



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Máster

Tesoros de la Tierra: una secuencia para trabajar
los minerales y las rocas en 1º de ESO

Treasures of the Earth: a sequence to work with
minerals and rocks in 1st grade of secondary
education

Autor/es

Ximena Magalí Tribinsky Domínguez

Director/es

Guionmar Calvo Sevillano

FACULTAD DE EDUCACIÓN

2023

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN	3
A. Presentación del trabajo por apartados	3
B. Contexto del centro donde se han realizado los Prácticum I y II.....	3
C. Presentación personal y trayectoria académica y profesional.....	4
II. ANÁLISIS DIDÁCTICO DE DOS ACTIVIDADES REALIZADAS EN ASIGNATURAS DEL MÁSTER Y SU APLICACIÓN EN EL PRÁCTICUM	5
A. Actividad 1: “Práctica 4. Los minerales y sus usos”	5
B. Actividad 2: “Práctica 2. Realización de claves dicotómicas”	6
III. PROPUESTA DIDÁCTICA	7
A. Título y nivel educativo.....	7
B. Evaluación inicial	8
C. Fundamentación teórica	11
IV. ACTIVIDADES	13
V. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE APRENDIZAJE	32
VI. ANÁLISIS CRÍTICO DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA Y PROPUESTA DE MEJORA	34
VII. CONSIDERACIONES FINALES	36
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	37

I. INTRODUCCIÓN

En el siguiente Trabajo de Fin de Máster se va a presentar una propuesta didáctica para el curso de 1º de la ESO, bloque de saberes B. Estructura y materiales de la Tierra, de la asignatura de “Biología y Geología”, conforme a lo que regula la Orden ECD/1172/2022, de 2 de agosto, por la que se aprueban el currículo y las características de la evaluación de la Educación Secundaria Obligatoria y se autoriza su aplicación en los centros docentes de la Comunidad Autónoma de Aragón.

A. Presentación del trabajo por apartados

El presente trabajo se inicia con una introducción en la que se expone el trabajo por apartados, se detallan las condiciones más relevantes del centro donde se han realizado los períodos de prácticas y se realiza una breve presentación personal. Tras esto, continúa con el análisis didáctico de dos actividades realizadas a lo largo del Máster y la justificación de por qué han sido útiles para la realización de este trabajo. El tercer apartado presenta la propuesta didáctica, contextualizándola en el curso y bloque de saberes que trata, definiendo y justificando el instrumento utilizado para la evaluación inicial y exponiendo las metodologías que van a implementarse a lo largo de las distintas sesiones. A continuación, se detallan las actividades que componen la propuesta, se analizan los resultados de aprendizaje en base a la evaluación realizada y se realiza un análisis crítico de la propuesta didáctica, así como un planteamiento de distintas mejoras. Para finalizar, se concluye el trabajo con un apartado de consideraciones finales y otro con las referencias bibliográficas empleadas.

B. Contexto del centro donde se han realizado los Prácticum I y II

El centro en el que se han realizado los Prácticum I y II es el Instituto de Educación Secundaria José Manuel Blecua, centro educativo público, laico y plural. Está constituido por dos centros: uno, ubicado en calle Cuarta Avenida, 13, 50007; y el otro, en calle Oviedo, 86. Entre estos dos centros se reparten las distintas ofertas educativas, encontrándose las enseñanzas de ESO, Bachiller presencial y enseñanzas a distancia en el centro principal de calle Cuarta Avenida, y las enseñanzas de Formación Profesional en el edificio de calle Oviedo.

En el año educativo 2022-2023, el IES José Manuel Blecua cuenta con 499 alumnos matriculados de manera presencial y 1016 alumnos matriculados en modalidad a distancia. Los niveles socioeconómicos de los alumnos son muy variados, pero hay un alto índice de familias desfavorecidas. La mayor parte del alumnado proviene del Colegio de Educación Infantil y Primaria Sainz de Varanda, colegio bilingüe con un elevado número de alumnos de etnia gitana. Por otro lado, atendiendo a los datos actuales del centro, casi un 20% de los alumnos de la ESO tienen una nacionalidad distinta a la española, siendo Rumanía, Marruecos, Colombia, Nicaragua y Argelia los países con más representación. En Bachillerato el porcentaje se reduce a un 12%, mientras que en Formación Profesional aumenta hasta un 35%.

El centro lleva a cabo un proyecto de innovación llamado TicTacGo. Este proyecto surgió en 2016, con la intención de desarrollar la competencia digital de los alumnos. Inicialmente se planteó para 3º de la ESO y se amplió el siguiente curso a 4º. A raíz de

los buenos resultados, en el curso 2021 se incluyó a los alumnos de 1º y el centro planea para 2025 desarrollar un “*Ecosistema digital de aprendizaje*” que englobe eficazmente a todos los cursos de la ESO. Con este proyecto, cada alumno posee un chromebook u ordenador portátil. Así, se trabaja en el entorno de Google Workspace, por medio de aplicaciones de tipo colaborativo que facilitan la interacción del docente con el alumnado, además de fomentar la alfabetización informacional, la creación de contenido y la ciberseguridad.

El centro también participa del programa del British Council “*Bilingual Programme School*”, en el cual varias asignaturas de la ESO, entre ellas Biología y Geología de 1º de la ESO se imparten en inglés, favoreciendo la inmersión lingüística dentro del aula.

Para finalizar con este apartado, en la Programación General Anual del centro para el presente curso 2022/2023, se incluyen como objetivos “mejorar los resultados académicos y elevar el éxito educativo del alumnado de 1º y 2º de la ESO y 1º de FPB”, y especialmente “potenciar el aprendizaje integral del alumnado fomentando las competencias de aprender a aprender, espíritu emprendedor y competencia digital”.

C. Presentación personal y trayectoria académica y profesional

Mi nombre es Ximena Magalí Tribinsky Domínguez y tengo 25 años. A lo largo de mi formación académica, siempre me he decantado más por las asignaturas de tipo científico, siendo Biología mi asignatura favorita. Sin embargo, no tenía nada claro qué quería estudiar. Al terminar 2º de Bachillerato, opté a Veterinaria en la Universidad de Murcia, pero no accedí y terminé estudiando un año de Criminología, grado que imaginaba como una suerte de medicina forense y resultó no ser así. Al terminar el primer curso, repetí las Pruebas de Acceso a la Universidad en 2016 y logré acceder al grado de Veterinaria en la Universidad de Zaragoza (UNIZAR). Disfruté mucho la carrera y el fuerte contenido práctico que conlleva, a la vez que adquirí un gran interés por la docencia de tipo universitario. Además, la investigación me parecía sumamente interesante, sobre todo al realizar el Trabajo de Fin de Grado, en el que pude trabajar con el Departamento de Anatomopatología.

Sin embargo, descarté la idea de dedicarme a la investigación por motivos personales pero también debido al largo y difícil camino que supone y me tomé un año entero para decidir qué hacer. Durante este año impartí clases particulares, trabajo que ya había desempeñado durante el estudio del grado, lo cual me permitió ver que realmente me interesaba la docencia. Por otro lado, obtuve el título de Monitora de Tiempo Libre, lo cual me permitió trabajar en colonias y campamentos con niños y adolescentes, principalmente en semanas de naturaleza. De este modo confirmé, no solo que la docencia me gusta y que disfruto del trabajo con niños y adolescentes, sino que además la enseñanza de la biología y de la geología me parecen muy interesantes y necesarias. Es por todo esto que he cursado este Máster Universitario en Profesorado, en la especialidad de Biología y Geología.

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

A lo largo del Máster se han realizado distintas actividades, muchas de ellas relacionadas con la Didáctica de las Ciencias Experimentales y cómo enseñar determinados conceptos en una clase de secundaria, y otras más dirigidas a la labor del docente a nivel de planificación de las sesiones (como la realización de la Programación Didáctica en la asignatura de “Diseño curricular e instruccional de ciencias experimentales”).

Durante el prácticum varias de estas actividades fueron útiles para planificar la secuencia de sesiones que se llevó a cabo, pero hubo dos que específicamente sirvieron de modelo e inspiración para el desarrollo de la propuesta didáctica que se expone en este trabajo.

A. Actividad 1: “Práctica 4. Los minerales y sus usos”

La primera actividad que se va a analizar es la “Práctica 4. Minerales” de la asignatura “Diseño de actividades de aprendizaje de Biología y Geología”, basada en la publicación de Mazas *et al.* (2018). En esta práctica se realizan una serie de actividades con el fin de comparar el modelo mental inicial de mineral que tienen los alumnos, con el modelo mental final que van desarrollando a lo largo de la práctica. Así pues, la primera actividad “¿Qué sabemos de los minerales?” va encaminada a averiguar las ideas previas del alumnado sobre qué es un mineral y las propiedades que tienen, así como sobre sus distintos usos. Es decir, el alumnado expone su modelo mental de mineral. Por grupos, se contestan a preguntas de tipo abierto como “¿Qué es un mineral?”, “¿Dónde los has visto?” o “¿Qué propiedades crees que tienen?”. Estas preguntas se contestan en clase compartiendo las respuestas con el resto de grupos de modo que los modelos mentales de cada alumno se enriquezcan.

La segunda actividad “¿Quién es quién? Identificando el mineral perdido” consiste en clasificar una serie de minerales tratando de identificar sus propiedades más representativas. Se trabaja con 13 minerales comunes como cuarzo, halita, grafito, talco, pirita, sepiolita o galena, entre otros. Así, tras haber comentado las distintas propiedades de los minerales en la primera actividad, se procede a identificar cada muestra en función de sus propiedades más características.

Para la tercera actividad “Cada oveja con su pareja”, se trabaja con un grupo de minerales y de objetos de uso cotidiano, con el fin de relacionar ambos y explicar qué propiedad hace que cada mineral sea idóneo para ese uso concreto. Para esto, se dispone de 11 muestras de minerales y de 11 objetos de uso cotidiano que se deben relacionar entre sí. Algunos ejemplos de minerales y objetos cotidianos asociados son la halita y la sal de mesa por su sabor salado, la sepiolita y la arena para gatos por su propiedad absorbente, la fluorita con la pasta de dientes por su contenido en flúor, o la caolinita y el maquillaje en polvo por su propiedad matificante.

Esta práctica en su conjunto resultó ser muy interesante, sobre todo para los alumnos que como yo, provenimos de grados más orientados a la Biología y que, además, por diversas circunstancias, hemos visto muy pocos contenidos de geología a lo largo de nuestra formación. El poder trabajar en el laboratorio con los minerales *in situ*, permitió la realización de diversas pruebas diagnósticas como rayar con la uña u otros materiales las muestras, probarlas e incluso utilizar ácido clorhídrico para ver si reaccionaban o no.

Es por esto que una vez se decidió en conjunto con el tutor de prácticas que se iba a realizar la propuesta didáctica sobre la unidad de minerales, se planificaron varias visitas al laboratorio. Estas visitas permitieron a los alumnos visualizar y manipular los minerales, más allá de las imágenes vistas en el libro de texto, así como verificar las propiedades que en el libro aparecían pero que no se terminaban de creer (como que la sepiolita se adhiere a la lengua). Así pues, la actividad 1 “¿Qué sabemos de los minerales?” se adaptó de manera que formara parte de la evaluación inicial y la actividad 2 “¿Quién es quién? Identificando el mineral perdido” se modificó para trabajarla en el laboratorio, utilizando una hoja con pistas que relacionaban cada mineral con sus propiedades características en la sesión 3.

La actividad 3 “Cada oveja con su pareja” no se llevó a cabo, principalmente por tiempo, sin embargo se añade en esta propuesta didáctica levemente modificada, en la sesión 4.

La utilidad de trabajar con el modelo mental de mineral que tienen los alumnos permite conocer desde qué punto parten, así como comparar con el modelo que se forman al final de las sesiones y que se torna más complejo conforme adquieren los resultados de aprendizaje.

B. Actividad 2: “Práctica 2. Realización de claves dicotómicas”

La segunda actividad que se va a analizar pertenece también a la asignatura “Diseño de actividades de aprendizaje de Biología y Geología”. Esta práctica tiene como objetivos reflexionar sobre la utilidad de las claves dicotómicas en el contexto de la enseñanza y aprendizaje de Biología y Geología, construir una clave dicotómica y discutir los problemas asociados a dicha construcción, así como a su uso.

