imágenes sobre la evolución humana a través de sus fósiles.</p> <p>Esto debe llevar aparejado una reflexión sobre la importancia de la <u>ilustración</u> en las ciencias y debates sobre cómo romper <u>estereotipos</u> racistas con el posicionamiento del origen de la humanidad en África.</p>
<p><b>Caroline Herschel</b> (1750-1848) Alemana</p>	<p>- <u>Astrónoma y planetóloga</u>.</p> <p>- Descubrió decenas de <u>estrellas gemelas</u>, cometas y describió la sexta y séptima lunas de Saturno.</p> <p>- Explicó que los anillos de Saturno están formados por rocas de diferentes tamaños que orbitan a su alrededor.</p> <p>- Solo medía 130 cm por una enfermedad en la infancia lo que le supuso <u>aislamiento social</u> durante gran parte de su vida.</p>	<p>Se pueden trabajar los <u>planetas del Sistema Solar</u> y sus características.</p> <p>Debate sobre qué tipo de sociedad se quiere y los derechos de las personas con <u>diversidad funcional</u>. Además, sirve para mostrar cómo las personas con alguna discapacidad son capaces de llegar a superar muchas dificultades si perseveran.</p>
<p><b>Katia Krafft</b> (1942-1991) Francesa</p>	<p>- Geóloga y <u>vulcanóloga</u>.</p> <p>- Murió durante una erupción en Japón, al recoger datos y fotografiar la <u>actividad volcánica</u> desde poca distancia y ser sorprendida por un flujo piroclástico.</p> <p>- Mujer con gran coraje y <u>valentía</u> que para obtener datos científicos se jugó la</p>	<p>Se puede trabajar el tema del vulcanismo y sus tipologías, introduciendo el tema con uno de los documentales de esta geóloga: "The Volcano Watchers".</p> <p>Se puede tratar el tema del peligro volcánico en relación con los aspectos de prevención, predicción y mitigación de sus</p>

	<p>vida en múltiples ocasiones.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sus estudios permitieron definir e implementar diferentes <u>protocolos</u> de vigilancia y evacuación en zonas de riesgo volcánico.</li> <li>- Una importante labor de <u>divulgación</u> del conocimiento científico que le valió diversos premios internacionales.</li> </ul>	<p>consecuencias, así como la importancia de los protocolos.</p> <p>Se puede <u>debatir</u> sobre la valentía. Suele haber un sesgo en cuanto a lo que el imaginario del alumnado considera que es valentía, que en parte por películas y series suele ser ejemplificado como un hombre joven y generalmente de raza blanca (Rodríguez Pérez et al., 2014).</p> <p>Finalmente, la importante labor de divulgación puede hacer ver al alumnado la importancia de la tercera fase de este proyecto, en el que ellos y ellas serán <u>divulgadores</u> de su trabajo.</p>
<p><b>Eunice Newton Foote</b></p> <p>(1819-1888)</p> <p>Estadounidense</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <u>Climatóloga</u>, investigadora sobre el efecto del dióxido de carbono en el actual calentamiento global.</li> <li>- Propuso y popularizó el uso del término "<u>efecto invernadero</u>".</li> <li>- <u>Activista</u> por los derechos de las mujeres.</li> </ul>	<p>Es interesante introducir aspectos relativos al <u>funcionamiento del clima</u> y su complejidad por la gran cantidad de factores que intervienen. Así como un inicio a aspectos como cambio climático, capa de ozono, efecto invernadero, etc.</p> <p>Se puede usar su biografía para recalcar la importancia que pueden llegar a tener los <u>términos científicos</u> en la comprensión y uso adecuado.</p> <p>Finalmente, se puede debatir de forma transversal sobre la importancia de tener una <u>conciencia crítica</u> y buscar en la democracia</p>

