

Máster de Profesorado de Educación Secundaria,
Bachillerato, FP e Idiomas
(2012/2013)



UNIVERSIDAD DE ALMERÍA

**Estrategia didáctica de Enseñanza/Aprendizaje de Propiedades
Minerales en Diversificación Curricular de la ESO
*¿PODRÍAMOS VIVIR SIN MINERALES?***

Trabajo Fin de Máster
Especialidad Biología/Geología

Alumna: María del Mar Fuentes Maldonado.

Fecha de la defensa: 26 Junio 2013

Tutor del Máster: Juan Gisbert Gallego

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN Y OBJETIVO	3
2.	JUSTIFICACIÓN	3
	2.1. Tratamiento de los contenidos en la ESO	4
	2.2. Aprendizaje del alumno, una visión constructivista	6
	2.3. Dificultades de aprendizaje de las Ciencias en el alumnado.	7
	2.4. ¿Cómo se motiva al alumnado para que aprenda Ciencias de la Tierra?	8
3.	CONTEXTUALIZACIÓN	9
4.	METODOLOGÍA	10
5.	DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN	11
6.	RESULTADOS	13
7.	CONCLUSIONES	32
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33
	ANEXOS	

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVO.

En nuestra vida cotidiana, estamos rodeados por los minerales, y apenas somos conscientes. Cuando pensamos en minerales nos viene a la mente la idea de una pieza perfecta, las piezas que aparecen en las colecciones minerales, pero en la naturaleza y en el mundo que nos rodea esto no es así. Los minerales están presentes en cualquier ámbito de la vida: forman parte de nuestras casas, de los productos que usamos (detergentes, pastas de dientes, móviles, ordenadores, coches, entre otros), incluso en nuestra alimentación o en los medicamentos.

El objetivo principal de este trabajo es ilustrar la necesidad de tratar el estudio de los materiales terrestres (rocas y minerales), de manera que sea cercana al alumno, para que éste adquiera un aprendizaje significativo de dichos materiales. Esta estrategia didáctica muestra que las propiedades de los minerales y las rocas son las responsables de su utilidad en nuestra vida diaria, y que están presentes en ella en más de una forma sin que nos demos cuenta. Esto supondrá un aumento de la curiosidad e interés del alumnado y, por tanto, de su motivación.

2. JUSTIFICACIÓN.

Tras un primer contacto con el grupo de trabajo (alumnos de 3º de Diversificación de E.S.O), a través de un sondeo sobre sus ideas previas inherentes a las propiedades de los minerales, y contenidos conceptuales sobre los mismos, se justifica este tipo de estrategia didáctica, debido a que los resultados mostraron los siguientes aspectos:

- No existencia de relación entre las propiedades y el uso de los minerales.
- Asignar mayor importancia de unas propiedades (color y dureza) respecto a otras a la hora de identificar un mineral.
- No percepción clara de la diferencia entre roca y mineral: perciben cualquier material pequeño y con brillo metálico como mineral.
- Confusión entre fósil y mineral/roca.
- No percepción de los minerales como recursos limitados.

Estas percepciones del alumnado se pueden deber a varias razones, que hay que tener en cuenta a la hora de desarrollar estrategias didácticas:

- Tratamiento de los contenidos de Ciencias de la Tierra que se hace a lo largo de la etapa de la E.S.O. y su descontextualización a la hora de realizar la pertinente transposición didáctica.
- Cómo es el aprendizaje del alumno/a.
- Cuál es su grado de motivación.
- Considerar la atención a la diversidad.

2.1. Tratamiento de los contenidos en la ESO.

Si hacemos un repaso de cómo ha sido la estructuración de los contenidos en los últimos años, éstos han cambiado con cada reforma. La LOGSE proponía un currículum para toda la ESO, y los equipos educativos decidían sobre los contenidos de cada curso y su secuenciación. La LOCE, sin embargo, introdujo un currículum para cada curso y los equipos educativos sólo secuenciaban y organizaban, lo que limitaba su capacidad de acción. Esto supuso una reducción de la autonomía del profesorado, dificultando la contextualización de los contenidos y empobreciendo la innovación educativa. (Pedrinaci, 2006).

La Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación (LOE), tras un año de elaboración se aprobó sin debate público, ningún consenso, ni análisis sobre aspectos del anterior currículo a modificar. Se introdujo el “currículo por competencias”, entendiendo la competencia, como la capacidad de poner en práctica un conocimiento y poderlo hacer en distintos contextos (Pedrinaci, 2007).

Según Pedrinaci, se tiene la sensación de que se han introducido las competencias como un elemento clave del currículo, pero no se ha sabido cómo hacerlo, ya que se han mantenido los distintos elementos (objetivos, contenidos y criterios de evaluación) sin modificar, cuando debería haber ocurrido una reestructuración de éstos entorno a las

competencias. Una mejora de la ley, fue introducir los procedimientos, distinguiéndolos en generales y específicos, pero sin secuenciación, sino reiterándolos.

En cuanto a los contenidos de Ciencias de la Tierra en la ESO, en el currículo se enuncian los temas sin especificar el nivel. Se ha mejorado la propuesta de 1^{er} curso adecuando los contenidos, de forma que son más cercanos al alumnado de este nivel, en 3^{er} curso se contemplan los procesos geológicos externos y mantiene en 2^o curso los internos. De forma, que entre los contenidos de 2^o que se han adelantado a 1^o y los que se han pasado a 3^o las Ciencias de la Tierra han quedado reducidas en 2^o a su mínima expresión (Pedrinaci, 2007). Esta laguna en 2^o, hace que cuando los alumnos lleguen a 3^o (grupo sujeto del presente trabajo), muestren un conocimiento de las Ciencias de la Tierra, vago y descontextualizado.

En 4^o curso se ha mantenido la “Tectónica de Placas” y la “Historia de la Tierra”, desapareciendo el modelado terrestre. Esto es una pérdida importante porque con esta situación ni una vez en toda la ESO, se establecen relaciones entre dinámica externa e interna. Además, debido al carácter optativo de la Biología y la Geología en 4^o curso, un número elevado de alumnos/as se quedarán sin saber por qué hay erupciones volcánicas en unos determinados sitios y en otros no, por qué se forman las cordilleras, entre otros (Pedrinaci, 2007).