Esta actividad comienza con una discusión en grupo sobre lo que es una clave dicotómica, qué utilidad tiene o si el alumnado ha trabajado con alguna. Tras esto, se procede a explicar qué es una clave dicotómica y para qué sirve, destacando su utilidad en el desarrollo de destrezas científicas como la comparación, la clasificación y la identificación, lo cual la convierte en una herramienta muy útil en la enseñanza de las ciencias.

Así pues, se detalla el proceso de elaboración de una clave dicotómica, comenzando por la observación detenida de los elementos que se van a clasificar, el establecimiento de los criterios de clasificación, la construcción de un árbol de clasificación donde se vaya colocando cada elemento para, por fin, construir una clave dicotómica. Este proceso se lleva a cabo con tornillos y clavos, trabajando en grupos. Se le da nombre a cada elemento que se va a clasificar, de modo que, una vez realizada la clave dicotómica, otros grupos puedan analizarla y lleguen a la misma clasificación que el grupo que la ha elaborado en un inicio. Se termina la actividad con la lectura de un artículo que explica una propuesta en la que se emplean claves dicotómicas para la clasificación de seres vivos.

La elaboración de una clave dicotómica resultó ser muy interesante de trabajar, incluyéndose en esta propuesta en la actividad 8, para la clasificación de rocas. Se modifica ligeramente la actividad, de modo que la clave se elabore de manera conjunta y guiada por el docente, en un formato de preguntas de “sí” y “no”, que resulte más sencillo de entender para los alumnos.

III. PROPUESTA DIDÁCTICA

A. Título y nivel educativo

La propuesta didáctica se contextualiza en el curso de 1º de la ESO de la asignatura de Biología y Geología, concretamente en el bloque de saberes B. Estructura y materiales de la Tierra. Este bloque se centra en introducir los minerales y las rocas a los alumnos, desde sus características y diferencias, a su clasificación, identificación y usos en la vida cotidiana. Por último, el bloque incluye un apartado sobre la estructura básica de la geosfera.

Durante las prácticas realizadas en el centro no fue posible abarcar el bloque entero, así que se trataron principalmente los minerales (dentro de la Unidad Didáctica 11. Los minerales), explicando las diferencias con las rocas brevemente (Unidad Didáctica 12. Las rocas, la cual se encargó de impartir el tutor una vez terminó el periodo de prácticas). Sin embargo, en esta propuesta, se van a tratar de abarcar todos los conocimientos, destrezas y actitudes del bloque de saberes, ya que durante el desarrollo de las prácticas se vio continuamente que era necesario explicar también contenido del tema de las rocas para la buena asimilación de conceptos de los alumnos.

La propuesta didáctica expuesta en este TFM consiste en una serie de sesiones, algunas de ellas implementadas durante el periodo de prácticas y mejoradas, y otras desarrolladas posteriormente, fundamentadas en base a búsqueda bibliográfica y a la propia experiencia vista durante la estancia en el centro.

Esta propuesta didáctica está planificada para poder llevarse a cabo en 10 sesiones. En la primera sesión se reparte un cuestionario a modo de evaluación inicial y se propone una sesión de modelización de las capas de la geosfera. Para las sesiones dos, tres y cuatro se hace uso del laboratorio de Biología del centro y se abordan los minerales. La primera sesión de laboratorio tendrá el fin de poner en común las ideas que tienen sobre sus características y propiedades, para poder ver el modelo mental de mineral que poseen. La segunda sesión de laboratorio irá encaminada a la identificación de minerales por medio de una serie de pistas relativas a sus propiedades más características. La tercera sesión de laboratorio consistirá en relacionar distintos minerales con los objetos de uso cotidiano en los que se pueden encontrar. Para la quinta y sexta sesión de la propuesta, se pide a los alumnos que, por parejas y con una profesión/rol asignado por el docente (p.ej., constructores, joyeros, granjeros), realicen una presentación en la que expliquen qué 4 minerales (como mínimo) utilizan en su profesión y por qué (es decir, por qué propiedades del mineral se elige uno y no otro).

Para la séptima sesión, se aborda el concepto de roca, su relación con los minerales y el ciclo de las rocas, por medio del visionado de un vídeo. Las dos siguientes sesiones se plantean en el laboratorio, una realizando distintos experimentos para ver cómo se forman las distintas rocas y otra en la que se trabaje por medio de una clave dicotómica para su clasificación.

Para la décima y última sesión, se plantea una salida fuera del centro. Se propone visitar los alrededores del centro, con un recorrido previamente organizado por el docente, de

modo que se vean y se identifiquen distintos tipos de rocas en portales, edificios y otros elementos arquitectónicos del barrio, con la ayuda de la aplicación “Rock identifier”.

B. Evaluación inicial

Para la correcta preparación de esta propuesta didáctica, se ha realizado una búsqueda bibliográfica sobre la enseñanza de los minerales y rocas en secundaria y sus dificultades asociadas.

De modo general, diversos artículos denotan una carencia en la consecución de los resultados de aprendizaje de geología que se imparten en los institutos. En un artículo publicado por Fornós (2018), profesor de geología en el primer curso del Grado de Biología de la Universitat de les Illes Balears, los alumnos de cuatro cursos académicos consecutivos reflejaron en una serie de encuestas anónimas una percepción baja sobre los conocimientos que poseían relativos a las Ciencias de la Tierra. Esta percepción se achaca, según los propios alumnos, al bajo grado de impartición del temario relativo a geología, probablemente por un currículo extenso que obliga a dejar de lado ciertos contenidos. Pedrinaci (2012) añade el factor de que los profesores de secundaria vienen mayoritariamente de ramas biológicas, lo que favorece que se centren en las partes biológicas del currículo.

Respecto a la enseñanza de las rocas y minerales, así como a los componentes básicos de la geosfera, se han destacado varias ideas alternativas o concepciones erróneas previas que comparten los estudiantes de forma generalizada. Según Ejarque Ortiz *et al.* (2016) “*las ideas alternativas son los conceptos que tienen los alumnos sobre una cuestión específica, que les ayudan a dar respuesta y a interpretar fenómenos de una forma diferente a la explicación científica*” (p.11). Es necesario conocer estas concepciones para poder entender qué ha causado su aparición y así desarrollar una propuesta didáctica que facilite y favorezca el aprendizaje (Baena Nogueras y Gutiérrez Pérez, 2012). Driver, ya en 1988, destaca que obviar las ideas alternativas del alumnado y explicar el temario de forma estructurada, esperando que los alumnos adquieran los conocimientos, generalmente deriva en que estas concepciones erróneas persisten y el conocimiento se adquiere de forma compartimentalizada; es decir, el conocimiento escolar queda separado del conocimiento cotidiano, y solo se emplea para preguntas de examen. Así, el conocimiento de estas ideas alternativas se debe usar para fomentar el cambio conceptual, por medio de la clarificación e intercambio de ideas por parte del profesor, pero también del desarrollo de situaciones de conflicto entre estas ideas y los conceptos que se explican.

Según Pedrinaci (2006), una de las principales ideas que ha constituido un obstáculo persistente a lo largo de la historia, pero también en los alumnos actualmente es la concepción de una “Tierra inmutable”, estática. Fernández *et al.* (2017) realizaron un estudio en alumnos de secundaria para investigar los modelos mentales de los alumnos sobre el suelo, viendo que casi la mitad concibe el suelo como una superficie inerte, que se formó cuando se formó la Tierra y que principalmente cumple la función de ser la superficie que pisamos. En relación con esta idea, algunos alumnos relacionan también la edad de las rocas con la edad de la Tierra, en una concepción fijista de la geología que solo concibe el cambio y crecimiento en los seres vivos (Pedrinaci, 2006; Laita *et al.*,

2018). Relacionado con esta concepción fijista de la geología, Duran y Puigcerver (2017) destacan que la geología se suele relacionar con un enfoque demasiado descriptivo, dando lugar a que los alumnos no la consideren una ciencia “de verdad”.

Continuando con las ideas alternativas relativas a las rocas, Ramos *et al.* (2001) realizan un estudio que abarca las concepciones erróneas que tienen los alumnos respecto al ciclo de las rocas. Demuestran que solo una minoría concibe un ciclo de transformación y de reciclaje de material rocoso, predominando entre los alumnos la idea reduccionista de la génesis de las rocas como un proceso finito.

Ahondando aún más, entre las ideas alternativas que más frecuentemente encontramos entre los alumnos relativas a los minerales, Regueiro (2012) destaca la concepción de mineral como pequeñas piezas perfectas y cristalinas, así como la frecuente relación entre mineral de uso industrial con aquellos minerales de tipo metálico. En un estudio en alumnos de secundaria portugueses, se destaca principalmente que la propia definición científica de mineral no permite a los alumnos inferir cada una de las características (Monteiro *et al.*, 2012). Esto se confirma en un estudio más reciente (Duran y Puigcerver, 2017), en el cual los alumnos muestran no entender bien el concepto de “inorgánico” dentro de la definición de mineral. De cara a solucionar esto, Monteiro *et al.* (2012) propone a los docentes explicar cada característica de los minerales por separado, pero además, realizar comparaciones entre minerales y otros materiales, con el fin de promover el debate entre los alumnos, lo cual pueda derivar en un entendimiento completo.

Por otro lado, los alumnos principalmente identifican los usos de los minerales en construcción, joyería u ornamentación (Laita *et al.*, 2018). Debido a esto se evidencia la necesidad de integrar en las aulas la relación entre las propiedades de los minerales y los usos a los que se destinan.

Para terminar con algunas de las ideas alternativas presentes en los alumnos, se ha demostrado una tendencia al sobredimensionamiento de la corteza terrestre con respecto al manto y al núcleo, tanto en alumnos de primaria, secundaria como incluso en alumnos de nivel universitario (Carrillo-Rosúa *et al.*, 2010).

Respecto a los instrumentos que se pueden utilizar para identificar las ideas alternativas del alumnado, Carrascosa Alís (2005) propone cuestionarios de preguntas abiertas, cuestionarios de respuestas múltiples, entrevistas individualizadas u observación directa. En este caso, se eligió un cuestionario con varias preguntas de tipo abierto, las cuales resultan idóneas cuando no se sabe demasiado respecto a las ideas que pueda tener el alumnado sobre un concepto determinado (Carrascosa Alís, 2005).

A continuación, en la Tabla 1, se plasma el cuestionario inicial que se pasó a los alumnos en la primera sesión, traducido del inglés (ya que el grupo con el que se trabajó pertenecía al programa Brit). Las 14 respuestas se pueden consultar en el siguiente enlace: https://docs.google.com/document/d/1fRyClkAeTUgU_IjZjX4pY3SicoQ0vuh_48Vr3oJBCa4/edit?usp=drive_link.

Tabla 1.*Evaluación inicial y respuestas más frecuentes*

Unidad 11. Cuestiones iniciales	Respuestas de los alumnos
Pregunta 1 ¿Puedes nombrar cuatro partes de la Tierra que terminen en -fera?	Solo 5 de los 14 alumnos respondieron geosfera (si bien se podía leer el término en la siguiente pregunta). 9 de 14 alumnos mencionaron la atmósfera, 4 de 14 mencionaron la biosfera y solo 1 la hidrosfera
Pregunta 2 ¿Puedes nombrar las tres capas de la geosfera?	5 alumnos contestaron correctamente mencionando la corteza, el manto y el núcleo. 6 hicieron referencia únicamente al núcleo, algunos diferenciando en núcleo interno y externo. 3 contestaron que no sabían la respuesta.
Pregunta 3 Nombra al menos 3 minerales.	Cuarzo, amatista, diamante y oro. También aparecieron mencionados la pirita, la sal, el talco, y hasta en dos ocasiones el bronce.
Pregunta 4 Nombra posibles usos de los minerales	Construcción y joyería, principalmente. Algunos alumnos mencionaron la construcción de vehículos o armaduras, otros incluso como elementos esotéricos.
Pregunta 5 ¿Cuál es la relación entre rocas y minerales?	<ul style="list-style-type: none"> - Ambos se extraen/encuentran en el suelo (2 alumnos) - Duros, sólidos, pesados (3 alumnos) - Los minerales tienen usos, las rocas no (2 alumnos) - Solo 1 alumno contestó que los minerales están dentro de las rocas - 1 alumno contestó que un mineral es una roca bonita

Como se ha mencionado antes, esta evaluación inicial iba encaminada a conocer el punto de partida de los alumnos, principalmente en lo relativo a minerales, que era la unidad que se iba a impartir durante el Prácticum II. De cara a analizar también sus concepciones sobre las rocas, se deberían añadir preguntas como: “Nombra al menos 3 rocas” o “Nombra posibles usos de las rocas”.