		los derechos de todas las personas independientemente de sus características particulares.
<p><b>Wang Zhenyi</b> (1768-1797) China</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <u>Astrónoma</u> y poetisa.</li> <li>- Durante su niñez pudo empezar a formarse gracias a los <u>libros</u> de sus abuelos y su padre (médico).</li> <li>- En esa época el estudio para las mujeres solo se reservaba a las clases altas.</li> <li>- Además, aprendió <u>artes marciales</u>, <u>tiro con arco</u> y a <u>montar a caballo</u>.</li> <li>- Revisó los trabajos científicos de varios colegas y los hizo accesibles a toda la población simplificando su lenguaje. Primeras semillas de la <u>divulgación científica</u>.</li> <li>- Entre otros temas, trató la <u>gravedad en la Tierra</u>, <u>los eclipses lunares</u>, <u>los equinoccios</u>, etc.</li> <li>- Utilizó modelos sencillos para enseñar y divulgar los eclipses lunares.</li> </ul>	<p>A pesar de ser astrónoma y no directamente geóloga gran parte de sus investigaciones tienen que ver con aspectos que se tratan en E.P. como los equinoccios o los eclipses.</p> <p>Es importante la presencia de esta científica al igual que otras que se mencionan del mundo árabe o hispano para que se vea como todas las <u>culturas y razas</u> son iguales en lo que a la ciencia se trata y que tan solo se trata de tener la oportunidad de poder dedicarse a lo que les guste a los niños y niñas.</p> <p>Se puede debatir sobre la importancia que tiene crecer en un ambiente en el que hay muchos libros (<u>hábito de la lectura</u>) y la importancia que tiene la <u>curiosidad</u> y las ganas de aprender.</p> <p>Se puede recalcar como la formación intelectual no está reñida con la instrucción física.</p> <p>La importancia de la divulgación para que todos tengan acceso a un derecho básico como es el de entender el entorno que nos rodea.</p> <p>Finalmente se pueden intentar construir <u>modelos</u></p>

		sencillos para tratar el tema de los eclipses o los equinoccios en clase.
--	--	---

Tabla 2. Referentes femeninos para el trabajo con biografías de geólogas en ESO.

Geóloga	Aspectos más importantes de la biografía	Posibles aspectos a tratar en el aula, recursos o metodología de trabajo
<p><b>Fanny Bullock Workman</b>                      (1859-1925)                      Estadounidense</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <u>Cartógrafa</u>, <u>exploradora</u>, geógrafa y montañera (una de las primeras escaladoras profesionales)</li> <li>- Gran parte de su trabajo lo realizó en y sobre el <u>Himalaya</u> y sus <u>glaciares</u>, así como diversas guías de viajes</li> <li>- Activista por los derechos de las mujeres y entre otros para el Sufragio Femenino.</li> <li>- De familia de clase alta tuvo algunos problemas con los trabajadores en sus expediciones.</li> </ul>	<p>Se puede destacar que <u>el deporte y la ciencia</u> no están reñidos y que muchas exploradoras científicas eran también grandes deportistas.</p> <p>Se pueden debatir la importancia de los <u>derechos de los trabajadores</u> y de <u>preservar el medio ambiente</u> que como se ve en los últimos años, incluso en los picos más elevados del Himalaya está en peligro por el abandono de basuras, la masificación...</p> <p>Temas relacionados con la glaciación y la <u>geomorfología</u> de ambientes fríos.</p>
<p><b>María Tarsy Carballas Fernández</b>                      (1934-actualidad)                      Española</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <u>Edafóloga</u> que estudió la génesis, clasificación y cartografía de suelos de zonas templadas húmedas de España.</li> <li>- Aunque es doctora en</li> </ul>	<p>Se puede trabajar la <u>importancia del suelo</u> como interfase entre geosfera, biosfera, atmósfera e hidrosfera y cómo influye en aspectos tan importantes</p>