En definitiva, se puede decir que debido a la organización del currículo no se ofrece al alumnado una concepción interrelacionada de todos los procesos que suceden en la Tierra, y que producen el paisaje que vemos. Existe desconexión entre los contenidos, y una gran parcialización que lleva a la obtención de conocimientos vagos sobre las Ciencias de la Tierra. Llevan a una percepción por parte del alumnado tanto de los procesos como de los productos que se obtienen (como es el caso de las rocas y minerales tratados en este trabajo) como fenómenos aislados, y sin conexión. Y esto queda patente en sus ideas previas sobre los minerales y el cómo forman parte del mundo que nos rodea.

2.2. Aprendizaje del alumno, una visión constructivista.

Visión constructivista del aprendizaje.

Desde la posición epistemológica del “constructivismo”, para entender cómo se construye el conocimiento, éste nos dice que se realiza en el interior del sujeto, y las condiciones externas lo facilitan o dificultan. Y un modelo que explica esta adquisición de conocimiento, y que se complementa muy bien con él es el “organicismo” (Marín, 2011). Según este marco “constructivista- organicista”:

- El sujeto (alumno/a), asigna significados a los significantes externos que le llegan y esta asignación depende de sus características personales biológicas, afectivas y cognitivas.
- Enseñar y aprender están en planos distintos. El proceso de construir conocimiento (aprender) está dentro del individuo, por lo que por muy favorables que sean las condiciones, aprender es difícil.
- Igual de importante que los contenidos conceptuales, son las vivencias, y el sistema afectivo del sujeto (alumno/a).

En definitiva, podemos decir que existe una realidad construida por el sujeto, que sólo tiene significado para él y otra externa a la que no puede acceder, pero sí interaccionar con ella (Marín, 2011). Así, como se ha visto, el aprendizaje ocurre dentro del sujeto, influyen sus características, afectivas, biológicas y cognitivas; es resultado de sus vivencias, (experiencias propias) y es necesaria la interacción con el medio o contexto. Por lo que según este modelo, aprender es difícil y tiene sentido diseñar estrategias didácticas (como la que se muestra en este trabajo), que se acerquen a las vivencias del alumnado, a sus contextos cotidianos.

2.2. Dificultades de aprendizaje de las Ciencias en el alumnado.

El alumnado muestra una serie de dificultades en el aprendizaje de la Ciencia., y las razones de esta dificultad, basadas en la psicología cognitiva del aprendizaje, pueden ser debido a:

- Que a los alumnos no les interesa la Ciencia y no se esfuerzan por aprenderla.
- Que la Ciencia es compleja y abstracta y los alumnos/as no tienen capacidad intelectual para entenderla.
- Que el alumnado no tiene suficientes conocimientos de base.

Estas tres razones hacen referencia a distintas dificultades de aprendizaje del alumnado y si atendemos a los tres tipos de contenido del currículo (conceptuales, procedimentales y actitudinales), el aprendizaje del alumnado de Ciencias requiere la adquisición, por tanto, de nuevas actitudes, procedimientos y conceptos, y esto es problemático (Pozo, 2000).

La falta de interés de los alumnos, está vinculada a sus dificultades para asumir las actitudes y valores propios del trabajo científico y del aprendizaje de la Ciencia, que están bastante alejadas de su conocimiento cotidiano que usan en otros contextos. Los alumnos/as no interesados, “no aprenden”. Pero no es que los alumnos/as no tengan intereses, inteligencia o conocimientos, sino que los conocimientos implícitos que tienen sobre la Tierra, su composición, estructura, evolución, etc., son diferentes a los modelos que se les enseña y es necesario un *cambio representacional*, para que se pueda crear un conocimiento científico significativo. Este cambio, no implica la eliminación de conocimientos de un nivel anterior, sino la integración en un nivel de mayor complejidad (Pozo, 2000)

En definitiva, si parte de las dificultades de los alumnos para aprender Ciencias de la Tierra, es que éstas no se acercan a los modelos implícitos que utilizan en la vida cotidiana, se debe hacer un *cambio representacional* y acercar el conocimiento cotidiano al científico, para a partir de ahí poder construir nuevas estructuras conceptuales. Esto estaría en pleno acuerdo con el “constructivismo orgánico” citado

anteriormente, de manera, que diseñar estrategias didácticas que sean cercanas al alumnado, es más adecuado para su aprendizaje significativo.

Se ha visto que una de las razones por las que el alumnado presenta dificultades en el aprendizaje de las Ciencias de la Tierra, puede ser el desinterés y esto está estrechamente relacionado con la motivación.

2.3. ¿Cómo se motiva al alumnado para que aprenda Ciencias de la Tierra?.

Muchos de los estudios realizados sobre el alumnado de la ESO muestran que no tienen ningún interés en las Ciencias de la Tierra, ni en el resto de las ciencias. No quieren esforzarse porque lo ven como algo complejo, no están motivados y fracasan.

La motivación es uno de los problemas más graves del aprendizaje, pero no solo de las ciencias, sino de cualquier área. Sin motivación no hay aprendizaje, y sin aprendizaje no hay motivación, es un círculo vicioso.

En Psicología la motivación es el resultado de dos factores:

- La expectativa del éxito de una tarea.
- El valor que se da a ese éxito.

Por tanto, si para un alumno/a estudiar ciencias no tiene ningún valor, no se esforzará. Existe una **motivación extrínseca** (externo al propio conocimiento científico), que sería aprobar o suspender. El alumno/a se esforzaría en el aprendizaje de las ciencias por algo externo, la consecuencia de aprobar. Este sería un aprendizaje superficial y efímero, además de que cada vez hay más alumnos/as que no ven motivación en aprobar. Esto es debido a que en la sociedad actual el tener estudios puede no conllevar a un aumento en la escala social, como pasaba hace unos años. Actualmente existe un desajuste entre la escuela y las necesidades de formación de nuestra sociedad.

También existe una **motivación intrínseca**, que lleva al alumno/a a comprender lo que estudia, a realizar un aprendizaje significativo. En este caso se esforzará en aprender

más que en aprobar. Esta motivación predomina en contextos de formación informal y está en consonancia con sus preferencias y con sus gustos y relacionada con un aprendizaje constructivo.

Así, para motivar el aprendizaje de las ciencias, habría que partir de los intereses y preferencias del alumnado, buscar la conexión con su mundo cotidiano, con la finalidad de ir introduciéndolos en las Ciencias (Pozo & Gómez, 2000).

Se puede concluir, por tanto, que para diseñar estrategias didácticas más adecuadas a un aprendizaje significativo, éstas tienen que ser cercanas al contexto cotidiano del alumnado, ya que aumentará su interés (motivación), responderá a la forma en que “aprende” y proporcionará una contextualización a los contenidos.