Con todos estos resultados, se confirmaron varios de los datos que la búsqueda bibliográfica había arrojado. Entre otros, que conciben los minerales como piedras preciosas, lo cual termina relacionándose con los usos de estos (casi un 50% menciona solo la joyería); pero también resultados llamativos como que solo un 35% saber nombrar las tres capas de la geosfera. Así, la propuesta didáctica y sus objetivos se plantearon en base a estos resultados, de cara a poder abordar efectivamente los apartados en los que se pudieron detectar carencias.

Los objetivos generales de esta propuesta, en vista de la revisión bibliográfica aquí planteada son:

- Abarcar el conjunto de saberes dentro del bloque de saberes B. Estructura y materiales de La Tierra, de modo que el alumnado reciba los conocimientos de tipo geológico de manera completa
- Obtener una mejoría en los resultados de aprendizaje, comparando con los estudios aquí revisionados, lo cual certifique que se han impartido estos saberes de manera efectiva
- Obtener un cambio conceptual, tanto de mineral (en base a los resultados de tipo empírico arrojados por el cuestionario inicial, que confirman la búsqueda bibliográfica previa) como de rocas y su ciclo (en base a la bibliografía), demostrable en las producciones de los estudiantes
- Transmitir de manera efectiva, y comprobable en las producciones de los estudiantes, los distintos usos en la vida cotidiana de los minerales y las rocas
- Desarrollar destrezas propias de las prácticas científicas, permitiendo al alumnado relacionar la geología con la ciencia que es

C. Fundamentación teórica

Esta propuesta didáctica se enmarca dentro del constructivismo, corriente que agrupa diversas teorías sobre la construcción del conocimiento por parte del alumnado, como un “proceso dinámico e interactivo a través del cual la información externa es interpretada y reinterpretada por la mente” (Serrano González-Tejero y Pons Parra, 2011). Estos conocimientos que se adquieren están estrechamente ligados al contexto y a las experiencias que se realizan, de modo que el conocimiento sea significativo para el alumnado (Driver, 1988; Santos-Ellakuria, 2019). Una premisa fundamental del constructivismo es el papel activo de los alumnos (Cruz-Guzmán Alcalá, 2011), en el cual toman especial importancia sus ideas previas, a partir de las cuales se trabaja para una correcta reestructuración de los conceptos, aprendiendo el alumno los conceptos por sí mismo mientras el profesor actúa como un mediador, facilitando el aprendizaje y creando puentes (González Álvarez, 2012). Couso Longarón (2015) añade al profesor el papel de regulador, “agente de cambio” directo que parte de las ideas previas de los alumnos y las encamina hacia las ideas científicas objeto de aprendizaje.

Así pues, el docente debe plantear actividades en las que se relacionen los conceptos y contenidos que resultan abstractos, con la realidad concreta y cotidiana (Fernández González *et al.*, 2003). De este modo, se consigue un aspecto muy importante, que el alumnado perciba como relevante aquello que aprende (Aramendi Jauregui *et al.*, 2018). Estas actividades deben basarse en metodologías activas, de las cuales el ABP o el aprendizaje por indagación parecen las más adecuadas, siendo recomendadas por múltiples estudios (Abril *et al.*, 2014; Romero-Ariza, 2017; Badenes March *et al.*, 2021).

El aprendizaje por indagación, metodología que se pretende aplicar en esta propuesta, forma parte de lo que se conoce como prácticas científicas, es decir, aquellas prácticas que implican el desarrollo de destrezas científicas (NRC, 2012; Harlen, 2015). Estas prácticas científicas engloban, además de la indagación, la modelización y la argumentación (Jiménez-Aleixandre y Crujeiras, 2017, en Mosquera Bargiela *et al.*, 2018). El desarrollo de estas prácticas en la propuesta didáctica permite facilitar al

alumnado la idea de que la geología es una ciencia que, además de la faceta histórica que posee, es claramente experimental.

En la indagación científica, o aprendizaje por indagación, los alumnos desarrollan la comprensión a través de sus propias habilidades (mentales y físicas), a partir de ideas preexistentes y a través de la recopilación, análisis e interpretación de las evidencias (Harlen 2015). Esta indagación, si además se realiza en grupo, favorece la construcción conjunta de conocimiento, siempre que se generen situaciones correctamente planificadas para que la conversación y la discusión científica de las ideas se den de manera comunitaria, consiguiendo una práctica científica más auténtica (Couso Longarón, 2015). Además, la indagación incentiva a los alumnos a plantearse preguntas y hacer sus propios descubrimientos (Cristobal Tembladera y García Poma, 2013). Roca Tort *et al.* (2013) describen la importancia de que los alumnos hagan preguntas, no solo por su relación con la construcción de conocimiento y con el desarrollo del pensamiento crítico, sino porque constituyen una oportunidad de detectar su pensamiento y capacidad de comprensión conceptual.

Las preguntas que realiza el docente, en su papel de mediador del conocimiento, también son relevantes ya que deben ser preguntas que, en un principio encaminen al alumnado a investigar en la respuesta, y que después, le orienten en el proceso de construir el modelo mental del concepto que se quiere enseñar, es decir, preguntas mediadoras (Márquez *et al.*, 2004). La construcción mental del modelo conceptual por medio de la indagación, se relaciona estrechamente con otra de las prácticas científicas antes mencionadas, la modelización. De hecho, Couso Longarón (2015) las interrelaciona en lo que se conoce como “indagación centrada en modelizar” (MBI, de sus siglas en inglés Model-Based Inquiry), donde los modelos son objeto continuo de creación, uso y revisión (Justi, 2006). Así, la secuencia de trabajo sería partir de un modelo mental inicial, revisarlo tras la experimentación real o mental y enfrentarse a nuevas preguntas utilizando el modelo mental revisado (Oliva, 2019).

Esta forma de aprendizaje “basada en la modelización”, requiere de iniciativa por parte del alumnado en relación con procesos de búsqueda de información, de aportar ideas y de tomar decisiones. Pero también por parte del docente, ya que se deben formular las preguntas oportunas, que resulten investigables y susciten reflexiones y replanteamientos (Oliva, 2019). Por otro lado, la modelización también puede realizarse con modelos analógicos, los cuales favorecen la construcción de conceptos mentales en base a la visualización de estos conceptos, los cuales muchas veces son abstractos (Fernández González *et al.*, 2003).

Para finalizar con las prácticas científicas, la argumentación se entiende como la habilidad para evaluar afirmaciones utilizando pruebas, así como para desmentir falacias (Hierrezuelo Osorio y Franco Mariscal, 2021). Con la implementación de dilemas que pongan a prueba los modelos mentales del alumnado, se busca estimular que ofrezcan argumentos basados en justificaciones evidentes.

IV. ACTIVIDADES

El grupo con el que se trabajó durante el Prácticum II fue 1º de la ESO Brit 2. Como ya se ha mencionado, el centro participa en el Programa Bilingüe del British Council, lo que implicó que las sesiones que se desarrollaron en la estancia de prácticas se debieron planificar en inglés. Respecto a esto, se percibió que varios de los alumnos no preguntaban sus dudas o no contestaban delante del resto de la clase, por inseguridad con su nivel de inglés.

Respecto al alumnado, la clase estaba formada por 14 alumnos, 7 chicos y 7 chicas. Había un buen clima de aula y, en general, mostraban interés por el temario. Si bien las prácticas se realizaron durante abril, hasta ese momento no habían ido ni una vez al laboratorio, con lo que realizar allí las sesiones les emocionaba especialmente. Por otro lado, el tutor generalmente intercalaba entre clases de teoría por medio de la instrucción directa con clases de relleno de fichas o de realización de tareas tipo póster/presentación en las que complementaran la teoría con información buscada en internet. Para todo esto, los alumnos utilizaban su chromebook personal, con el que subían las tareas a Google Classroom.

La propuesta se sustenta en las prácticas científicas de indagación, modelización y argumentación, las cuales, como se ha visto en el apartado anterior, son idóneas para que los alumnos desarrollen destrezas u operaciones científicas, y además, para que puedan comprender cómo se construye el conocimiento en el ámbito de las ciencias. Para trabajar la indagación, se partirá de distintas preguntas investigables, las cuales se irán contestando a medida que se realicen las actividades planteadas (detallado en la Tabla 2). La modelización se trabajará en varias de las actividades, en la primera, por ejemplo, por medio de un modelo analógico, en otras, trabajando en la construcción del modelo mental. Para terminar, la argumentación se plantea para aquellas actividades en grupo, en las que los alumnos se comuniquen o discutan justificando sus respuestas o extrayendo conclusiones.

Como ya se ha mencionado anteriormente, el grupo con el que se trabajó durante la segunda estancia en el centro estaba dentro del programa bilingüe, por tanto, la propuesta se desarrolló en inglés, pero aquí se presenta traducida al castellano.

En la Tabla 2 se hará un breve resumen de las sesiones que componen la propuesta didáctica, diferenciando entre aquellas actividades que se llevaron a cabo en la estancia durante el Prácticum II y cuáles no.

Tabla 2.

Resumen de la secuencia de actividades planteadas en esta propuesta didáctica

Sesión	Fecha de realización	Actividad	Breve descripción	Recursos
1	12 de abril de 2023	Actividad 0: cuestiones iniciales	Cuestionario con 5 preguntas (ver apartado III. Propuesta didáctica, B. Evaluación inicial)	Ordenadores y acceso a Google Classroom

	No realizada	Actividad 1: “Modelización de la geosfera”	Partiendo de la pregunta “ <i>¿Cuánto miden las distintas capas de la geosfera?</i> ”, modelizar con un rollo de papel higiénico (basado en Ejarque Ortiz <i>et al.</i> , 2016)	Rollo de papel higiénico, proyector y pizarra
2	No realizada	Actividad 2: “Características y propiedades de los minerales”	Partiendo de las preguntas “ <i>¿Dónde se encuentran los minerales en la Tierra? ¿Hay minerales en todas las capas?</i> ”, exploración guiada de las distintas propiedades de los minerales	Laboratorio y ejemplares de minerales, así como ác. clorhídrico diluido imanes, lupas, placas de porcelana y de cristal.
3	19 de abril de 2023	Actividad 3: “Identificando minerales por medio de pistas”	Reconocer distintos minerales por medio de un listado de “pistas”, es decir, de las propiedades características de cada mineral	Laboratorio y ejemplares de minerales, así como ác. clorhídrico diluido imanes, lupas, placas...
4	No realizada	Actividad 4: “Cada oveja con su pareja”	Relacionar minerales con el objeto de uso cotidiano del que forman parte	Laboratorio, ordenadores, muestras de minerales y objetos de uso cotidiano
5	26 de abril de 2023	Actividad 5: “Explorando los usos de los minerales en distintas profesiones”	Por parejas y buscando en internet, así como en el libro de texto, encontrar 4 minerales que se usen en una profesión asignada	Ordenadores
6	2 de mayo de 2023	Actividad 6: “¿Cómo distinguir un mineral de una roca?”	Exposición de qué minerales usan en sus respectivas profesiones	Proyector y ordenadores
7	No realizada		Partiendo de la pregunta “ <i>¿Cómo distinguir un mineral de una roca?</i> ”, relacionar minerales y rocas, visionando de un vídeo y rellenando de una ficha	Ejemplares de minerales y rocas, proyector y ordenadores
8	No realizada	Actividad 7: “Crea tu propia roca”	Basado en experimentos vistos en Salgado Ballesteros (2019).	Laboratorio y material para los experimentos
9	No realizada	Actividad 8: “Claves	Realización de clave dicotómica de manera guiada para clasificar rocas	Laboratorio y ejemplares de rocas

		dicotómicas con rocas”		
10	No realizada	Actividad 9: “Las rocas de nuestro entorno”	Salida por los alrededores del centro para ver las rocas más comunes presentes en el entorno	Móviles con la aplicación “Rock identifier” y cuadernos.

A continuación, se indican los bloques de saberes que se van a trabajar a lo largo de toda la propuesta (Tabla 3).

Tabla 3.

