

ACTIVIDADES DIDÁCTICAS CON MINERALES Y ROCAS INDUSTRIALES

Didactic activities with minerals and industrial rocks

Juan Jiménez-Millán (*), Pedro Alfaro (**), M. Concepción Muñoz (**),
Juan Carlos Cañaveras (**), Natividad C. Alfaro (***), Manuel González-Herrero (****),
Juan Antonio López-Martín (*****) y José Miguel Andreu (**)

RESUMEN

En este trabajo describimos un taller que hemos llamado “Actividades con minerales y rocas industriales”, cuyo objetivo principal es mostrar a los estudiantes cómo aprovechamos las diferentes propiedades que tienen los minerales para fabricar la mayoría de objetos que usamos diariamente en nuestra vida. La estructura y los contenidos del taller son muy flexibles y pueden ser adaptados fácilmente por el docente en función del material disponible en el centro y del nivel educativo (desde los primeros cursos de Primaria hasta la Enseñanza Secundaria Obligatoria). Además, ofrecemos un conjunto de recursos educativos con libre acceso en Internet, muchos de los cuales pueden ser adaptados para realizar actividades con estudiantes de diversos niveles educativos.

ABSTRACT

This paper describes the workshop “Activities with minerals and industrial rocks” whose main objective is to show how mineral properties allow mineral application to make most of the objects that we use in our daily lives. This workshop structure and its contents can be easily adapted depending on the educative available materials and the student grades (from Primary School, 6 to 12 years, to Secondary School or ESO, 12 to 16 years). Moreover, an educative resource set available from the internet is offered, which can be adapted to carry out activities for different educational levels.

Palabras clave: actividad didáctica, mineral, roca industrial, taller.

Keywords: didactic activity, mineral, industrial rock, workshops.

INTRODUCCIÓN

El estudio de los materiales terrestres (rocas y minerales) en la Enseñanza Primaria y Secundaria es un tema recurrente en el currículo. En Educación Primaria se aborda a lo largo de los tres ciclos en un bloque titulado “Materia y Energía” (Según el *Real Decreto 1513/2006, de 7 de diciembre*, por el que se establecen las enseñanzas mínimas de la Educación Primaria, BOE 8-12-2006). El primer contacto que el alumnado tiene con las rocas y minerales en la Educación Primaria tiene lugar en el primer ciclo de esta etapa, cuando se identifican diferencias en las propiedades elementales de los materiales y se explica, con ejemplos sencillos y familiares, las relaciones entre las características de algunos materiales y los usos a los que se destinan. A lo largo de las siguientes etapas de la educación primaria se vuelve a incidir en el estudio de las propiedades de rocas y minerales relacionándolas con sus aplicaciones. Por ejemplo, en el segundo ciclo se comparan, clasifican y ordenan diferentes objetos y materiales a

partir de propiedades físicas observables (peso, color, forma, olor, atracción magnética...) y sus posibilidades de uso. Se trata de realizar una primera clasificación de rocas y minerales basándose en criterios científicos como la exfoliación, brillo y dureza. En el tercer ciclo aparece un nuevo bloque titulado “objetos, máquinas y tecnologías”, en el que se analiza la estrecha relación entre las propiedades de los minerales y rocas con sus aplicaciones concretas. En cuando a la Enseñanza Secundaria (Según el *Real Decreto 1631/2006, de 29 de diciembre*, por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria, BOE 5-1-2007), su estudio se aborda en el área de Ciencias de la Naturaleza en el primer curso de la etapa, dentro del bloque de contenidos relativo a los “materiales terrestres”. En él se hace referencia a la diversidad, características, importancia y utilidad de las rocas y minerales. Así mismo, dentro del área de Tecnologías, existe un bloque de contenidos de “materiales de uso técnico” que guarda estrecha relación con la utilidad de los minerales y las rocas.