3. CONTEXTUALIZACIÓN.

El presente trabajo se desarrolló en el periodo de prácticas del Máster con un grupo de alumnos correspondiente a 3º de ESO, de Diversificación curricular, en su asignatura de Ámbito Científico – Tecnológico e integrado en el Centro de I.E.S Fuente Nueva, en El Ejido (Almería).

En cuanto a las características del I.E.S Fuente Nueva, se ubica en Ejido Norte, en un espacio donde se concentra un alto porcentaje de alumnado, ya que junto a él hay dos colegios de Primaria (“Diego Velázquez” y “Santiago Ramón y Cajal”), la Escuela Oficial de Idiomas y el I.E.S Murgis.

Desde el punto de vista socioeconómico, el centro presenta un alumnado de clase media, y media-baja, y el porcentaje de alumnos inmigrantes es bajo, en comparación con otros centros de la zona. Como es bien conocido, la economía de la zona está basada en la agricultura intensiva bajo plástico, reforzada con múltiples empresas de servicios, comercios e industrias.

En relación al alumnado que participa en la investigación, como se ha dicho anteriormente, pertenecen a un grupo de Diversificación Curricular, de 3º de ESO, con

edades entre los 15 y 16 años. Es un grupo pequeño de diez alumnos/as, ya que tal y como marca la Orden del 25/Julio/2008 (BOJA 22-8-2008), por la que se regula la atención a la diversidad de Andalucía, estos grupos no pueden ser de más de quince alumnos. De los diez alumnos/as del grupo, solo participaron ocho en el presente trabajo, de los cuales cinco son chicos y tres son chicas.

El tamaño reducido del grupo ha favorecido mucho el trabajo, ya que permite una atención individualizada que mejora la atención y motivación del alumnado. Un 2%, son marroquíes (un chico y una chica), pero están completamente integrados en el grupo y no tienen problemas con el idioma. El chico presenta disfemia (tartamudez) pero tampoco supone un problema de integración porque lo está corrigiendo gracias al apoyo en el aula terapéutica del centro (PT).

4. METODOLOGÍA.

La metodología seguida durante la implementación de la presente estrategia didáctica del taller de minerales ha contemplado las siguientes fases:

A) Sondeo ideas previas. Al inicio de la primera sesión de trabajo, se llevó a cabo un diálogo activo con el grupo sujeto del estudio, para realizar un sondeo sobre sus ideas previas referentes a los minerales y sus propiedades. Debido al pequeño tamaño del grupo (ocho alumnos/as), fue factible hacerlo en forma de diálogo y no fue necesario realizar un cuestionario. Esto se hizo en un ambiente distendido y me permitió observar y anotar sus percepciones de un modo directo.

B) Breve introducción al taller, en el cual realicé un desarrollo somero de contenidos conceptuales sobre minerales, y las propiedades que se van a experimentar y medir en el taller, teniendo en cuenta sus ideas previas.

C) Desarrollo de la estrategia didáctica del taller, tratando que se cumplan los objetivos esperados, modificando sus concepciones alternativas e identificando los errores percibidos en el sondeo inicial, si fuera necesario. Durante el desarrollo del taller se pretende desarrollar un ejercicio motivador que se mantenga en el tiempo.

D) Evaluación de los objetivos. Se lleva a cabo durante el desarrollo de la actividad, mediante observación directa, en cuanto a objetivos actitudinales, procedimentales y conceptuales. Asimismo, a posteriori se les pide al alumnado que traigan una foto de su entorno, donde hayan identificado materia mineral.

5. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN.

Esta estrategia consiste en la elaboración de un taller de minerales contextualizándolo en sus usos cotidianos, de forma que las propiedades de dichos minerales justifican su utilización en la industria y en el entorno cotidiano. La implementación de esta estrategia se realizó en una sesión de 2 horas.

En el inicio de la sesión, como ya he mencionado, se realizó un sondeo de ideas previas sobre los minerales y sus propiedades, de forma distendida y dialogante.

El taller se organizó alrededor de seis puestos, cada uno con una distribución de minerales según su aplicación (*Figura 1*).

PUESTO 1.- TOCAR, MIRAR, OLER Y SABOREAR	PUESTO 4.- MAQUILLAJE CON MINERALES
1. Azufre 2. Halita 3. Silvina 4. Pirita 5. Moscovita, biotita 6. Yeso 8. Petróleo 9. Hulla	1.- Ocre 2.- Malaquita 3.- Oligisto especular 4.-Arcilla (mascarillas, exfoliantes) 5.- Antimonita (Kohl)
PUESTO 2.- LA MAGIA DE LOS MINERALES	PUESTO 5.- ¿DE QUÉ ESTÁ HECHO?
1.- Espato de Islandia 2.-Magnetita 3.-Caliza oolítica 4.-Calcita circular 5.-Granito 6.-Pumita 7.-Sílex 8.- Pirolusita dendrítica	1.-Ladrillo refractario 2. Encimeras (Granito, Mármol, Caliza) 3.- Papel de aluminio 4.-Papel de lija 5.-Chicles y chucherías 6.-Escoria fundición 7.- Detergente lavavajillas 8.-Talco

PUESTO 3.- A PINTAR	PUESTO 6.- MINERALES Y SALUD
1.- Arcilla 2.- Pizarra 3.- Yeso 4.-Grafito (lápiz) 5.-Carbón 6.-Limonita 7.- Ocres	1.- Asbesto 2.- Cinabrio (mercurio) 3.-Galena (plomo)

Fig. 1. Estructura en rincones del taller

El grupo-clase se organizó en dos subgrupos, cada uno de cuatro alumnos/as, y con cada grupo interactuó en este caso un profesor. Cada subgrupo iba pasando por cada puesto en turnos de 15 minutos, de forma que en una hora y media todos habían pasado por todos los puestos. En cada puesto se desarrollaron actividades relacionadas con los minerales que lo integraban; los alumnos rotan de un puesto al siguiente e interactúan con las muestras, mediante la comprobación de las propiedades características que le otorgan su valor y que le confieren un uso cotidiano.

Al final de la rotación por todos los puestos, se realizó una puesta en común revisando algunos de los minerales industriales que integran nuestra vida cotidiana.

Esta actividad se puede extrapolar a grupos más numerosos o que participen varias clases. Por ejemplo, la profesora titular del centro que colaboró conmigo, sugirió que lo iba a poner en práctica con sus tres clases de 1º de ESO. Con un grupo numeroso, habría que tener un monitor formado en el tema y que coordine a grupos de cuatro o cinco alumnos/as para pasar por cada puesto. Los monitores pueden ser profesores del centro, o alumnos de otros cursos superiores (4º ESO, o Bachillerato).