Conocimientos, destrezas y actitudes relacionados con los saberes básicos que se trabajan en esta propuesta

A. Proyecto científico	B. Estructura y materiales de La Tierra
<p>Hipótesis, preguntas y conjeturas: planteamiento con perspectiva científica.</p> <p>Estrategias de utilización de herramientas digitales para la búsqueda de información, la colaboración y la comunicación de procesos, resultados o ideas en diferentes formatos (presentación, gráfica, vídeo, póster, informe...).</p> <p>Fuentes fidedignas de información científica: reconocimiento y utilización.</p> <p>La 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.</p> <p>Modelado como método de representación y comprensión de procesos o elementos de la naturaleza.</p> <p>Métodos de observación y de toma de datos de fenómenos naturales.</p> <p>Métodos de análisis de resultados y diferenciación entre correlación y causalidad</p>	<p>Conceptos de roca y mineral: características y propiedades.</p> <p>Estrategias de clasificación de las rocas: sedimentarias, metamórficas e ígneas. El ciclo de las rocas.</p> <p>Rocas y minerales relevantes o del entorno: identificación.</p> <p>Usos de los minerales y las rocas: su utilización en la fabricación de materiales y objetos cotidianos.</p> <p>La estructura básica de la geosfera.</p>

Otros elementos curriculares involucrados en esta propuesta son las competencias específicas y sus criterios de evaluación asociados, los cuales se pueden observar descritos en la Tabla 4, además de las competencias clave y sus descriptores operativos, indicando cuáles se trabajan en cada actividad en la Tabla 5.

Tabla 4.

Competencias específicas (CE) y criterios de evaluación (CEv) para la asignatura de Biología y Geología que están vinculados con la propuesta

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, manteniendo una actitud crítica y obteniendo conclusiones fundamentadas.	1.2 Facilitar la comprensión y análisis de información relacionada con los saberes de la materia de Biología y Geología transmitiéndola de forma clara utilizando la terminología y el formato adecuados.	1.3 Analizar y explicar fenómenos biológicos y geológicos representándolos mediante modelos y diagramas y utilizando, cuando sea necesario, los pasos del diseño de ingeniería.
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.		
2.1 Resolver cuestiones sobre Biología y Geología localizando, seleccionando y organizando información de distintas fuentes y citándolas correctamente.	2.2 Resolver cuestiones sobre Biología y Geología localizando, seleccionando y organizando información de distintas fuentes y citándolas correctamente.	
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 e intentar realizar predicciones sobre fenómenos biológicos o geológicos que puedan ser respondidas o contrastadas utilizando las prácticas científicas.	3.3 Realizar experimentos y tomar datos cuantitativos o cualitativos sobre fenómenos biológicos y geológicos utilizando los instrumentos, herramientas o técnicas adecuadas con corrección.	3.4 Interpretar los resultados obtenidos en el proyecto de investigación utilizando, cuando sea necesario, herramientas matemáticas y tecnológicas.
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.		

Tabla 5.

Tabla resumen de los elementos curriculares relacionados con cada actividad

Actividades	Competencias específicas (criterios de evaluación)	Competencias clave y descriptores operativos
Actividad 1: “Modelización de la geosfera”	CE.BG.1 (1.2, 1.3), CE.BG.2 (2.1)	CCL1, CCL3, STEM4, CD1

Actividad 2: “Características y propiedades de los minerales”	CE.BG.3 (3.1, 3.3, 3.4)	CCL1, STEM1, STEM2, CPSAA3
Actividad 3: “Identificando minerales por medio de pistas”	CE.BG.3 (3.1, 3.3), CE.BG.4 (4.1)	CCL1, CCL2, STEM1, CPSAA3
Actividad 4: “Cada oveja con su pareja”	CE.BG.1 (1.2), CE.BG.2 (2.1), CE.BG.4 (4.1)	CCL1, CCL3, STEM1, CPSAA3
Actividad 5: “Explorando los usos de los minerales en distintas profesiones”	CE.BG.1 (1.1, 1.2), CE.BG.2 (2.1, 2.2), CE.BG.4 (4.1)	CCL1, CCL3, STEM4, CD1, CD2, CD3, CPSAA3
Actividad 6: “¿Cómo distinguir un mineral de una roca?”	CE.BG.1 (1.2), CE.BG.3 (3.1), CE.BG.4 (4.1)	CCL1, STEM1, STEM2
Actividad 7: “Crea tu propia roca”	CE.BG.1 (1.3), CE.BG.3 (3.1, 3.3, 3.4)	CCL1, STEM2
Actividad 8: “Claves dicotómicas con rocas”	CE.BG.1 (1.1, 1.2), CE.BG.4 (4.1)	CCL1, STEM1, CPSAA3
Actividad 9: “Las rocas de nuestro entorno”	CE.BG.1 (1.2), CE.BG.3 (3.1), CE.BG.4 (4.1)	CCL1, STEM1, CD1

Nota. CE.BG = competencia específica de Biología y Geología, CCL = competencia lingüística, STEM = competencia matemática y competencia en ciencia, tecnología e ingeniería, CD = competencia digital, CPSAA = competencia personal, social y de aprender a aprender.

Sesión 1

Actividad 0: Cuestiones iniciales

La primera actividad que se realiza con los alumnos es la de la evaluación inicial. Para esto se les comparte, por medio de Google Classroom, un documento en el que deben contestar a cinco preguntas, las cuales ya se han desarrollado en el apartado III. Propuesta didáctica, B. Evaluación inicial. Los resultados se pueden consultar en el siguiente enlace: https://docs.google.com/document/d/1fRyCIkAeTUgU_IjZjX4pY3SicoQ0vuh_48Vr3oJBCa4/edit?usp=drive_link.

Actividad 1: “Modelización de la geosfera”

Como se ha podido ver por medio de la bibliografía consultada, los alumnos tienden a sobredimensionar la corteza con respecto al manto y al núcleo. Además, basta con analizar por encima las respuestas del cuestionario inicial para ver que no todos los alumnos recuerdan las tres capas de la geosfera, conceptos que han estudiado en la educación primaria (solo 5 de 14 mencionan corteza, manto y núcleo). Así pues, para esta actividad se pretende que representen por medio de un rollo de papel higiénico las capas de la geosfera (basado en el trabajo de Ejarque Ortiz *et al.*, 2016, basado a su vez en las actividades didácticas de *Earthlearningidea* (King *et al.*, 2009)). Se partirá desde una pregunta inicial que estimule la investigación “*¿Cuánto miden las distintas capas de la geosfera?*”.

Objetivos didácticos

- Reconocer las tres capas de la tierra, incluyendo la división del núcleo, así como su grosor estimado
- Ilustrar estas capas por medio de un modelo analógico que permita estudiar el grosor de cada una, de una manera más fiel a la realidad
- Identificar las distintas discontinuidades y dónde se encuentran, así como la perforación más profunda realizada por el hombre

Elementos curriculares involucrados

Esta actividad se centra en “La estructura básica de la geosfera”, atendiendo al bloque de saberes B. Estructura y materiales de La Tierra; y en “Estrategias de utilización de herramientas digitales para la búsqueda de información, la colaboración y la comunicación de procesos, resultados o ideas en diferentes formatos” y “Modelado como método de representación y comprensión de procesos o elementos de la naturaleza”, atendiendo al bloque de saberes A. Proyecto científico (como se puede ver en la Tabla 3). El resto de elementos curriculares se explicitan en la Tabla 5.

Temporalización y recursos

Se estima que la actividad dure unos 30 minutos. Se precisará de ordenadores para los alumnos, así como ordenador y proyector en el aula. Además, serán necesarios 3 rollos de papel higiénico, uno por grupo (formando dos grupos de 5 alumnos y un grupo de 4). Los últimos 10 minutos se destinan a comparar los modelos realizados por los alumnos.

Descripción de la actividad

El docente distribuye a los alumnos en grupos y reparte por cada grupo un rollo de papel higiénico. Se plantea para toda la clase la pregunta “*¿Cuánto miden las distintas capas de la geosfera?*”. Así pues, se indica a los alumnos que deben marcar en este rollo de papel las capas de la tierra, indicando el grosor de cada una y las discontinuidades, así como la perforación más profunda llevada a cabo por el hombre. El tamaño de las capas de la tierra representadas debe ser proporcional a su tamaño real, tomando como escala una hoja de papel higiénico como 100 kilómetros. La actividad finaliza una vez los grupos hayan terminado de plasmar sus modelos, consultando las fuentes que consideren. Se pega el inicio de cada rollo a la pizarra a la misma altura de modo que se puedan comparar, y se extienden a lo largo de la clase. En grupo, el docente hace preguntas a todos los alumnos en torno a los modelos, valorando en conjunto el grosor de cada capa, respondiendo así a la pregunta inicialmente planteada, además de valorar la profundidad de la perforación realizada por el ser humano, de modo que los alumnos extrapolen del modelo lo delgada que es realmente la corteza terrestre y lo poco que se ha podido explorar de manera directa el interior de la tierra.

Evaluación

De cara a evaluar la actividad, se recogen las producciones de los estudiantes, valorando que cada grupo se haya cernido de manera fiel a las medidas reales en su representación.

También, por medio de observación directa y anotaciones tomadas por el docente, se evalúan las respuestas del alumnado durante la reflexión conjunta final, de modo que se aprecie en los alumnos una correcta adquisición de conceptos.

Sesión 2

Actividad 2: “Características y propiedades de los minerales”

Esta segunda actividad se comienza planteando una serie de preguntas que guiarán la sesión, de modo que se pueda conocer el concepto de mineral que tienen los alumnos, así como qué características y propiedades creen que tienen los minerales. Se plantea a los alumnos, en relación con la actividad anterior “*¿Dónde se encuentran los minerales en la Tierra? ¿Hay minerales en todas las capas?*” para finalmente llegar a las preguntas “*¿Qué es un mineral? ¿Qué características posee?*”.

Así pues, los alumnos se colocan por grupos y cada grupo tiene a su disposición una selección de minerales. Se eligen minerales comunes, que destaque por sus características macroscópicas (como el cuarzo por su hábito cristalino, la halita por su sabor salado, etc.). Los alumnos deben expresar qué propiedades y características creen que tienen estos minerales y clasificarlos en función de ellas. El docente tiene una importante función en esta actividad ya que debe guiar a los alumnos y facilitar los conceptos que encaminen hacia una definición de lo que es un mineral, así como hacia las distintas propiedades que poseen.

Objetivos didácticos

- Exteriorizar el modelo mental de mineral de los alumnos
- Deducir entre todo el grupo clase, con ayuda del docente, la definición de mineral y sus características
- Experimentar con las distintas propiedades de los minerales
- Adquirir habilidades y destrezas propias de la geología, útiles para la identificación y descripción de minerales

Elementos curriculares involucrados

Esta actividad se centra en “Conceptos de roca y mineral: características y propiedades”, siendo tratados concretamente los minerales, dentro del bloque de saberes B. Estructura y materiales de La Tierra; y en “Hipótesis, preguntas y conjeturas: planteamiento con perspectiva científica” y “La 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”, encuadrados dentro del bloque de saberes A. Proyecto científico (Tabla 3). El resto de elementos curriculares se explicitan en la Tabla 5.

Temporalización y recursos

La actividad tiene una duración estimada de 50 minutos. Se necesitan 20 minerales (se eligen pirita, calcopirita, galena, sepiolita, cuarzo, talco, yeso, aragonito, calcita,

muscovita, biotita, magnetita, amatista, malaquita, halita, silvita, labradorita, azufre, fluorita y grafito) y al menos 3 ejemplares de cada uno. Además, 3 imanes, 3 lupas, 3 placas de porcelana y 3 de cristal. El docente tendrá un bote de ácido clorhídrico diluido, del que supervisará su uso. La actividad se desarrollará en el laboratorio del centro, donde se debe disponer también de pizarra.

Descripción de la actividad

Se comienza la actividad planteando una serie de preguntas a los alumnos: “*¿Dónde se encuentran los minerales en la Tierra? ¿Hay minerales en todas las capas?*”. Escuchando las respuestas de los alumnos y sus hipótesis, y guiándolos, el docente llega a la pregunta “*¿Qué es un mineral? ¿Qué características posee?*”. A partir de ese momento, los alumnos debaten en grupo (dos grupos de 5 y un grupo de 4) sobre las distintas características y propiedades que encuentran, justificando sus ideas con los minerales que tienen delante. El trabajo en grupos favorecerá la argumentación entre ellos, así como la creación de un modelo conceptual grupal y consensuado. El docente debe atender a las propiedades y características que van encontrando los alumnos y, por un lado, favorecer aquellas características que forman parte de la definición de mineral (inorgánico, sólido, hábito cristalino, composición homogénea, naturalmente creado), citando él las características que no logren expresar los alumnos, pero guiando con sus preguntas hacia esos conceptos, estimulando la indagación planteando preguntas que puedan contestar tras experimentar con los minerales *in situ*. Un punto importante en la actividad es que el docente proponga elementos que podrían confundirse con un mineral (como un diamante tallado por el hombre, o el ámbar), de modo que los alumnos deban utilizar este concepto de mineral que están creando para explicar por qué no lo son.