(*) Dpto. Geología, Facultad de Ciencias, Universidad de Jaén, 23071 Jaén, jmillan@ujaen.es

(**) Dpto. Ciencias de la Tierra y Medio Ambiente, Facultad de Ciencias, Universidad de Alicante, Campus de San Vicente del Raspeig, Apdo. 99, 03080 Alicante, pedro.alfaro@ua.es / mc.munoz@ua.es / jc.canaveras@ua.es / andreu.rodas@ua.es

(***) CEIP La Marina, C/ Colegio, 4, Elche (Alicante), nativityalfaro@hotmail.com

(****) I.E.S. La Arboleda, C/ Padre Ellacuría 13, 11500 El Puerto de Santa María (Cádiz) mglezh@mundivia.es

(*****) I.E.S. Ramón Arcas, Avda. Juan Carlos I, 72, Lorca (Murcia) juan72@hotmail.com

Tanto en el caso de la Enseñanza Primaria como en los primeros cursos de Enseñanza Secundaria Obligatoria se agradecen todo tipo de estrategias o de recursos que hagan más atractivo el estudio de los minerales y de las rocas, y que ayuden a estimular la curiosidad de los niños y de los adolescentes. Uno de los puntos clave es la abrumadora presencia de los minerales y de las rocas en nuestra vida cotidiana, aspecto que ha sido ampliamente desarrollado desde un punto de vista didáctico por numerosos grupos de trabajo y por varias instituciones de Mineralogía y de Petrología.

En el XII Simposio sobre Enseñanza de la Geología celebrado en Gerona en julio de 2002, se presentó una comunicación titulada “Minerales en el Supermercado” (Anglada, 2002). Basándonos en esta comunicación y en diversas actividades disponibles en Internet hemos diseñado el taller “Actividades con minerales y rocas industriales” que se impartió en el curso 2006-2007 a niños de 1º y 2º curso de Primaria y en el curso 2007-2008 a niños de 5º y 6º de Primaria del Colegio Público Serra Mariola de Alicante.

En este trabajo describimos el taller, sus contenidos y algunos aspectos de organización que puede adaptarse fácilmente a distintos niveles educativos. Este taller, que está estructurado en rincones, pretende aportar ideas a los docentes para enseñar, de otra forma, los minerales a los niños. Lógicamente, dependiendo del material disponible y de la edad del alumnado, los rincones pueden variar tanto su temática, como sus contenidos específicos.

Además, se ofrecen algunas direcciones de Internet que contienen numerosos recursos educativos sobre minerales y rocas industriales. En este trabajo comentamos algunas de las que pueden realizarse con estudiantes de ESO.

LA UTILIDAD DE LOS MINERALES Y LAS ROCAS INDUSTRIALES

En los diferentes artículos que componen este monográfico de la revista Enseñanza de las Ciencias de la Tierra ha quedado suficientemente patente la dependencia que la Sociedad actual tiene de los minerales y de las rocas industriales. Por ejemplo, según la información publicada en su página web por el Mineral Information Institute (<http://www.mii.org/>) un ciudadano medio americano necesita en sus aproximadamente 80 años (esperanza de vida actual en EEUU), más de 23 toneladas de minerales y rocas industriales. En esta página web se pueden descargar libremente varios ficheros pdf con los datos más detallados.

A partir de varias fuentes de información que citamos a continuación hemos elaborado la tabla I en la que aparecen algunos minerales y rocas industriales de uso cotidiano, con sus aplicaciones y sus propiedades. En las siguientes fuentes se encuentra información mucho más detallada: Anglada (2002), IMA-Europe (<http://www.ima-eu.org/mineralzone.html>), Nevada Commission of Mineral Resources (http://minerals.state.nv.us/formspubs_educ.htm), Mineralogical Society of America (<http://www.minsocam.org/>) (ver apartado de Education and Outreach), Oxford University Museum (<http://www.oum.ox.ac.uk/thezone/minerals/usage/build.htm>)... y numerosas páginas webs como <http://geology.com/minerals/>, <http://www.webmineral.com/>, <http://mineral.galleries.com> <http://republicans.resourcescommittee.house.gov/archives/ii00/s/ubcommittees/emr/usgsweb/examples/index.html>. Finalmente, en este monográfico de la revista Enseñanza de las Ciencias de la Tierra, se incluye un artículo de M. Regueiro titulado “Los minerales industriales en la vida cotidiana”.