6. RESULTADOS.

La elaboración y organización de los materiales del taller, así como la puesta en funcionamiento de la experiencia y su evaluación constituyen los principales resultados de este trabajo fin de master. A continuación describo la composición y características de los diferentes puestos que he elaborado para este taller y cómo se fue desarrollando.

PUESTO 1: TOCAR, MIRAR, OLER Y SABOREAR.

Los minerales incluidos en este puesto son: azufre, halita, silvina, pirita, moscovita, biotita, yeso, petróleo y hulla (*Figura 2*). Destacan por sus propiedades organolépticas, o lo que es lo mismo, propiedades al tacto, olfato, sabor, de manera que estimulan los sentidos. Así la halita, destaca por su sabor; el azufre y el petróleo tienen un olor característico; la pirita destaca su estructura en cubo perfecto; la moscovita por su característica exfoliación y el yeso que se raya con facilidad.

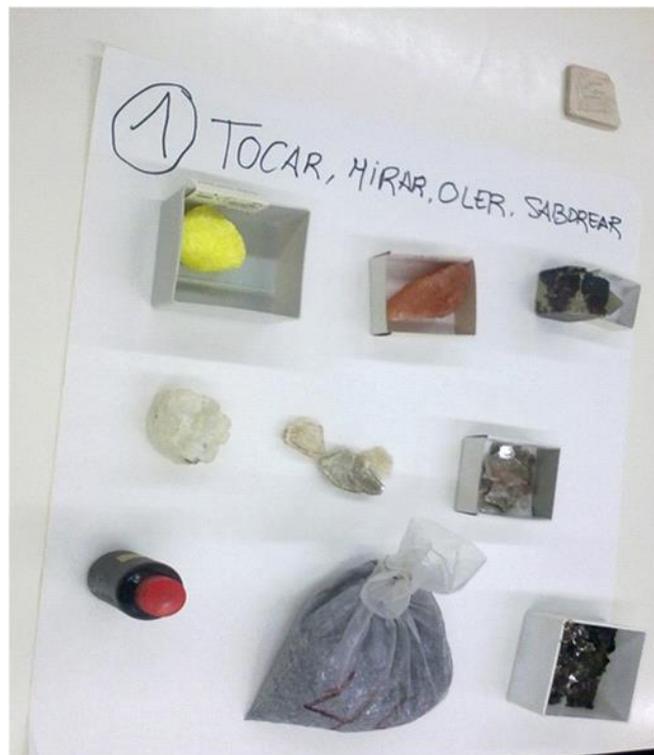


Figura 2 Puesto 1.- Tocar, mirar, oler, saborear

Con las margas bituminosas se realizó una disolución en agua, y con el transcurso del tiempo, el material margoso se depositó en el fondo del matraz, y en la capa superior de agua se pudo observar un halo negrozco debido a la presencia de los hidrocarburos contenidos en la roca (bitumen) (*Figura 3*).

Con las muestras que integran este puesto se comprobaron ciertas propiedades, como el brillo, la dureza, el color, o el color de la raya. Causó sorpresa el color pardo negrozco de la raya de la pirita.



Figura 3. Comprobación de propiedades organolépticas.

PUESTO 2: LA MAGIA DE LOS MINERALES.

Se incluyen minerales con propiedades ópticas y físicas determinadas, y se explicó la utilidad que se les da en la industria debido a ellas.

Los minerales que se incluyeron en este puesto, fueron: espato de Islandia, magnetita, caliza oolítica, calcita estalagmítica, granito, pumita, sílex y pirolusita dendrítica (*Figura 4*). A continuación se explican las actividades realizadas con cada muestra.



Figura 4. Puesto 2.- La magia de los minerales

Espato de Islandia.

Es una variedad de calcita transparente (CaCO_3), que presenta la propiedad de la birrefringencia, o doble refracción de la luz, de forma que si lo ponemos sobre un texto escrito, percibimos lo escrito por dos veces (doble). Así mismo, al girar el espato, uno de los dobles textos queda fijo y el otro describe una circunferencia sobre el primero.

Los alumnos/as escribieron distintos textos y pudieron comprobar esta propiedad. (mostrado en *Figura 5*). Además, se les explicó que esta propiedad se aprovecha por ejemplo, en la construcción de instrumentos ópticos como microscopios. También se pudo comprobar su brillo vítreo y su dureza (3 en la escala de Mohs).



Figura 5. Comprobación de la birrefringencia del Espato de Islandia.

Magnetita.

La magnetita es un óxido de hierro (Fe_3O_4) y la propiedad que se estudió en este puesto es el ferromagnetismo que presenta, de manera que con la ayuda de un imán se pudo comprobar su poder de atracción (*Figura 6*). Atrae al hierro y otros metales, de ahí su aplicación en minería. También se les explicó el uso que hacen de ella ciertos animales en la naturaleza, como las palomas, tortugas, moluscos, entre otros, para orientarse, ya que le funciona como una brújula.



Figura 6. Atracción de la magnetita.

Caliza oolítica.

Es una roca sedimentaria caliza compuesta de oolitos (gránulos esféricos de carbonato cálcico que se depositan de forma concéntrica y radial). Con esta muestra, además de ver los oolitos, pudieron comprobar sus propiedades sonoras y acústicas, que quizá en la antigüedad fuesen utilizadas con este fin (hacer música). Pero presenta otras aplicaciones, como es que derivado de su composición es resistente a la meteorización, por lo que se utiliza en la construcción. También debido a su porosidad es el reservorio del petróleo.

Calcita estalagmítica.

Con esta muestra se pudo comprobar la propiedad de la fluorescencia. Se introdujo en una caja y en oscuridad, al irradiar un tiempo con luz ultravioleta, se comprobó cómo emitía una radiación en otra longitud de onda distinta (fluorescencia). Los responsables de la emisión de color son, en este caso, elementos traza que contiene la muestra, como el plomo o el manganeso. Esta propiedad, la hace útil en la construcción de instrumentos ópticos, como microscopios, al igual que la variedad ya mencionada (espato).



Figura 7. Emisión de fluorescencia.

Granito y Pumita.

Con estas dos muestras se pudo realizar una prueba relativa a la densidad de los minerales y rocas, ya que la pumita es muy poco densa debido a su elevada porosidad (se mostró su flotabilidad en el agua), y se comparó con el granito que es mucho más denso.



Figura 8. Flotabilidad de la pumita.

Reconocieron estas dos muestras con gran facilidad, dado que el granito es un material frecuente que compone las encimeras de las cocinas, y la pumita o piedra pómez es típica en muchas de sus casas como exfoliante.