	<p>Farmacía y licenciada en química la edafología es una ciencia multidisciplinar que tiene gran relación con la geología.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Diversos estudios y premios sobre prevención de incendios forestales.</li> </ul>	<p>como el medio ambiente (incendios forestales, pérdida de suelos fértiles, desertización...), la agricultura, la construcción, etc.</p> <p>Además el suelo es uno de los lugares en los que más componentes de <u>medicamentos</u> se han encontrado y de allí que esté también muy relacionado con la carrera de farmacia y de química.</p>
<p><b>Purificación Fenoll Hach-Alí</b> (1935-actualidad) Española</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Licenciada en Química y en <u>Geología</u>.</li> <li>- Especializada en mineralogía y geoquímica de <u>minerales de la arcilla</u> y sus usos industriales.</li> <li>- Miembro del <u>Club de Roma</u> y de la Fundación Euro-Árabe.</li> </ul>	<p>Se puede trabajar la importancia y la presencia que tienen los minerales en los <u>objetos de uso cotidiano</u> y de uso industrial.</p> <p>Se puede hablar del Club de Roma y debatir sobre alguno de sus importantes informes sobre <u>desarrollo sostenible</u>, así como de la íntima relación entre España y los países de norte de África en muchas investigaciones geológicas.</p>
<p><b>Mary Emilie Holmes</b> (1850-1906) Estadounidense</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <u>Geóloga</u> y paleontóloga.</li> <li>- Primera mujer en ser <u>doctora en Ciencias de la Tierra</u> en Estados Unidos.</li> <li>- Estudió las <u>morfologías de los corales</u>.</li> <li>- <u>Ilustraba</u> con dibujos muchas de sus colecciones de fósiles, minerales, plantas, etc.</li> <li>- Primera mujer que formó parte de la Sociedad Geológica de Estados</li> </ul>	<p>Se puede trabajar el tema de la <u>energía de los medios</u> a partir e morfologías de los corales y sus adaptaciones a diferentes condiciones ambientales.</p> <p>Se puede resaltar la importancia de la <u>ilustración científica</u> como forma de visualizar fauna, flora, ambientes, etc del pasado que facilitan su estudio y divulgación.</p> <p>Debate sobre la <u>situación de</u></p>

	<p>Unidos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cofundadora del Mary Holmes College, una escuela para enseñar a <u>mujeres afroamericanas</u>.</li> </ul>	<p><u>las personas de color</u> y en especial de las injusticias que se han cometido contra la raza negra en países como Estados Unidos.</p>
<p><b>Kate Hutton</b> (1963-actualidad) Estadounidense</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <u>Sismóloga</u> con estudios iniciales en astronomía.</li> <li>- Estudios sobre sismicidad de Estados Unidos y otras partes del planeta.</li> <li>- Gran <u>presencia mediática</u> en medios de comunicación.</li> <li>- Referente de la <u>comunidad LGTBI</u>.</li> </ul>	<p>Se puede trabajar el tema de las zonas con <u>riesgo sísmico</u> y su relación determinadas zonas concretas del planeta ("tectónica de placas"), la importancia de medidas de prevención y los comportamientos antes terremotos.</p> <p>Aprovechando el aspecto mediático de esta científica se pueden usar actividades como la <u>lectura y análisis crítico-científico de ciertas noticias geológicas</u> que aparecen en los medios de comunicación, en películas, etc.</p> <p>Se puede trabajar el tema de la <u>libertad sexual</u> en las sociedad democráticas.</p>
<p><b>Alva C. Ellisor</b> (1892-1964) Estadounidense</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Junto a otras mujeres contemporáneas como Hedwig Kniker y Esther Richards Applin fueron pioneras en el campo de la <u>geología del petróleo</u> a través de sus conocimientos en micropaleontología.</li> <li>- En algunas ocasiones tuvieron problemas de <u>rechazo</u> en sus ambientes de trabajo claramente dominados por los hombres.</li> </ul>	<p>Se pueden tratar el tema de los <u>recursos energéticos</u> y su importancia para el desarrollo industrial y económico y sus consecuencias negativas para el <u>medio ambiente</u>.</p> <p>Se puede debatir sobre la importancia de propiciar ambientes de trabajo sosegados en los que todos estén integrados y nadie se sienta aislado uniendo transversalmente con el tema del <u>Bullying</u>.</p>