PRODUCTOS	MINERALES y ROCAS	APLICACIONES	PROPIEDAD
LIMPIEZA DOMÉSTICA	Calcita	Abrasivo	Dureza intermedia
	Ceolitas	Regula la dureza del agua (reduce el consumo de álcalis)	Capacidad de cambio, distribución de tamaños de partícula y blancura
ALIMENTACIÓN Y CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS	Halita	Potenciador de sabor, conservación de alimentos	
	Arcillas: esmectitas, bentonitas	Mejorar asimilación, presentación o manejo del alimento. Absorción de toxinas.	Absorbentes. Intercambio catiónico.
BELLEZA Y PERFUMERÍA	Caolinita, esmectitas	Mascarillas	Propiedades absorbentes
	Talco	Desodorante, sombra de ojos	Propiedades absorbentes y lubricantes. Hábito cristalino (placas): permite transpirar y es suficientemente translúcido para no ser visto.
	Arcillas	Maquillaje	Colorante
	Corindón, magnetita	Limas de uñas	Abrasivos
	Calcita, dolomita	Maquillaje en polvo	Absorbe humedad

Tabla I. Algunos minerales usados en la fabricación de productos de uso cotidiano. Basada en la comunicación de Anglada (2002).

PRODUCTOS	MINERALES/ROCAS	APLICACIONES	PROPIEDAD
	Rutilo	Protector solar	Biocompatible. Índice de refracción muy alto
	Esfalerita, franklinita, smithsonita.	Desodorante, cremas hidratantes, protector solar	Astringente (cierra los poros de la piel). Absorbe la radiación UV.
	Calamina: Hemimorfita (smithsonita, hidrocincita)	Crema para irritaciones, picaduras, escoceduras, acné	Astringente Protector tópico
	Esmeclitas con litio	Champú y acondicionadores de pelo	Agentes acondicionadores: partículas hidrofóbicas
ANIMALES	Sepiolita, diatomita, pumita,	Arenas de gato	Absorbente
	Ceolitas	Eliminar olor heces	Absorbentes. Intercambio catiónico
FARMACÉUTICOS	Cinabrio	Termómetros de mercurio	Líquido a temperatura ambiente, dilatado
	Halita, silvina, calcita, fluorita	Aporte de minerales	Principios activos
	Epsomita,	Laxante	
	Calcita, brucita,	Antiácido	
	Azúfre	Sulfamidas (pomadas)	Excipientes, absorbentes.
	Caolinita	Excipiente en comprimidos, astringente	
	Esmeclitas, paligorskitas	Previene la absorción de agua en el cuerpo.	
DROGUERÍA	Azúfre	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) Cerámica (Esmalte)	Impermeable Aislante térmico
	Calcita, feldespato, cuarzo, boratos.....		Impermeable Aislante térmico
	Vermiculita, perlita, alúmina hidratada, boratos	Aditivos Retardantes en yeso y escayolas	
	Arcillas expandidas, perlitas	Hormigón ligero	
	Mirabilita, thenardita	Vidrio	Alto calor latente de fusión
AGRICULTURA	Fosfatos (hidroxifluorapatito, francolita)	Fertilizantes. Nutrientes primarios (P, K, N)	Nutrientes
	Nitratos (nitranita, nitro)		
	Silvina, carnalita		

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 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
	Circonio, barita	Superconductores	
	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 larga duración), almacenamiento de memoria en videoconsolas	Superconductores, capaces de soportar temperaturas muy elevadas, pueden almacenar carga eléctrica temporal y liberarla cuando se necesita, alta resistencia a la corrosión.
	Rutilo e ilmenita	Aleaciones de titanio	Duro, rígido, ligero,
PIROTECNIA	Azufre nativo	Pólvora, pirotecnia	Combustible
	Bauxitas	Aluminio	Combustible
	Cuprita, calcopirita, halita, thenardita, barita, celestina	Colores en fuegos artificiales	Cu (azules); Na (amarillos); Sr (rojos); Na y Sr (naranjas); Ba (verdes brillantes)

TALLER “ACTIVIDADES CON MINERALES Y ROCAS INDUSTRIALES”