Se les explicó la razón del uso abrasivo de la pumita en cosmética debido a su composición de cristales de cuarzo, feldespato y biotita, y su uso en multitud de cosméticos con función abrasiva: cremas exfoliantes, productos de limpieza, como limpiacristales, gomas de borrar, entre otros.

Sílex.

También denominado pedernal, es un tectosilicato perteneciente al grupo de la sílice. Con este material se les hizo ver que no tiene cristales observables a simple vista (es un material amorfo), y que presenta una fractura típica concoidea que lo hace muy afilado. Por esta capacidad y su alta dureza era utilizado en la prehistoria para la fabricación de herramientas (puntas de flecha, cuchillos, etc.).

Además, comprobaron la chispa que surge al entrecocar dos piezas y el olor característico que se desprendía (*Figura 9*). También se les explicó que de esta propiedad se derivó también su utilidad para hacer fuego.



Figura 9. Comprobación de las propiedades del Sílex.

Pirolusita dendrítica.

Con esta muestra, se les preguntó en primer lugar que pensaban que era, y todos contestaron que contenía un fósil. Se humedeció con agua para percibir mejor la estratificación y se le explicó que al igual que mojar un terrón de azúcar, el agua se dispone en canalículos estratificados, igual ocurre en la pirolusita y a si se forman esas dendritas de óxido de manganeso (Jiménez-Millán et al., 2008).

PUESTO 3: A PINTAR.

En este puesto se dispusieron una serie de materiales como arcilla, pizarra, yeso, grafito (lápiz), carbón, limonita y ocre (*Figura 10*), que tienen propiedades plásticas. En este caso se trata de que los alumnos conozcan las propiedades de pigmentación que presentan.



Figura 10. Puesto 3.- A pintar.



Figura 11. Pintando con ocre

Ocres y arcilla.

Los ocres son mezclas de óxidos y/o hidróxidos de hierro con arcillas (Jiménez-Millán et al., 2008) y existen rojizos (como el que se mostró) o amarillentos, dependiendo de la composición e impurezas.

Se les indicó que en la antigüedad se usaba en las pinturas rupestres (esto se puede utilizar como actividad transversal junto con el sílex en otras materias del currículo). Se ha utilizado a lo largo de la historia y en la actualidad, como componente de pigmentos usados en pintura al óleo. Pudieron comprobar esta propiedad pintando en un papel (*Figura 11*).

La arcilla, según las impurezas que tenga, presenta distinta coloración por lo que en las muestras analizadas tenemos arcilla roja, pero en condiciones de pureza es blanca (también denominada caolín). Presenta propiedades plásticas y en la antigüedad era utilizada como soporte de escritura, como es el caso de las tablillas donde escribían en el Antiguo Egipto.

A lo largo de la historia se ha utilizado en alfarería, en la elaboración de cuencos, platos y jarrones. También se ha utilizado como componente de pigmentos en pinturas.

Grafito.

Se les proporcionó una muestra de grafito, de donde se extrae el lápiz y observaron la raya a la lupa binocular.

Pizarra y yeso.

La pizarra es una roca metamórfica homogénea que se forma por la acción de presiones y temperatura sobre una arcilla. Esto les sorprendió mucho, debido a la distinta apariencia (de la pizarra y la arcilla) a pesar de su misma composición. Se les explicó que debido a esa composición también se puede utilizar como material para pintar, pero su principal uso es como soporte para pintar sobre ella, de hecho es el material con el que se fabrican las pizarras de clase. Esta capacidad para escribir sobre ella se la da su característica estructura laminada y dura debido a la presencia de minerales de cuarzo y moscovita. Pudieron comprobar esta propiedad escribiendo con el yeso sobre las muestra de pizarra y observaron su composición laminar.

Además de este uso se les explicó que debido a sus propiedades se utiliza también en construcción de cubiertas, y que un tipo de roca semejante a la pizarra denominada filita (launa), era el material básico de los techos de las viviendas de El Ejido hace treinta años. Lo utilizaban sobre un entramado de vigas y cañas, y era utilizado por su capacidad aislante. Aún en la actualidad hay casas antiguas y cortijos que presenta este tipo de techumbre.

PUESTO 4: MAQUILLAJE CON MINERALES.

Los materiales que integran este puesto son ocre, malaquita, oligisto especular, arcilla (mascarillas, exfoliantes), antimonita (Kohl) (*Figura 12*).

La estructura en capas y composición de esmectitas absorbentes de este grupo de minerales de la arcilla, hacen que sean útiles para distintas aplicaciones, como la fabricación de mascarillas absorbentes y exfoliantes.



Figura12. Puesto 4. Maquillaje con minerales

Se mostró que el **Khol** proviene de la **antimonita**, y se les explicó que este producto se utiliza actualmente en el Sáhara y Sahel y en la antigüedad en Egipto para maquillarse los ojos.

Una de las alumnas de origen marroquí nos explicó que su madre lo obtenía de forma casera y lo utiliza a diario tanto para maquillarse como para mantener sus ojos sanos. Esto es totalmente cierto, ya que previene enfermedades oculares, y mitiga el reflejo del sol (Jiménez-Millán et al., 2008).

Experimentaron con el Khol, maquillándose y describiendo la sensación que les producía (Figura 13).



Figura 13. Maquillaje con Khol.

La presencia de **malaquita**, **ocres** y **oligisto especular** se justifica porque debido a la presencia de materiales cromatóforos, les proporcionan llamativos colores y son utilizados en la elaboración de cosméticos (Jiménez-Millán et al., 2008). Se pudo comprobar como el oligisto especular, al tacto desprendía escamas brillantes semejantes a la purpurina, y por esto se utiliza en cosmética. Se comprobó también el color de la raya que es roja, como en casi todos los óxidos de hierro, a pesar de su apariencia.

PUESTO 5: ¿DE QUÉ ESTÁ HECHO?.

En este puesto, se trata de identificar los minerales que se utilizan en la elaboración de algunos productos que usamos. Las muestras que lo integran se muestran en la *Figura 14*, y son: ladrillo refractario, fragmento de encimera y piedra, detergente de lavavajillas, talco, papel de lija, chicles, escoria de fundición y papel de aluminio.