Por otro lado, respecto a las propiedades de los minerales que surjan, el docente propondrá pruebas para que los alumnos vean que algunos minerales se rayan, otros tienen magnetismo... (se buscará definir las siguientes propiedades: exfoliación, fractura, brillo y sus tipos, densidad, dureza, color de la raya, sabor). Se irán anotando en la pizarra tanto las características de los minerales, como las propiedades de estos.

Evaluación

El docente observará y evaluará criterios relativos al trabajo en grupo y el respeto a las opiniones de los compañeros, así como el nivel de participación de cada alumno en la actividad, valorando la emisión de hipótesis, la toma de datos, la realización de pruebas sobre los minerales, y la interpretación de estas pruebas de cara a identificar propiedades de los minerales.

Sesión 3

Actividad 3: “Identificando minerales por medio de pistas”

Tras la sesión anterior, en la que los estudiantes han trabajado las distintas pruebas disponibles para identificar las propiedades de los minerales, se propone esta sesión de cara a poner en práctica todas esas habilidades. Así, los alumnos, por parejas recibirán un

listado de minerales y sus propiedades macroscópicas más características y deberán relacionar cada muestra con el mineral que corresponde. Esta actividad se desarrolló durante la estancia de prácticas, aunque la que aquí se plantea presenta modificaciones de cara a mejorarla.

Objetivos didácticos

- Realizar técnicas y pruebas propias de la geología con las muestras de minerales, de cara a poder identificarlos
- Identificar determinados minerales en función de sus propiedades características

Elementos curriculares involucrados

Esta tercera actividad se centra en “Conceptos de roca y mineral: características y propiedades” y “Rocas y minerales relevantes o del entorno: identificación” siendo tratados concretamente los minerales, dentro del bloque de saberes B. Estructura y materiales de La Tierra; y en “Hipótesis, preguntas y conjeturas: planteamiento con perspectiva científica” y “La 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” encuadrados dentro del bloque de saberes A. Proyecto científico (Tabla 3). El resto de elementos curriculares se explicitan en la Tabla 5.

Temporalización y recursos

Se estima que la actividad dure los 50 minutos de clase. Se utilizan los mismos minerales de la sesión anterior, si bien se buscan ejemplares distintos. De todos modos, dado que en la sesión anterior el objetivo era trabajar las propiedades y no identificarlos, los alumnos reconocen algunos minerales pero no saben su nombre. La actividad se desarrolla en el laboratorio. Además se precisan imanes, lupas y placas de cerámica y vidrio. El docente tendrá a su cargo ácido clorhídrico diluido para los alumnos que lo requieran, siempre bajo su supervisión.

Descripción de la actividad

Para esta actividad, se divide a los alumnos por parejas (se hizo con la ayuda del tutor de prácticas, de cara a que resultaran homogéneas en cuanto a rendimiento). Se colocan los 20 minerales en 7 grupos, distribuidos de la siguiente manera: Grupo 1. Pirlita, calcopirita, labradorita, malaquita y fluorita; Grupo 2. Galena y sepiolita; Grupo 3. Cuarzo, amatista, calcita, aragonito y halita; Grupo 4. Talco y yeso; Grupo 5. Moscovita y biotita; Grupo 6. Magnetita y grafito; y Grupo 7. Azufre y silvita. De este modo, en cada grupo se pueden encontrar ejemplares con similitudes en cuanto a la apariencia externa o relacionados por sus propiedades características.

Se reparte el listado de los 20 minerales en una ficha, la cual incluye el nombre y las propiedades que posee cada mineral, principalmente aquellas que ayuden a su identificación (una ficha por pareja). De este modo, las parejas van rotando por los 7 puestos, y asegurándose de visitarlos todos para completar la identificación. En cada

puesto deben relacionar el número del ejemplar con el nombre del mineral de su listado (como se puede ver en la **Tabla 6**).

Tabla 6.

Ejemplo de ficha con listado que se reparte a los alumnos para la identificación

Número de ejemplar	Nombre del mineral	Propiedades características
.....	Moscovita	Mineral del grupo de los silicatos, suele ser incolora, blanca o plateada. Presenta exfoliación típica. Color de raya blanca o incolora. Brillo vítreo (refleja la luz).
.....	Biotita	Mineral del grupo de los silicatos, suele ser de color negro u oscura. Presenta exfoliación típica. Color de raya blanquecina o incolora. Brillo vítreo (refleja la luz).

Las parejas de alumnos van pasando por cada puesto, buscando relacionar las características que leen en la ficha con los minerales que tienen delante. Así, deben ponerse de acuerdo para llenar la ficha común, argumentando a favor de un mineral u otro, así como planteando conjeturas o hipótesis con respecto a algún ejemplar que deberán confirmar o descartar tras realizar las pertinentes pruebas de identificación. El docente estará pendiente de ayudar a las parejas que lo necesiten y de aclarar conceptos que no queden claros en el listado descriptivo.

Evaluación

Se recogen las fichas llenadas por cada pareja, las cuales se evalúan a fin de establecer cuántos minerales se han identificado. Además, por medio de la observación durante la actividad, así como con un registro de anotaciones, el docente evalúa la participación activa de cada alumno y la actitud experimental y de realización de pruebas.

Sesión 4

Actividad 4: “Cada oveja con su pareja”

Esta actividad se enlaza y contextualiza con la tercera actividad ya que contribuye a complejizar el modelo mental de mineral que se está desarrollando a lo largo de la propuesta. Con esta actividad, se busca que los alumnos relacionen determinados minerales con los objetos de uso cotidiano de los que forman parte, especialmente en función de sus propiedades. Para esta actividad, los alumnos podrán llevar el chromebook para buscar la composición de los objetos que se les presenten. Deberán llenar una ficha en la que relacionen cada objeto con un mineral y por qué propiedad se justifica el uso.

Objetivos didácticos

- Relacionar el uso que se le da a los minerales con las propiedades que los hacen idóneos para ese uso
- Adquirir destrezas en el manejo de los minerales

Elementos curriculares involucrados

Esta actividad trabaja los saberes “Conceptos de roca y mineral: características y propiedades”, “Rocas y minerales relevantes o del entorno: identificación” y “Usos de los minerales y las rocas: su utilización en la fabricación de materiales y objetos cotidianos”, siendo tratados concretamente los minerales, dentro del bloque de saberes B. Estructura y materiales de La Tierra. Dentro del bloque de saberes A. Proyecto científico, se trabajan “Hipótesis, preguntas y conjeturas: planteamiento con perspectiva científica” y “Estrategias de utilización de herramientas digitales para la búsqueda de información, la colaboración y la comunicación de procesos, resultados o ideas en diferentes formatos” (Tabla 3). El resto de elementos curriculares se explicitan en la Tabla 5.

Temporalización y recursos

Esta actividad se desarrolla a lo largo de los 50 minutos que dura la clase. Se realiza en grupos (dos grupos de 5 y un grupo de 4) y se coloca una bandeja por grupo. En cada bandeja hay 10 minerales, de los que ya han trabajado y conocen, pero además 10 objetos de uso cotidiano. Concretamente los minerales y objetos que se proponen son: halita y sal de mesa, grafito y lápiz, fluorita y pasta de dientes, talco y polvos de talco, pirita y un clavo, sepiolita y arena para gatos, yeso y un trozo de escayola, moscovita y una imagen de chimenea antigua, cuarzo y papel de lija, y malaquita y pigmento verde. Se precisan 3 muestras de cada. Se propone el laboratorio como aula en la que desarrollar esta actividad.

Descripción de la actividad

En los grupos de la sesión 2, los alumnos deben relacionar 10 minerales con los objetos de los que forman parte. Para esto, pueden hacer uso de las búsquedas por medio del chromebook, de cara a investigar y recoger datos sobre la composición de los distintos objetos cotidianos. Una vez los tres grupos hayan terminado, se realizará una puesta en común de las relaciones y las hipótesis de por qué se utilizan.

Para terminar, se reparte una ficha individual en la que debe explicar esta relación entre el uso que se le da al mineral y qué propiedad o propiedades son las que favorecen dicho uso.

Evaluación

Se recogen las fichas producidas por los alumnos, en las que se evalúa el desarrollo de la explicación de las relaciones existentes entre los minerales y los objetos. Además, el docente, por medio de anotaciones y observación del alumnado durante la actividad valora aspectos del trabajo en grupo, así como la participación activa del alumnado.

Sesión 5 y 6

Actividad 5: “Explorando los usos de los minerales en distintas profesiones”

Los alumnos, por parejas, adquieren una profesión al azar, de entre las siete determinadas por el docente. Deben buscar al menos cuatro minerales que se utilicen en esa profesión, y justificar por qué, en función de sus propiedades. En la primera sesión, se elabora una

presentación o póster, el cual se expone al resto de la clase en la sesión 6. Esta actividad se llevó a cabo durante la estancia de prácticas.

Objetivos didácticos

- Familiarizarse con minerales que se utilizan en múltiples profesiones en el día a día
- Trabajar por parejas, siendo el trabajo equitativo de manera que se repartan las tareas
- Buscar información en internet, en fuentes fiables
- Relacionar minerales con sus usos en función de sus propiedades
- Exponer de manera clara y coherente, utilizando apropiadamente conceptos de tipo científico y geológico

Elementos curriculares involucrados

Esta actividad trabaja el saber “Usos de los minerales y las rocas: su utilización en la fabricación de materiales y objetos cotidianos”, concretamente los usos de los minerales, dentro del bloque de saberes B. Estructura y materiales de La Tierra. Dentro del bloque de saberes A. Proyecto científico, se trabajan “Estrategias de utilización de herramientas digitales para la búsqueda de información, la colaboración y la comunicación de procesos, resultados o ideas en diferentes formatos” y “Fuentes fidedignas de información científica: reconocimiento y utilización” (Tabla 3). El resto de elementos curriculares se explicitan en la Tabla 5.

Temporalización y recursos

Esta actividad se propone para desarrollar en el aula estándar, a lo largo de dos sesiones de 50 minutos. Se precisan los chromebooks de los alumnos, así como un ordenador y un proyector para realizar las exposiciones.

En la segunda sesión, cada pareja tiene unos 7 minutos para presentar su trabajo, 3 o 4 para la exposición y 3 o 4 para preguntas posteriores.

Descripción de la actividad

Los alumnos se disponen por las parejas de la sesión 3. El docente, por sorteo, asigna una profesión a cada pareja, de entre: construcción, agricultura, joyería, informática, industria farmacéutica, industria del maquillaje e industria del metal. Los alumnos, con su profesión asignada, deben buscar qué minerales se utilizan en sus respectivas profesiones (al menos 4) y justificarlo en base a las propiedades de esos minerales. El papel del docente en esta sesión es el de resolver dudas, así como cerciorarse de que las fuentes de las que sacan la información son las correctas. Además, facilita a los alumnos la rúbrica que se tendrá en cuenta para la exposición de la presentación en la siguiente sesión.

En la sexta sesión, los alumnos salen por parejas en orden aleatorio y exponen la presentación que han preparado. El resto de alumnos escucha y se le pide que participe y realice preguntas.

Evaluación

Durante la primera sesión, el docente por medio de la observación directa evalúa aspectos del trabajo en parejas, así como de la participación de cada miembro en el proyecto común.

Para evaluar la exposición, los alumnos disponen de una rúbrica con los aspectos que se van a tener en cuenta. Por un lado se valora el contenido de las presentaciones, a nivel de profundidad y coherencia. Por otro, el diseño de la presentación. El tercer aspecto a evaluar es el de la exposición oral como tal, de forma individual, donde se valoran los aspectos formales de la misma, como la coherencia en la expresión de ideas y el rigor científico de la información que se transmite. También se valorará la participación y la realización de preguntas a otras parejas.

Por último, se recomienda una coevaluación que pueden realizar los alumnos, valorando el trabajo del compañero de pareja, así como el correcto reparto de tareas, la implicación, etc. Esta coevaluación se llenaría de forma individual y como tarea antes de la siguiente sesión, por medio de Google Classroom.

Sesión 7

Actividad 6: “¿Cómo distinguir un mineral de una roca?”