A continuación describimos el taller “Actividades con minerales y rocas industriales”, sus objetivos, aspectos organizativos y contenidos llevados a cabo en el CEIP Serra Mariola de Alicante. Durante una sesión de 2 horas mostramos, agrupados en seis rincones (Fig. 1), más de 20 minerales y algunos de los productos elaborados con ellos. Como se podrá comprobar en la descripción de los contenidos del taller, su estructura no es rígida y se pueden tener en cuenta las siguientes consideraciones: (1) varios minerales podrían incluirse en diferentes rincones, (2) los minerales y rincones seleccionados pueden ser diversos dependiendo del material disponible en el centro, (3) la cantidad de minerales, rincones o el tiempo dedicado al taller también puede ser muy variable.

En definitiva, el abanico de posibilidades para el docente es enorme y la elección de unos rincones u otros, así como sus contenidos dependerá del nivel educativo y, especialmente, del material disponible en el centro. En cada uno de los rincones hemos incluido un listado más amplio de minerales y rocas del que realmente puede utilizarse en el taller, con el propósito de ofrecer un amplio abanico de posibilidades.

Objetivos

Los objetivos pueden variar dependiendo del nivel educativo para el cual vaya a plantearse el taller. A continuación citamos algunos de los más importantes:

- Mostrar cómo los minerales y las rocas industriales se utilizan para fabricar la mayoría de los objetos que usamos en nuestra vida cotidiana.

<p>RINCÓN 1. Tocar, mirar, oler, saborear</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Halita (sal gema) 2. Silvina 3. Pirita 4. Geoda de cuarzo amatista 5. Moscovita, biotita 6. Yeso 7. Margas bituminosas 8. Petróleo 9. Carbón 	<p>RINCÓN 2. Maquillaje con minerales</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Oligisto especular (purpurina) 2. Antimonita (Kohl, egipcios) 3. Ocre y limonita, malaquita 4. Arcillas (mascarillas, exfoliantes, cremas)
<p>RINCÓN 3A. La magia de los minerales</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Magnetita (magnetismo) 2. Espato de Islandia (birrefringencia) 3. Fluorita (fluorescencia) 4. Ulexita, "piedra de la TV" (efecto óptico) <p>RINCÓN 3B. La magia de los minerales</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Sílex (capacidad de originar chispas) 2. Diatomita y gabro (densidad) 3. Pumita y caliza (densidad/flotabilidad) 4. Pirolusita (capilaridad) 	<p>RINCÓN 4A. ¿De qué está hecho...?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Alambre (cobre nativo) 2. Arena de gato (minerales arcilla) 3. Papel de lija (cuarzo) 4. Polvos de talco (talco) 5. Detergente lavavajillas (calcita) <p>RINCÓN 4B. ¿De qué está hecho...?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Ladrillos 2. Cemento 3. Teselas del Puerto de la Explanada de Alicante
<p>RINCÓN 5. A pintar</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pizarra y yeso (punta de flecha) 2. Arcilla y yeso (tiza con y sin calcita) 3. Grafito (lápiz) 4. Ocre y limonita 	<p>RINCÓN 6. Minerales y salud</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Asbesto 2. Cinabrio (mercurio) 3. Galena (plomo)

Fig. 1. Estructura en rincones del taller "Actividades con minerales y rocas industriales". Se ha ampliado el número de rincones y la cantidad de actividades de cada uno de ellos, respecto al realizado en el CEIP Serra Mariola de Alicante, para que el docente tenga un abanico de posibilidades más amplio donde elegir.

- Identificar algunas de las propiedades básicas de los minerales (ópticas, magnéticas, físicas como la dureza o la exfoliación, etc.).
- Reconocer que las propiedades de los minerales son el motivo de que los utilicemos en la fabricación de diversos productos.
- Comprender que son recursos no renovables e inculcar en el alumnado la necesidad del reciclaje, del desarrollo sostenible y del respeto al Medio Ambiente.

Y exclusivamente para los estudiantes de la ESO:

- Iniciarse en las clasificaciones de los principales grupos de minerales y rocas, así como en el conocimiento de su composición.