		Se puede organizar una actividad didáctica en <u>museos de ciencias naturales</u> o geológicos para comprender la importancia de los fósiles, especialmente de los <u>microfósiles</u> .
<p><b>Inge Lehmann</b> (1888-1993) Danesa</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <u>Sismóloga</u> y geofísica.</li> <li>- Tuvo el apoyo incondicional de su padre para poder estudiar hasta estudios superiores.</li> <li>- Fue a una de las primeras <u>escuelas mixtas</u> donde se aprendía en igualdad (todos hacían costura o punto y, también todos jugaban al fútbol).</li> <li>- Descubrió la existencia del núcleo interno de la Tierra y una <u>discontinuidad</u> denominada de Wiechert-Lehmann-Jeffreys.</li> <li>- Estudió las <u>velocidades de propagación de las ondas sísmicas</u> y el cambio de sus trayectorias a determinadas profundidades.</li> <li>- Tuvo gran dificultad para trabajar los <u>datos manualmente</u> en épocas en las que aún no existían los ordenadores.</li> </ul>	<p>Este personaje se presta a poder introducir los <u>riesgos naturales y geológicos</u>, entre otros los terremotos y sus causas y efectos.</p> <p>Se puede trabajar el <u>interior de la Tierra</u> y cómo se usan los <u>estudios indirectos</u> para conocerlo.</p> <p>De forma transversal se pueden debatir aspectos como la importancia que tiene para el alumnado el apoyo de la familia y su importancia en las carreras científicas.</p> <p>Finalmente, la lectura de su biografía puede ayudar al alumnado a valorar el <u>esfuerzo</u> que muchas científicas y científicos tuvieron que hacer en sus investigaciones cuando no existían los <u>ordenadores</u> o la facilidad de obtención de datos que tenemos actualmente con Internet. De forma complementaria se podría proponer realizar alguna actividad primero con ordenador y posteriormente sin la ayuda tecnológica.</p>
<b>Catherine Raisin</b>	- Primera <u>geóloga</u> licenciada y la segunda en	Se puede aprovechar para realizar alguna actividad de



<p>(1855-1945)</p> <p>Británica</p>	<p>ser Doctora.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Primera directora de un departamento de geología en Gran Bretaña (Bedford College).</li> <li>- Dedicó sus estudios a la petrología y mineralogía usando el <u>microscopio óptico</u>.</li> <li>- Hizo grandes avances en el campo del <u>metamorfismo</u>.</li> <li>- Aunque la Geological Society of London le otorgó el premio "Lyell Fund" un compañero tuvo que recogerlo por ella ya que aún no se permitía la entrada a las mujeres en dicha institución.</li> </ul>	<p>iniciación a la <u>visualización de rocas y minerales al microscopio óptico</u>.</p> <p>Se puede dedicar la lectura de su biografía a introducir la importancia de los estudios sobre <u>metamorfismo</u>.</p> <p>Se puede debatir de una forma crítica sobre algunas normas obsoletas e injustas de algunas sociedades y cómo el conocimiento y el avance democrático permiten la igualdad entre todos los miembros de una sociedad.</p> <p>Se puede hablar de la igualdad y la importancia que tiene que tanto mujeres como hombres puedan llegar a las escalas más altas en su formación y en los puestos de responsabilidad.</p>
<p><b>Marie Tharp</b></p> <p>(1920-2006)</p> <p>Estadounidense</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <u>Geóloga y cartógrafa</u>.</li> <li>- Coautora del primer <u>mapa del suelo del Océano Atlántico</u> junto al profesor Heezen. En ésta mostraban la dorsal centroatlántica.</li> <li>- Estos trabajos fueron las primeras semillas de lo que serían las pruebas de la deriva continental y finalmente de la tectónica de placas.</li> </ul>	<p>Se debe hacer referencia a la importancia de los estudios del <u>fondo oceánico</u> (aún menos explorado que algunas zonas del espacio exterior).</p> <p>Se puede trabajar con <u>mapas sencillos</u> y comentar la importancia histórica que ha tenido la cartografía.</p> <p>Es obvio que la lectura de su Biografía y el visionado de videos debe conducir a la explicación y debate sobre teorías tan importantes como la <u>deriva continental y la tectónica de placas</u>.</p> <p><a href="https://www.youtube.com/watch?v=TgfYjSoOTWw&amp;f">https://www.youtube.com/watch?v=TgfYjSoOTWw&amp;f</a></p>

---

		<a href="#">eature=youtu.be.</a>
--	--	----------------------------------