Tras la serie de sesiones sobre los minerales, en esta sesión se llevan a clase ejemplares de granito, de caliza y de pizarra, además de minerales como la mica, el feldespato, el cuarzo y la calcita. Se plantea la pregunta que da nombre a la actividad y, por medio de preguntas mediadoras del docente, como “*¿Dónde vemos aquí los minerales?*”, se va guiando a los alumnos, proyectando imágenes que ayuden a clarificar, como una imagen de la pizarra al microscopio (de modo que los alumnos vean los distintos minerales que componen esta roca, los cuales son más difíciles de encontrar que, por ejemplo, los del granito).

Tras esto, se proyecta un vídeo sobre el ciclo de las rocas, y se termina la sesión con el llenado de una ficha en la cual cada alumno plantea una hipótesis sobre qué tipo de roca es cada una, así como cómo se han formado cada una de ellas.

Objetivos didácticos

- Relacionar el concepto de mineral ya formado con el nuevo concepto mental de roca
- Diferenciar entre rocas metamórficas, sedimentarias e ígneas

Elementos curriculares involucrados

En esta actividad se trabajan los saberes “Conceptos de roca y mineral: características y propiedades” y “Estrategias de clasificación de las rocas: sedimentarias, metamórficas e ígneas. El ciclo de las rocas” pertenecientes al bloque de saberes B. Estructura y materiales de La Tierra; e “Hipótesis, preguntas y conjeturas: planteamiento con perspectiva científica”, del bloque de saberes A. Proyecto científico (como se puede ver en la Tabla 3). El resto de elementos curriculares se explicitan en la Tabla 5.

Temporalización y recursos

Esta actividad se plantea para una sesión de 50 minutos. Se precisan de varios ejemplares de granito, caliza y pizarra, así como de mica, feldespato, cuarzo y calcita, los cuales se llevan al aula estándar. La primera parte de la clase se dedica a trabajar con estos ejemplares, aunque se necesita de un ordenador en el aula y proyector, de cara a poder proyectar imágenes que ayuden a clarificar conceptos a los alumnos. En la segunda parte de la clase se utilizan el ordenador y proyector del aula para presentar un vídeo sobre el ciclo de las rocas y, para terminar, los alumnos llenan unas fichas sobre las rocas que han podido manejar.

Descripción de la actividad

La actividad se comienza repartiendo a los alumnos varios ejemplares de granito, caliza y pizarra, así como de mica, feldespato, cuarzo y calcita. El docente plantea la pregunta “*¿Cómo distinguir un mineral de una roca?*”. Así pues, los alumnos, que en principio ya conocen esos minerales que se han llevado al aula, buscan en las rocas las diferencias que ven claras. Con el granito es sencillo, ya que los minerales se pueden apreciar a simple vista, pero la caliza y la pizarra son más complicadas, suscitando el debate entre los alumnos. El docente puede preguntar también “*¿Dónde están aquí los minerales?*”. Así, en función de las preguntas e hipótesis que vayan planteando los alumnos, se pueden proyectar imágenes de estas dos rocas vistas al microscopio.

Tras esto, se proyecta un vídeo para la clase relativo al ciclo de las rocas y su clasificación, realizado por el Instituto Geológico y Minero de España (IGME) (<https://www.youtube.com/watch?v=BIUIxH9t28s>).

Finalmente, cada alumno rellena una ficha en la que describe cada una de las tres rocas, las dibuja y conjetura sobre qué tipo de roca cree que es, así como cómo se ha formado.

Evaluación

Se recogen las fichas individuales, en las cuales se valora si se ha relacionado correctamente el tipo de roca con cada muestra, así como con el proceso de formación (valorando la justificación de esa conclusión), de modo que se pueda determinar si el vídeo ha sido útil para explicar el ciclo de las rocas. Además, por medio de la observación durante la actividad, así como con un registro de anotaciones, el docente evalúa la participación activa de cada alumno, la realización de preguntas y la formulación de hipótesis.

Sesión 8

Actividad 7: “Crea tu propia roca”

Tras la actividad 6, en la que el alumnado ha aprendido en el aula la clasificación que existe de las rocas y cómo se han formado, se propone esta actividad en el laboratorio, de modo que puedan llevar a cabo unos sencillos experimentos que permitan relacionar cada

tipo de roca con cómo se han formado. Estos experimentos se han extraído de la publicación de Salgado Ballesteros (2019).

Objetivos didácticos

- Comprender el proceso de formación de cada tipo de roca, mediante la analogía con materiales asequibles
- Identificar las características de los principales grupos de rocas

Elementos curriculares involucrados

Esta actividad trabaja los saberes “Conceptos de roca y mineral: características y propiedades”, “Estrategias de clasificación de las rocas: sedimentarias, metamórficas e ígneas. El ciclo de las rocas”, dentro del bloque de saberes B. Estructura y materiales de La Tierra. Por otro lado, dentro del bloque de saberes A. Proyecto científico, se trabaja “La 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 “Modelado como método de representación y comprensión de procesos o elementos de la naturaleza” (Tabla 3). El resto de elementos curriculares se explicitan en la Tabla 5.

Temporalización y recursos

Para esta actividad se necesita el laboratorio del centro. Además, se precisará de material para realizar los experimentos que propone Salgado Ballesteros (2019): azúcar, bicarbonato sódico, un recipiente metálico, un mechero y dos platos; arcilla, agua y una bandeja con ranuras, así como granos y legumbres de distintos tipos (lentejas, garbanzos, arroz, avena); y plastilinas de colores.

Descripción de la actividad

Los alumnos se colocan por grupos, los mismos que se realizaron para las sesiones 2 y 4. Estos grupos tienen delante una serie de materiales. Así, tras haber visto el vídeo del ciclo de las rocas en la sesión anterior, el docente pide a los alumnos que modelicen, utilizando las plastilinas, cómo se da la formación de las rocas metamórficas. De esta manera, se busca que los alumnos mezclen las plastilinas simulando las situaciones de temperatura y presión que sufren estas rocas.

Después, los alumnos deben coger la bandeja con ranuras y colocarla levemente inclinada, para después dejar caer arcilla y posteriormente agua. De esta manera se explica como el agua, junto a otros agentes, se encargan de distribuir fragmentos de roca, los cuales, se depositan en depresiones y se compactan, dando lugar, por ejemplo, a conglomerados, es decir, a rocas de tipo sedimentario. También se les pide que prueben con los distintos granos y semillas el mismo procedimiento, de modo que observen que a diferentes tamaño de material, se colocan en un sitio u otro, dando lugar a “rocas” con un granulado más fino o más grueso.

Para terminar la sesión, se modelizan las rocas ígneas. Para esto, se utilizará azúcar, el cual se pone a calentar por el docente en el recipiente metálico con la ayuda de un

mechero. Una vez líquido, se vierte un tercio en uno de los platos, creando una fina lámina que solidificará (asemejándose a una obsidiana); un segundo tercio se mezcla en otro de los platos con bicarbonato de sodio, asemejándose a magma que ha llegado a la superficie y se ha mezclado con los gases de la atmósfera (como una pumita); y la tercera parte se deja enfriar en el recipiente lentamente, de modo que se pueda observar la formación de cristales (propios de las rocas ígneas plutónicas). Estos últimos experimentos los llevará a cabo el docente principalmente, ya que requiere de manipulación de material caliente.

De este modo, y por medio de objetos de uso cotidiano, el alumnado puede construir conocimientos gracias al uso de las analogías, simulándose el proceso de formación de las distintas rocas, lo cual les va a ayudar a la hora de alcanzar los objetivos de aprendizaje.

Evaluación

Para evaluar esta actividad, el docente observa y toma notas del trabajo de los alumnos, tanto a nivel de grupo como a nivel de participación individual y motivación por la actividad, planteando hipótesis, formulando preguntas y experimentando y manipulando los materiales a su disposición.

Sesión 9

Actividad 8: “Claves dicotómicas con rocas”

En esta sesión, se pretende relacionar lo visto a lo largo de las dos sesiones anteriores, con la creación de una clave dicotómica. Por tanto, se comienza la sesión con los mismos 3 ejemplares que se llevaron al aula en la sesión 7, y se amplia a 15 muestras, de cara a realizar una clave dicotómica en la que clasificarlos, en grupos y guiados por el docente.

Objetivos didácticos

- Aprender a realizar y manejar una clave dicotómica
- Reconocer las características de los principales grupos de rocas
- Identificar las rocas más representativas de cada grupo

Elementos curriculares involucrados

Esta actividad se centra en “Conceptos de roca y mineral: características y propiedades” y “Estrategias de clasificación de las rocas: sedimentarias, metamórficas e ígneas. El ciclo de las rocas”, dentro del bloque de saberes B. Estructura y materiales de La Tierra; y en “Hipótesis, preguntas y conjeturas: planteamiento con perspectiva científica” y “La 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”, encuadrados dentro del bloque de saberes A. Proyecto científico (Tabla 3). El resto de elementos curriculares se explicitan en la Tabla 5.

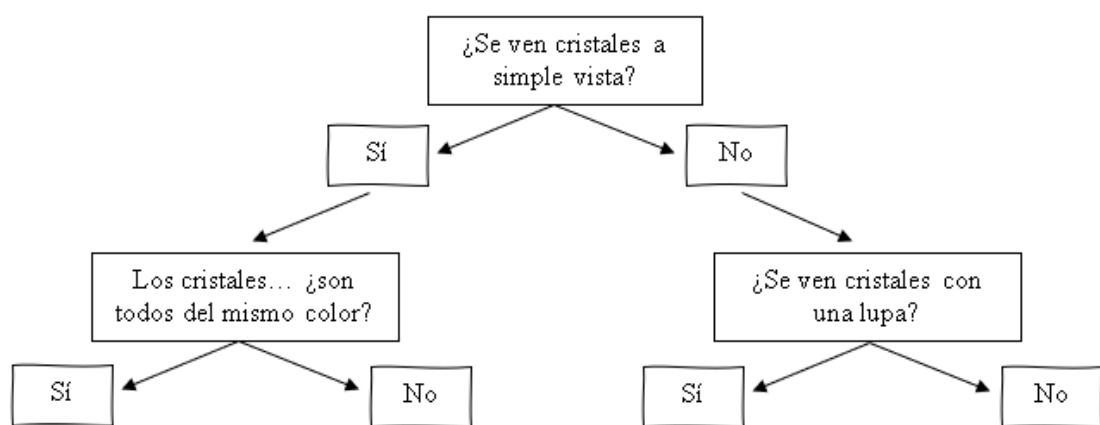
Temporalización y recursos

La actividad se realiza en una sesión de 50 minutos en el laboratorio. Serán necesarias varias muestras de rocas de distintos tipos: ígneas (volcánicas y plutónicas), sedimentarias y metamórficas. Por ejemplo: granito, gabro, sienita (ígneas plutónicas); basalto, pumita, obsidiana (ígneas volcánicas); conglomerados, areniscas, travertino, caliza, yeso, carbón (sedimentarias); y gneiss, pizarra y mármol (metamórficas). Estos 15 ejemplares se deben encontrar triplicados, de modo que existan tres zonas de trabajo, una por grupo. También se necesitan lupas, así como ácido clorhídrico diluido, cuyo uso supervisa el docente.

Descripción de la actividad

La actividad comienza con una reflexión conjunta sobre los ejemplares de rocas que se vieron en la sesión 7 (granito, caliza y pizarra), de modo que integrando lo aprendido en la sesión anterior, además de lo que vieron en el vídeo del ciclo de las rocas, puedan contestar a la pregunta “*¿Qué tipo de roca es cada una y por qué?*”. A continuación, los alumnos, por grupos, y guiados por el profesor, desarrollan la clave dicotómica que englobe a las 15 rocas que tiene cada grupo en su puesto de trabajo. El docente aportará ideas o criterios cuando a los alumnos les resulte más complicado. Así, se empezaría por “*¿Se ven cristales a simple vista?*”, agrupando a un lado los que sí y al otro los que no (ejemplo en la Figura 2). El docente será el que escriba la clave dicotómica en la pizarra, escuchando las aportaciones de los alumnos.

Figura 2.
Ejemplo de clave dicotómica a desarrollar en la sesión 9



Evaluación

Para evaluar esta actividad se tienen en cuenta distintos aspectos. Por un lado, se analizan las respuestas a la pregunta que se plantea inicialmente, de modo que se puedan contrastar con las fichas llenadas en la sesión 7, para analizar la mejoría en la adquisición de conceptos. Por otro lado, se evalúa a los alumnos durante la actividad por medio de la observación directa y la toma de anotaciones, de modo que se valore su participación en el proceso de indagación, así como su desempeño en el trabajo en grupo.