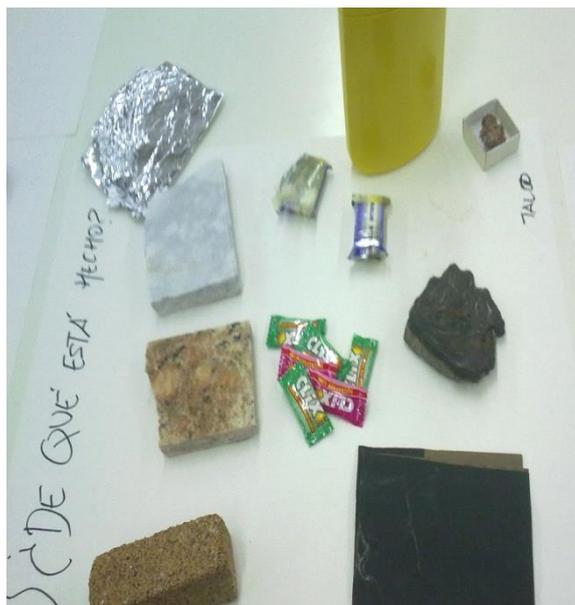


Figura. 14. Puesto 5.- ¿De qué está hecho?

Se les explicó que el **ladrillo refractario** estaba compuesto por arcillas con sílices, que calentados a altas temperaturas, se consigue un material que es utilizado en la elaboración de hornos, o calderas porque son capaces de soportar altas temperaturas.

En cuanto a los fragmentos de **encimera** o **piedra ornamental**, se les explicó que están compuestos por granitos (roca ígnea formada por cuarzo, feldespato y mica), cuyos minerales tienen gran dureza y la roca alta consistencia. Debido a estas propiedades, le confieren la dureza global que es necesaria que tengan las encimeras de las cocinas para que al poner utensilios a altas temperaturas, no se dañen o rayen. También se les hizo notar que todo lo que llamamos mármol no lo es, ya que una de las muestras que a primera vista identificaron como tal, era caliza.

El **papel de aluminio**, compuesto por láminas de aluminio muy finas, que lo hacen maleable y de fácil manipulación por lo que lo usamos para envolver alimentos.

Se les informó de que los **chicles**, tienen talco en su composición, y otra posible aplicación del talco es en los “**polvos de talco**”, debido a su capacidad absorbente se usan para absorber la humedad de la piel. Es un silicato y su dureza es la más baja de la escala de Mohs (1), pudieron comprobar que se raya con la uña. También analizaron el

color de la raya, y se sorprendieron que fuese blanca, mientras que la muestra que se proporcionó era un talco marrón, rosáceo.



Figura 15. Observación de cuarzo en el papel de lija.

El **papel de lija** contiene gránulos de cuarzo, y por su alta dureza se utiliza como abrasivo, para lijar otros materiales más blandos, como la madera. Pudieron observar estos gránulos a la lupa (*Figura 15*).

En relación al **detergente de lavavajillas** se les explicó que contiene calcita. La calcita en presencia de ácido clorhídrico, efervesce, ya que debido a la reacción que se produce se libera CO_2 . Añadieron HCl diluido sobre una muestra de calcita, y sobre las pastillas de detergente, y en ambos casos se produjo la efervescencia, por lo que concluyeron que existía calcita en el detergente (Jiménez-Millán et al., 2008).

También se les explicó que los detergentes habitualmente presentan otros tipos minerales que por su dureza y poder de abrasión son útiles para la limpieza, y estos minerales son cuarzos/sílices (como en el papel de lija), pumita, diatomita (cuya composición es también silíceo), feldespato o caliza (Regueiro, 2008).

También en este puesto había otra muestra (**escoria de fundición**). Se les dijo que estaba compuesta por óxidos metálicos, o sulfuros metálicos, y que resultan como subproducto en la fundición para purificar metales. Después de esta explicación se les preguntó si consideraban si era un mineral o una roca, lo que generó una discusión, que

terminó con la explicación de que no es mineral/roca porque no es un producto natural, al igual que ocurre con las conchas de los moluscos.

PUESTO 6: MINERALES Y SALUD.

En este último puesto se relacionan los minerales con la salud. Lo integran tres muestras: asbesto, cinabrio y galena (*Fig.16*). Puede servir de introducción para tratar posteriormente temas relacionados con el manejo inadecuado de los minerales y como éste repercute en la salud y en el medio ambiente, dando lugar a procesos contaminantes (Jiménez-Millán et al., 2008).



Figura 16. Puesto 6.- Minerales y salud

Asbesto (amianto).

Debido a su peligrosidad, el asbesto se utilizó en una caja cerrada. Se les explicó que es un silicato con una estructura fibrilar, en fibrillas muy pequeñas, que cuando se inhala durante largo tiempo puede producir cáncer de pulmón y lesiones pulmonares denominadas asbestosis. Por sus propiedades de flexibilidad y resistencia ha sido muy utilizado en la industria: en los frenos de los coches, construcción (tejas, aislamientos), materiales textiles, envases, etc. Pero debido a su peligrosidad, desde 2001 está prohibida su utilización industrial en España.

Cinabrio (mercurio).

El cinabrio es el principal mineral del que se obtiene el mercurio (presenta un 85% de riqueza). Se ha utilizado a lo largo de la historia y en la actualidad se sigue haciendo en los empastes, termómetros, espejos, entre otros utensilios cotidianos. La exposición prolongada a la inhalación, ingestión o contacto puede ser peligroso para la salud, por lo que se están tomando medidas para disminuir su uso (Jiménez-Millán et al., 2008). Como ejemplo, indicar también que un solo miligramo de mercurio es capaz de contaminar centenares de metros cúbicos de agua. En este puesto se añadió un termómetro de mercurio junto a la muestra de cinabrio.

Galena (plomo).

La galena, expuesta en el puesto es de donde se obtiene el plomo. Se explicó que el uso del plomo ha sido recurrente a lo largo de la historia en tuberías, pigmentos, cosmética, fabricación de plásticos e insecticidas. Como se puede ver su uso ha estado muy extendido. Debido a su poder contaminante del medio ambiente cada vez se usa menos.

Geofagia.

También en este puesto se explicó el fenómeno de Geofagia, ya que relaciona los minerales con la salud. Es un fenómeno que consiste en la ingestión de algunos tipos de arcilla o tierra. Esto, aunque no está totalmente demostrado, parece estar relacionado con la carencia de algún tipo de mineral en la dieta y esta ingestión tendría un fin medicinal (Jiménez-Millán et al., 2008).

Se les explicó que existen estudios de comunidades en los Andes Centrales que desde la prehistoria desarrollaron o quizás evolucionaron, la geofagia en conjunto con la práctica del pastoreo de camélidos.