Sesión 10

Actividad 9: “Las rocas de nuestro entorno”

Para terminar con esta propuesta y a modo de cierre, se realiza una salida por los alrededores del centro, siguiendo una ruta previamente planificada por el docente con el fin de que los alumnos vean en su propio barrio los usos de las rocas, como en portales y edificios. Además, se emplea la aplicación “*Rock identifier*” disponible para su descarga gratuita en Google Play, y que permite, por medio de una foto, identificar rocas.

Objetivos didácticos

- Afianzar la clasificación de las rocas
- Reconocer los principales tipos de rocas
- Conocer distintos usos de las rocas en la vida cotidiana

Elementos curriculares involucrados

Esta actividad trabaja los saberes “Rocas y minerales relevantes o del entorno: identificación” y “Usos de los minerales y las rocas: su utilización en la fabricación de materiales y objetos cotidianos”, siendo tratadas concretamente las rocas, dentro del bloque de saberes B. Estructura y materiales de La Tierra. Por otro lado, dentro del bloque de saberes A. Proyecto científico, se trabaja el saber “Estrategias de utilización de herramientas digitales para la búsqueda de información, la colaboración y la comunicación de procesos, resultados o ideas en diferentes formatos” (Tabla 3). El resto de elementos curriculares se explicitan en la Tabla 5.

Temporalización y recursos

Se plantea un recorrido por el barrio de 30 minutos, con 20 minutos para paradas, dudas y vuelta al centro. Al contextualizarse esta actividad en un grupo de 14 alumnos, en principio con un docente sería suficiente, aunque si otro docente del departamento puede acompañar en la sesión, se atenderán mejor las dudas del grupo. El docente deberá llevar su móvil con la aplicación “*Rock identifier*” instalada, además de instar a aquellos alumnos que tengan móvil a descargarla también. Además, cada alumno llevará un cuaderno para anotar.

Descripción de la actividad

Se propone un paseo de 30 minutos con los alumnos, observando los materiales que más frecuentemente aparecen en su entorno, pasando por portales y edificios que el docente haya marcado como puntos del recorrido, ya que habrá realizado previamente la ruta y seleccionado aquellos edificios/portales/elementos arquitectónicos donde se puede observar el uso de rocas (de distintas clases, de modo que se vean representados todos los tipos de roca). En estos puntos, el docente estimulará a los alumnos a que indiquen qué tipo de roca creen que tienen delante, y posteriormente los alumnos podrán tomar una foto y por medio de la aplicación “*Rock identifier*” comprobar si han acertado o no. Para esto, el docente habrá comprobado previamente que en dichos puntos del recorrido la aplicación funciona correctamente con las muestras seleccionadas. Cada alumno deberá

ir anotando en un cuaderno los materiales que se observan en cada parada, así como las características que han hecho que lo identifiquen.

Evaluación

El docente recoge los cuadernos de los alumnos, de modo que se valora que hayan anotado todos los tipos de rocas que se han visto en las paradas seleccionadas a lo largo del paseo, valorando su uso para esa determinada localización, así como las características propias de cada roca que les han permitido identificarla.

Además, valorará por medio de la observación la actitud del alumnado en la salida, su participación y el comportamiento con el resto de compañeros.

V. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Para analizar los resultados de aprendizaje, se tendrán en cuenta las producciones que elaboraron los alumnos de 1º de la ESO Brit durante la estancia de prácticas en el IES José Manuel Blecua. Sin embargo, como ya se ha mencionado antes, la mayoría de las actividades descritas en esta propuesta didáctica no se llegaron a llevar a cabo, principalmente por tiempo, ya que solo se pudo impartir la unidad didáctica relativa a los minerales. Además, la planificación de esta unidad también se ha modificado tras el periodo de prácticas, reutilizando alguna de las actividades elaboradas pero modificándolas, de cara a mejorarlas tras haber visto cómo funcionaron en el aula.

Los resultados de la actividad 0 o evaluación inicial se encuentran detallados en el apartado III. Propuesta didáctica, B. Evaluación inicial. Además, las 14 respuestas de los estudiantes se pueden encontrar en https://docs.google.com/document/d/1fRyCIkAeTUgU_IjZjX4pY3SicoQ0vuh_48Vr3oJBCa4/edit?usp=drive_link.

La actividad 1 se propone en este trabajo, precisamente por estos resultados obtenidos en la evaluación inicial (solo un 35% de los alumnos era capaz de nombrar las tres capas de la geosfera). En esta actividad, los instrumentos de evaluación serían tanto los modelos elaborados por cada grupo como las respuestas del alumnado durante la discusión final, las cuales se deben recoger por el docente, de modo que se pueda verificar que todos los alumnos interpretan correctamente el grosor estimado de cada capa tras la puesta en común de todos los modelos.

Para la actividad 2, “Características y propiedades de los minerales” se evaluarán los aspectos relativos a la indagación, como la observación, manipulación, experimentación y emisión de hipótesis en base a los ejemplares de minerales con los que trabaja el alumnado. También se tiene en cuenta la participación para la construcción consensuada del concepto de mineral entre todo el grupo, así como la participación individual en el desarrollo de habilidades y destrezas en el laboratorio útiles en la identificación y descripción de minerales.

La actividad 3, “Identificando minerales por medio de pistas” se llevó a cabo durante las prácticas, si bien las pistas eran más breves y concisas, ya que el alumnado trabajaba por primera vez con los ejemplares de minerales y con las destrezas y habilidades propias de la identificación y descripción de ejemplares. Sin embargo, la actividad resultó un éxito: un 70% de los alumnos reconoció los 14 minerales con los que se trabajó; el 30% restante reconoció 12 minerales. Los dos minerales en los que fallaron los alumnos fue en la calcopirita y la pirita, debido probablemente a una pobre comprensión del concepto “hábito”. En la actividad propuesta en este trabajo, al haber trabajado las propiedades en la actividad anterior, se esperaría un logro total en los resultados de aprendizaje, siendo la ficha que se recoge de cada pareja el instrumento que se evalúa, así como por medio de la observación del trabajo de cada pareja y el desarrollo de las destrezas adquiridas en la actividad anterior.

Para la actividad 4, “Cada oveja con su pareja” los instrumentos de evaluación serían las fichas elaboradas por cada alumno, las cuales permitirían observar si se ha creado la correcta relación entre el uso de un mineral con la propiedad que facilita ese uso, valorando el grado de complejidad con el que estas relaciones se describen.

La actividad 5, “Explorando los usos de los minerales en distintas profesiones” se llevó a durante la estancia en el centro, de manera satisfactoria, con lo que apenas se han realizado modificaciones. Algunas producciones de los estudiantes (presentaciones y pósteres) se presentan aquí (Figura 3), y permiten observar que la tarea se completó con eficacia, si bien, algunos alumnos reconocieron copiar y pegar información sin tener muy claro qué significaban todos los conceptos. Por otro lado, se observó en algunas parejas que no quedaba clara la relación entre el elemento químico y el mineral del que se extrae.

Figura 3.

Algunas producciones del alumnado realizadas en la actividad 5



A partir de la actividad 6, “¿Cómo distinguir un mineral de una roca?”, las actividades que se describen en la propuesta no se han llevado al aula, ya que el tutor de las prácticas fue el encargado de explicar todo lo relativo a rocas. Sin embargo, se procede a explicar cómo se emplearán los instrumentos de evaluación planteados para cada una de las actividades restantes. De modo que, la ficha individual que completan los alumnos en la actividad 6 serviría para compararla con la ficha que completan tras la actividad 8 “Claves dicotómicas con rocas”, de modo que sea esta última ficha la que se evalúe y demuestre un mayor entendimiento de los tipos de rocas y su formación, permitiendo valorar de manera indirecta la eficacia del video del ciclo de las rocas y de la actividad 7 “Crea tu propia roca”. Por otro lado, se evalúan a lo largo de estas actividades aspectos relativos a la indagación, la formulación de hipótesis y la experimentación en el laboratorio, de modo que se pueda evaluar el cumplimiento de los objetivos generales de la propuesta (concretamente el que busca un desarrollo de habilidades y destrezas de tipo científico). Estos aspectos se evalúan por medio de la observación directa y la toma de anotaciones en la actividad 8, en la creación de la clave dicotómica, así como en las actividades 6 y 7.

Para finalizar, la actividad 9 “Las rocas de nuestro entorno” se evaluaría por medio del cuaderno de cada alumno, de modo que se observe que los alumnos relacionan cada roca con el tipo que es, sus características y el uso que se le ha dado en ese determinado lugar.

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

A lo largo de este Trabajo de Fin de Máster se ha presentado una propuesta didáctica, implementada parcialmente durante el segundo periodo de prácticas, que buscaba dar respuesta a una serie de problemas planteados previamente. Estos eran principalmente las ideas alternativas que generalmente presentan los estudiantes (y que parcialmente se pudieron comprobar que presentaba también el grupo con el que se trabajó), así como con concepciones sobre la geología pobres en general ya que se suele impartir en menor grado y de manera más bien descriptiva, lo cual no permite extrapolar la idea de que la geología es una ciencia experimental.

Con todo esto expuesto, se ha tratado de presentar una propuesta basada en metodologías activas que estimularan la indagación y donde la construcción del conocimiento partiera desde las hipótesis del alumnado, lo cual permitiera desterrar la idea de la geología como una ciencia descriptiva. Además, el trabajo de modelización y la argumentación, permiten adquirir destrezas como la representación y explicación de fenómenos mediante el uso de modelos así como la extracción de conclusiones y la habilidad de justificarlas.

La elección de estas metodologías activas viene, en parte, de la experiencia de las prácticas y no solo tras la búsqueda bibliográfica. Si bien solo se pudieron llevar a cabo dos actividades de las aquí planteadas, fueron precisamente las que involucraban el laboratorio y la exposición por parejas, y resultaron ser las mejor recibidas por el alumnado. El resto de sesiones se impartió de manera magistral, intercaladas con tareas o realización de cuestionarios por medio de *Kahoot*, pero se observó una baja adquisición de conceptos, en general. El uso del *Kahoot*, si bien les resultaba muy divertido a los alumnos, terminaba siendo una herramienta de competición en la que el alumnado contestaba a la primera opción posible sin leer la pregunta, de modo que aunque fallaran les sumara puntos la rapidez de respuesta. Por ejemplo, los contenidos de la actividad 1 durante la estancia de prácticas se impartieron en forma de clase magistral, y posteriormente se utilizó un cuestionario en *Kahoot* para evaluar la adquisición de contenidos. Este cuestionario obtuvo unos resultados bastante bajos. Es por esto, que para esta propuesta se buscó modificar la actividad, en base a la bibliografía que demuestra que la modelización analógica permite una mejor construcción del conocimiento, además de permitir al alumnado visualizar de manera efectiva un concepto que generalmente tiende a interpretarse incorrectamente, dando lugar al erróneo sobredimensionamiento de la corteza.

La actividad 2, “Características y propiedades de los minerales” se realizó de forma similar a como está planteada en este trabajo, pero en el aula y sin las muestras de minerales *in situ*, lo cual dificultó seriamente la comprensión de alguna de las propiedades. Es por esto, que se plantean modificaciones en esta propuesta, de manera que los alumnos observen los minerales y los manipulen, y así puedan experimentar con ellos y emitir hipótesis, llevando a cabo un proceso de indagación que permita la construcción de conocimiento. De esta forma también, se espera una mejoría en los resultados de la actividad 3 “Identificando minerales por medio de pistas”, ya que se

permite a los alumnos una sesión entera de experimentación guiada y de observación directa de las propiedades de los minerales, antes de que deban identificar por sí mismos muestras de minerales. Durante la estancia de prácticas, y como se comenta en el apartado anterior, se realizó la actividad 3 (aunque con pistas simplificadas) y si bien el resultado final fue casi de un 100% de aciertos, el término “hábito” no quedó tan claro al explicarlo en clase, como se asume que quedaría en esta propuesta en la que se ha podido dedicar toda la actividad 2 a ver distintos minerales y a comentar las propiedades de estos conforme se comparan unos y otros ejemplares.

Para la actividad 5 “Explorando los usos de los minerales en distintas profesiones”, se describe en la actividad que uno de los roles del docente durante la realización de la presentación es el de supervisar por un lado las fuentes de las que se extrae la información así como que los alumnos estén buscando correctamente los minerales y no los elementos químicos; y por otro lado, el uso del corta y pega, el cual resulta en que los alumnos no saben por qué han añadido esos minerales, no estableciendo la relación entre sus usos y sus propiedades.

Si bien el resto de actividades no se han llegado a poner en marcha, se han tratado de mantener las metodologías activas como la indagación, modelización y argumentación a lo largo de las sesiones, con la creación de una clave dicotómica, la experimentación en el laboratorio para recrear la formación de las rocas con modelos analógicos o la deducción del concepto de roca por medio de una discusión guiada favorecida por el docente. Por último, se propone una salida del centro para observar el uso de las rocas en los alrededores del centro, de modo que se acerquen los contenidos a la realidad de los alumnos. En principio, se esperarían unos buenos resultados derivados de estas actividades, si bien podrían presentarse imprevistos relativos a la temporalización, como que solo en cuatro sesiones no se logren conseguir los objetivos que se proponen para las rocas, siendo que para los minerales se han dedicado cinco (y no se ha incluido nada sobre su clasificación).

Como propuestas de mejora generales, se plantean las siguientes:

- Atendiendo a las competencias específicas que aparecen en el currículo y sus criterios de evaluación, se podría, durante la actividad 1 de modelización en un rollo de papel higiénico, destacar el papel de la científica Inge Lehmann en su descubrimiento sobre el límite entre el núcleo externo y el núcleo interno (CE.BG.2.3).
- Continuando con las competencias específicas y sus criterios de evaluación, en relación con la sostenibilidad y la conservación del medio ambiente (CE.BG.5.1), se podría trabajar en clase durante la actividad 5 “Explorando los usos de los minerales en distintas profesiones” la sobreexplotación de recursos.

VII. CONSIDERACIONES FINALES

Para finalizar este trabajo, considero que realizar esta propuesta didáctica ha resultado enriquecedor a la vez que desafiante, por varios motivos. Hasta este cuatrimestre, en el cual he cursado “Contenidos Disciplinares de Geología” en el Máster, llevaba literalmente desde 1º de la ESO sin ver temario relacionado con la geología. Esto supuso que, cuando acordé con el tutor impartir la Unidad Didáctica relativa a los minerales, me pareciera todo un reto. Por supuesto el nivel de 1º de la ESO es muy sencillo y en seguida el reto dejó de serlo. Sin embargo apareció el segundo desafío, impartir dicha unidad en inglés. También ha sido un reto que he podido superar fácilmente, pero para el que hube de prepararme, sobre todo a nivel de gestión de aula y de los recursos de los que disponía (pues estoy más acostumbrada a explicarme en castellano).

Una vez comencé a plantear las actividades que quería desarrollar en el aula vi lo complicado que podía llegar a ser. Por un lado, porque al final se trata de un periodo de prácticas con tiempo limitado, pero también en el que debes ponerte de acuerdo con el tutor para la realización de la propuesta. Sin embargo, lo disfruté enormemente. La primera estancia me sirvió para echar un pequeño vistazo a cómo funcionaba un instituto, además de para aumentar las ganas que tenía de dar clase; la segunda estancia me permitió ponerme a prueba realmente. El grupo con el cual se desarrollaron las prácticas facilitó mucho el trabajo, ya que se mostraron motivados con el tema y con ganas de aprender.

Así pues, dado que durante el prácticum no se pudo llevar a cabo todo lo que habría deseado, se expone en esta propuesta.

Respecto al Máster, realizando una valoración final de lo que ha supuesto y de los aprendizajes que me deja, he podido reflexionar sobre la importancia de aprender a enseñar y a motivar al alumnado. Asignaturas como “Diseño de actividades de aprendizaje de Biología y Geología” o “Innovación e investigación educativa en Biología y Geología” me han permitido aprender sobre la parte previa a dar clase, sobre la planificación con sentido de una propuesta, debidamente fundamentada y con objetivos marcados. La asignatura “Contenidos Disciplinares de Geología” ha resultado enriquecedora, sobre todo por la parte práctica de identificación de minerales, rocas y fósiles, pero también en su parte teórica. Como ya he mencionado, llevaba años sin estudiar geología y realmente he disfrutado de aprender. Por último, si bien la asignatura “Diseño curricular e instruccional de ciencias experimentales” en un principio fue la que menos me gustó, por ser básicamente el estudio de la LOMLOE y el currículo, mi opinión se ha modificado totalmente a lo largo del Máster. Al final ha resultado ser una asignatura clave, ya que resulta totalmente necesario comprender los elementos curriculares, para siquiera plantearse diseñar una propuesta didáctica con sentido.

En conclusión, considero que cada asignatura cursada durante el Máster me ha servido de una u otra manera para desarrollarme como futura docente, si bien hay determinados aspectos, como la innovación educativa, las estrategias de enseñanza o el proceso de evaluación, que considero que serán necesarios abordar a lo largo de mi formación permanente.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aramendi Jauregui, P., Arburua Goinetxe, R.M. y Buján Vidales, K. (2018). El aprendizaje basado en la indagación en la enseñanza secundaria. *Revista de Investigación Educativa*, 36(1), 109-124.DOI: <http://dx.doi.org/10.6018/rie.36.1.278991>
- Baena Nogueras, R. M., y Gutiérrez Pérez, J. (2012). Estudio de réplica sobre evolución de las ideas previas de los estudiantes: El relieve y su geodinámica. *Revista de Investigación e Innovación Educativa*, 2(2).
- Badenes March, J. A., Llusrat Vicent, M., & Monrós Tomás, G. (2021). Análisis de la docencia a través del Trabajo Fin de Máster. En *Actas electrónicas del XI Congreso Internacional en Investigación en Didáctica de las Ciencias 2021. Aportaciones de la educación científica para un mundo sostenible*, 841-844. Lisboa: Enseñanza de las Ciencias. ISBN 978-84-123113-4-1
- Carrascosa Alís, J. (2005). El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (parte I). Análisis sobre las causas que la originan y/o mantienen. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2(2), 183-208.
- Carrillo Rosúa, J., Vilchez González, J. M., y González García, F. (2010). Ideas previas en el alumnado de magisterio de educación primaria sobre el interior de la tierra. *Comunicación presentada en el II Congreso Internacional de Didáctiques*, Girona.
- Cristobal Tembladera, C. M. y García Poma, H. A. (2013). La indagación científica para la enseñanza de las ciencias. *Horizonte de la Ciencia*, 3(5), 99-104.
- Cruz-Guzmán Alcalá, M. (2011). Diseño práctico de una Unidad Didáctica en el área de las Ciencias Experimentales enmarcado en un proceso de enseñanza-aprendizaje activo y constructivista. *Campo Abierto. Revista de Educación*, 30(2), 141-163.
- Cousó Longarón, D. (2015). De la moda de “aprender indagando” a la indagación para modelizar: una reflexión crítica. En XXVI Simposio Internacional de Didáctica de las Ciencias Sociales. Universidad de las Palmas de Gran Canarias, España.
- Driver, R. (1988). Un enfoque constructivista para el desarrollo del currículo en ciencias. *Enseñanza de las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias didácticas*, 6(2), 109-120. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/51075>
- Duran, H., y Puigcerver, M. (2017). Análisis de conceptos de los estudiantes de Magisterio acerca de los minerales y algunas estrategias para mejorar su comprensión. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 25(3), 341-341. <https://raco.cat/index.php/ECT/article/view/330139>
- Ejarque Ortiz, A., Bravo Torija, B., y Mazas Gil, B. (2016). Diseño e implementación de una actividad de modelización de geología: ¿realmente la corteza es tan gruesa y los volcanes tan profundos? *Revista internacional de investigación e innovación en didáctica das humanidades e das ciencias*, 3, 9-32

- Fernández, A., Sesto, V., García-Rodeja, I., (2017). Modelos mentales de los estudiantes de secundaria sobre el suelo. *Enseñanza de las Ciencias*, 35(2), 127-145. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/v35-n2-fernandez-sesto-garcia/414843>
- Fernández González, J., Moreno Jiménez, T., y González González, B. M. (2003). Las analogías como modelo y como recurso en la enseñanza de las ciencias. *Alambique*, 35, 82-89.
- Fornós, J. (2018). La enseñanza de la geología en la educación secundaria: una cuestión problemática. Algunas observaciones en baleares. *XX simposio sobre enseñanza de la geología*, pp. 83-94.
- González Álvarez, C. M. (2012). Aplicación del constructivismo social en el aula. <http://repositorio.minedu.gob.pe/handle/123456789/4660>
- Harlen, W. (2015). Working with big ideas of science education. Trieste: The Science Education Programme (SEP) of IAP. Italy.
- Hierrezuelo Osorio, J. M. y Franco Mariscal, A. J. (2021). Diseño de tareas para desarrollar pensamiento crítico a través de la argumentación y la toma de decisiones. En *Actas electrónicas del XI Congreso Internacional en Investigación en Didáctica de las Ciencias 2021. Aportaciones de la educación científica para un mundo sostenible*, 825-828. Lisboa: Enseñanza de las Ciencias. ISBN 978-84-123113-4-1
- Jiménez-Aleixandre, M. P. y Crujeiras, B. (2017). Epistemic Practices and Scientific Practices in Science Education. En Bargiela, I. M., Puig, B., y Blanco Anaya, P. (2018). Las prácticas científicas en infantil: una aproximación al análisis del currículum y planes de formación del profesorado de Galicia. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 36(1), 7-23.
- Justi, R. (2006). La enseñanza de ciencias basada en la elaboración de modelos. *Enseñanza de las ciencias*, 24(2), 173-184.
- King, C., Kennett, P., Devon, E., y Sellés Martínez, J. (2009). Earthlearningidea: nuevos recursos para la Enseñanza de las Ciencias de la Tierra en todo el mundo. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 17(1), 2-15. <https://doi.org/10.5408/10-159.1>
- Laita, E., Mateo, E., Mazas, B., Bravo, B. y Lucha, P. (2018). ¿Cómo se abordan los minerales en la enseñanza obligatoria? Análisis del modelo de mineral implícito en el currículo y en los libros de texto en España. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 26(3), 256-264. <https://raco.cat/index.php/ECT/article/view/343211/434358>
- Márquez, C., Roca, M., Gómez, A., Sardá, A. y Pujol, M. (2004). La construcción de modelos explicativos complejos mediante preguntas mediadoras. *Investigación en la escuela*, 53, 71-81.

- Mazas, B., Bravo, B., Mateo, E., Lucha, P., Cortés, Á., y Martínez-Peña, B. (2018). Llevamos los minerales al aula: actividades para trabajar la modelización. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 26(3), 340-351. https://zaguan.unizar.es/record/75930/files/texto_completo.pdf
- Monteiro, A., Nóbrega, C., Abrantes, I., Gomes, C. (2012). Diagnosing Portuguese Students' Misconceptions about the Mineral Concept. *International Journal of Science Education*, 34(17), 2705-2726. DOI: 10.1080/09500693.2012.731617
- National Research Council (NRC). (2012). A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas. National Academies Press.
- Oliva, J. M. (2019). Distintas acepciones para la idea de modelización en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias didácticas*, 37(2), 5-24.
- Pedrinaci, E. (2006). Si quieres avanzar hazte con una teoría. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 14(1), 11-20. <https://raco.cat/index.php/ECT/article/view/89069>
- Pedrinaci, E. (2012). Alfabetización en Ciencias de la Tierra, una propuesta necesaria. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 20(2), 133-133. <http://hdl.handle.net/10045/35320>
- Programación General Anual del IES José Manuel Blecua curso 2022/2023
- Ramos, R., Praia, J., Marqués, L., y Gama Pereira, 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. ISSN: 1132-9157.
- Roca Tort, M., Márquez, C., & Sanmartí, N. (2013). Las preguntas de los alumnos: una propuesta de análisis. *Enseñanza de las Ciencias*, 31(1), 0095-114. https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2013v31n1/edlc_a2013v31n1p95.pdf
- Romero-Ariza, M. (2017). El aprendizaje por indagación: ¿existen suficientes evidencias sobre sus beneficios en la enseñanza de las ciencias? *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 14(2), 286-299.
- Salgado Ballesteros, J. (2019). Propuesta didáctica para la enseñanza del ciclo de las rocas, los minerales y rocas industriales en estudiantes de educación básica y media del colegio Francisco José de caldas en la ciudad de Cúcuta. Universidad Francisco de Paula Santander.
- Santos-Ellakuria, I. (2019). Fundamentos para el aprendizaje significativo de la biodiversidad basados en el constructivismo y las metodologías activas. *Revista de Innovación y Buenas Prácticas Docentes*, 8(2), 90-101.
- Serrano González-Tejero, J. M., y Pons Parra, R. M. (2011). El constructivismo hoy: enfoques constructivistas en educación. *Revista electrónica de investigación educativa*, 13(1), 1-27.