Los minerales que los camélidos silvestres lamían (así como lo hicieron posteriormente sus congéneres domesticados) son ricos en filosilicatos hidratados (esméticas, caolinitas, cloritas e illitas). Estas tierras mejoran los problemas gastrointestinales relacionados con las fitotoxinas encontradas en las plantas más importantes de la sierra

de la zona. Igualmente proveen de complementos minerales esenciales. (Browman, 2004).

PUESTA EN COMÚN AL FINAL DE LA SESIÓN.

Al final de la sesión, tras haber pasado por todos los puestos se realizó una puesta en común de los usos de los minerales según sus propiedades (*Tabla 1*).

PRODUCTOS	MINERALES/ROCAS	APLICACIONES	PROPIEDAD
	Calcita, dolomita, yeso y otros sulfatos	Fertilizantes nutrientes secundarios (S, Ca, Mg)	Nutrientes
	Boro y metales	Micronutrientes (B, Fe, Mn, Zn, Cu, Mo)	
	Vermiculita	Corrector de suelo	Correctores de suelos
	Yeso,	Corrector alcalinidad y salinidad	
	Calcita	Correctores de acidez	
TECNOLOGÍA, PRODUCTOS INDUSTRIALES	Calcita, talco, wollastonita, mica, talco, arcillas, sílice	Plástico	Mejora peso, rigidez, coloración,....
	Cuarzo	Equipos de comunicaciones fibra óptica	
	Celestita, barita	Televisión o monitor (color) de ordenador	Reduce la emisión catódica externa
	Moscovita	Condensadores aislantes térmicos,	No conductor eléctrico alto punto de fusión
	Wolframita, scheelita	Tungsteno, filamento bombillas	Resistencia y alto punto de fusión
	Plata, sales de plata, argentita	Carretes fotográficos	Sensibilidad a la luz
	Pirrotina, pentlandita garnierita	Baterías (Ni)	Alta conductividad eléctrica, ferromagnético
	Azufre	Neumáticos	Proceso de vulcanización del caucho: más duro, resistente y no se reblandece por calor
	Asbesto (algunos anfíboles)	Frenos	Flexible, durable, no inflamable
	Coltan (columnita-tantalita)	Teléfonos móviles, (baterías de	Superconductores, capaces de soportar temperaturas muy elevadas, alta resistencia a la corrosión.
	Rutilo e ilmenita	Aleaciones de titanio	Duro, rígido, ligero,
	PIROTECNIA	Azufre nativo	Pólvora, pirotecnia
Bauxitas		Aluminio	Combustible
Cuprita, calcopirita, halita, thenardita, Cu (azules); Na (amarillos); Sr (rojos); Na y barita, celestina		Colores en fuegos artificiales	Cu (azules); Na (amarillos); Sr (rojos); Na y Sr (naranjas); Ba (verdes brillantes)

PRODUCTOS	MINERALES/ROCAS	APLICACIONES	PROPIEDAD
	Rutilo	Protector solar	Biocompatible. Índice de refracción muy alto
	Esfalerita, smithsonita franklinita,	Desodorante, cremas hidratantes protector solar,	Astringente (cierra los poros de la piel). Absorbe la radiación UV.
	Calamina: Hemimorfita (smithsonita, hidrocincita)	Crema para irritaciones,.	Astringente
	. Esmectitas con litio	Champú y acondicionadores de pelo	Agentes acondicionadores:
ANIMALES	Sepiolita, diatomita, pumita,	Arenas de gato	Absorbente
	Ceolitas	Eliminar olor heces	Absorbentes. Intercambio catiónico
FARMACÉUTICOS	Cinabrio	Termómetros de mercurio	Líquido a temperatura ambiente, dilatable
	Halita, silvina, calcita, fluorita	Aporte de minerales	Principios activos
	- Epsomita	Laxante	
	Calcita, brucita,	Antiácido	
	Azufre	Sulfamidas (pomadas)	Excipientes, absorbentes.
	Caolinita	Excipiente en comprimidos, astringente	
	Esmectitas, paligorskitas	Previene la absorción de agua	
DROGUERÍA	Azufre	Insecticida, desinfectante, repelente animales	
	Hematites, siderita, limonita, baritina, yeso, calcita, azurita malaquita, grafito, pirolusita, rutilo, ilmenita	Color en pinturas	Rojo (hematites), marrón (siderita), amarillo (limonita), blanco (baritina, yeso), azul (azurita), verde (malaquita), negro (grafito)
PAPELERÍA	Caolín calcita	Papel, cartón	Aumenta calidad y gramaje
	Grafito	Lápices	Dureza baja
	Minerales varios	Borradores	Abrasivos
	Wolframita, scheelita	Punta (bolita) de bolígrafo	Dureza
DEPORTE	Magnesita	Aumenta adherencia	Absorbencia
	Grafito	Útiles: raquetas,...	Ligereza
FERRETERÍA	Cuarzo, corindón, diamante	Herramientas de corte	Dureza
	Casiterita	Estaño para latas	Evita oxidación del hierro
MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN	Rocas ornamentales		
	Caolinita, illita	Cerámica (pasta)	Impermeable Aislante térmico
	Calcita, feldespato,	Cerámica (Esmalte)	Impermeable Aislante

PRODUCTOS	MINERALES/ROCAS	APLICACIONES	PROPIEDAD
	cuarzo, boratos.....		térmico
	Vermiculita, perlita, boratos y escayolas	Aditivos alúmina hidratada, Retardantes en yeso	
	Arcillas expandidas, perlitas	Hormigón ligero	
	Mirabilita, thenardita	Vidrio	Alto calor latente de fusión
AGRICULTURA	Fosfatos (hidroxi fluorapatito, francolita)	Fertilizantes. Nutrientes primarios (P, K, N)	Nutrientes
	Nitratos (nitranita, nitro)		
	Silvina, carnalita		

Tabla 1. Minerales y aplicaciones. Extraída de Jiménez-Millán et al., (2008)

Se realizó un pequeño resumen donde los alumnos/as realizaron sus aportaciones sobre los minerales que rodean nuestra vida cotidiana. Se estructuró considerando los distintos ámbitos de la vida en que podemos usar minerales y no nos damos cuenta (Regueiro, 2008): los minerales que nos rodean...

Se partió preguntando a los alumnos/as que hacían cuando se levantaban por la mañana y a partir de ahí repasar los hábitos diarios. Lo primero que hacemos es encender la luz. La bombilla está hecha de cristal que se compone de minerales como feldespato, arenas de sílice y sosa.

Después desayunamos y el café lo calentamos en una cafetera que está hecha de cristal y plástico. En la fabricación de este último, intervienen derivados del petróleo y caolín, mica, talco, arcillas, sílice. Con el café se dijo, que tomaban tostadas, y el pan lleva una proporción de yeso. Algunos comentaron que tomaban zumo de naranja y en su cultivo, sí que hay presencia de minerales como fertilizantes, nutrientes o correctores del suelo (silvina y la carnalita).

Las tostadas las ponemos en un plato de loza o porcelana, que está hecha de feldespato y caolín.

Después del desayuno lavamos los platos, y como se ha visto durante la sesión, puede hacer en el lavavajillas, usando detergente en pastillas con calcita. También con estropajos que llevan abrasivos entre sus fibras, como partículas de cuarzo o caliza.

Después de desayunar nos lavamos los dientes, y la pasta dental lleva un abrasivo suave como la diatomita.

Después del desayuno, se va a clase y también estamos rodeados de material mineral:

- El papel, que está hecho de caolín.
- Los lápices, de grafito y arcillas.
- Los ordenadores (chip de sílice, titanio, circonio).
- Las tizas, de carbonato cálcico molido.
- Las pizarras, de pizarra.

EVALUACIÓN DEL TALLER.

La evaluación se realizó durante el desarrollo del taller, a través de la observación directa de las actitudes y procedimientos que desarrollaron los alumnos/as. Además, formó parte de la evaluación el aportar una fotografía de algún material (mineral o roca) que estuviese en su entorno. Una muestra de estas aportaciones se adjunta en las siguientes figuras (*Figuras 17, 18, 19*).



Figura 17.- Fachada



Figura 18.- Piedras



Figura 19. Lima de uñas; pintañas; encimera.

Señalaron que la fachada, (*Figura 17*) estaba constituida por calizas y arcillas; las piedras de las calles, (*Figura 18*) de pizarra, arcillas y calizas; la lima de uñas, (*Figura 19*) de granos de cuarzo y feldespato; la encimera de granito y el pintaúñas de oligisto especular y silicio.

Finalmente, los alumnos contestaron por sí mismos a la pregunta que da título al trabajo: ¿Es posible la vida sin minerales?, diciendo que esto no es posible, ya que están en nuestro entorno y los utilizamos constantemente. El taller les gustó mucho porque resultó una manera distinta de aprender los contenidos, además de ver una aplicación directa de éstos.

7. CONCLUSIONES.

En la sociedad en la que vivimos, los minerales nos rodean en todos los aspectos de nuestra vida cotidiana y apenas somos conscientes de ello. Con este taller se ha cumplido el objetivo inicial propuesto y se ha podido comprobar como las propiedades de los minerales son responsables del uso que hacemos de éstos. Además de este objetivo inicial, al final se cumplieron otros objetivos específicos como:

- Mostrar como los minerales y rocas están implicados en la mayoría de los productos que usamos.
- Identificar algunas propiedades de los minerales (dureza, brillo, color, color de la raya, densidad y peso).
- Comprender que son recursos limitados.
- Iniciación en la clasificación mineral.

Este recurso ha resultado ser un elemento motivador para el alumnado, que mostró estar atento y con interés durante su desarrollo y logró despertar su curiosidad, pudiendo utilizarlo como actividad inicial para desarrollar un estudio en profundidad sobre las propiedades de los minerales y su clasificación.

La justificación realizada al inicio del trabajo ha quedado plenamente demostrada, de forma que es muy adecuado realizar este tipo de estrategias, porque al acercarse a la

vida cotidiana del alumnado despiertan su interés y motivación. Además, al contextualizar los contenidos, éstos cobran inmediatamente un sentido para el alumnado.

Además de lo ya mencionado, este tipo de estrategia es muy adecuada porque es muy flexible y se puede adecuar a todos los niveles, así como introducir cualquier tipo de muestra que se considere pertinente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

BROWMAN, D. L. (2004). Tierras comestibles de la Cuenca del Titicaca: Geofagia en la prehistoria boliviana. *Estud. atacam.* 28: 133-141. Disponible online en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-10432004002800011&lng=es&nrm=iso. ISSN 0718-1043. doi: 10.4067/S0718-10432004002800011.

JIMÉNEZ-MILLÁN, J. ; ALFARO, P. ; MUÑOZ, M.C. ; CAÑEVERAS, J.C. ; ALFARO, N.C. ; GONZALEZ-HERRERO, M. ; LÓPEZ-MARTÍN, J.A. ; ANDREU, J.M (2008). Actividades didácticas con minerales y rocas industriales. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra* 16 (3): 295-308.

MARÍN, N. (2011). Evaluación de propuestas de cambio conceptual hechas desde la psicología cognitiva. Reflexiones sobre el aprendizaje de ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 8 (3): 255-268.

PEDRINACI, E. (2006). Geología en la ESO: otra oportunidad perdida. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra* 14 (3): 194-201.

PEDRINACI, E. (2007). ¿Una nueva Geología para la ESO?. En (dir) *Los nuevos currículos de la ESO*. Ed. Grao. Barcelona. pp: 95 – 105.

POZO, J.I. (2000). ¿Por qué los alumnos no aprenden la ciencia que les enseñamos?: el caso de las Ciencias de la Tierra. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra* 8 (3): 13-19.

POZO, J.I. Y GÓMEZ CRESPO, M.A. (2000). Cambiando las actitudes de los alumnos ante la ciencia: el problema de la (falta de) motivación. En: Aprender y enseñar ciencia. Ed Morata S.L. Madrid. pp: 33-50.

REGUEIRO, M. (2008). Los minerales en la vida cotidiana. Enseñanza de las Ciencias de la Tierra 16 (3): 276-286.

MARCO LEGAL.

ORDEN de 25-7-2008, por la que se regula la atención a la diversidad del alumnado que cursa la educación básica en los centros docentes públicos de Andalucía. (BOJA 22-8-2008).

LEY ORGÁNICA 2/2006, de 3 de mayo, de Educación.

WEBGRAFIA.

<http://www.igme.es/internet/PanoramaMinero/PMLin.htm>

<http://geomaps.wr.usgs.gov/parks/rxmin/mineral.html>

<http://pendientedemigracion.ucm.es/info/diciex/programas/minerales/index.htm>

<http://minerals.usgs.gov/granted.html>

http://news.bbc.co.uk/hi/spanish/science/newsid_7404000/7404461.stm

<http://www.igme.es/museo/ejemplares/ejemplares.html>

<http://recursos.cnice.mec.es/biosfera/alumno/1ESO/corteza/contenidos6.htm>

http://www.uned.es/cristamine/min_descr/busqueda/alf_mrc.htm

<https://es.wikipedia.org/wiki/Asbesto>

<http://geology.com/minerals/talc.shtml>