Organización del taller

1. La sesión, de 2 h de duración, se realizó para 25 niños que se distribuyeron en seis grupos.

2. En cada uno de los seis rincones había un monitor (maestros del colegio y profesores y estudiantes de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Alicante). Una alternativa es la formación de monitores entre el alumnado de cursos más avanzados, especialmente en la ESO.
3. Se establecieron turnos rotativos de 15 minutos de duración de forma que en una hora y media todos los niños habían visitado los seis rincones.
4. Como se ha expuesto anteriormente, en cada rincón había un número de actividades "excedente". Se realizaban, siguiendo un orden de prioridad preacordado, tantas actividades como era posible hasta el momento de "cambio de rincón".
5. Al finalizar la visita de los seis rincones se agrupaban todos los niños y se realizaba una puesta en común.

Contenido de los rincones

Rincón 1. *Tocar, mirar, oler, ...*

En este rincón hemos incluido un conjunto de minerales y rocas industriales, además del petróleo, que estimulen uno o varios de los sentidos de los alumnos, especialmente de los más pequeños. Algunos los hemos usado por su sabor (la halita o sal gema y la carnalita, que destaca por su sabor amargo y picante), otros por su olor (las margas bituminosas o el petróleo), otros por su tacto (las láminas de moscovita o el yeso que se exfolian con mucha facilidad), o bien por su belleza (cubos de piritita incluidos en una matriz arcillosa o una geoda de cuarzo amatista) (Fig. 2).

Además de los minerales antes mencionados, en este rincón tienen cabida ejemplares espectaculares que, en algún caso, pueden aportar los propios alumnos, así como algunas gemas o metales preciosos (en nuestro caso hemos usado un ejemplar de plata nativa y una roca con pequeños restos de oro).



Fig. 2. Aspecto del rincón 1 "Tocar, mirar, oler, ..."

Rincón 2. *Maquillaje con minerales*

En este apartado existen multitud de posibilidades algunas de las cuales se citan en la tabla I. En nuestro taller hemos utilizado una mezcla mineral (el kohl), que se obtiene de la galena o de la antimonita y sirve para maquillarse. Este maquillaje de ojos fue utilizado originalmente por los antiguos egipcios y actualmente se sigue usando en algunos países del norte de África. Su empleo permite prevenir enfermedades oculares y, especialmente, mitigar el reflejo del sol. También hemos utilizado hematites especular (oligisto o especularita) que desprende escamas que forman una especie de purpurina plateada.

Otro tipo de productos son los que se basan en minerales de la arcilla a partir de los cuales se fabrican cremas para la cara (mascarillas, exfoliantes, ...). Una actividad divertida y motivadora consiste en aplicar sobre un voluntario/a una mascarilla de arcilla con alto contenido en esmectitas y que al cabo de unos minutos describa el efecto que causa sobre su piel (Fig. 3). Esta experiencia permite relacionar la estructura en capas que presentan este grupo de minerales con sus múltiples y variadas aplicaciones; en este caso con sus propiedades absorbentes.



Fig. 3. Actividad del taller "Maquillaje con minerales" con arcilla exfoliante.

Finalmente, en este apartado se pueden incluir otros minerales como la malaquita, el ocre, la limonita, entre otros, cuyos llamativos colores debidos a la presencia de elementos cromatóforos les hacen útiles en muchos productos de cosmética.

Rincón 3.A. *La magia de los minerales*

En este rincón hemos incluido minerales que tienen propiedades físicas u ópticas capaces de sorprender a los niños e incluso a los adolescentes. Se puede aprovechar este rincón para explicar detenidamente, al alumnado de niveles más avanzados, el porqué de estas propiedades y la relación con el uso industrial que se hace de ellos. Hemos escogido los siguientes minerales y actividades:

A) Magnetita

Para realizar la actividad se necesita arena de playa que contenga magnetita. Esta arena es fácil de conseguir en zonas costeras donde afloran rocas volcánicas o metamórficas. También se puede realizar la actividad triturando una muestra de magnetita hasta conseguir fracción arenosa que se mezcla con arena más clara (para que el contraste sea mayor). Esta arena (natural o artificial) se esparce sobre una tapa de una caja de cartón (se recomienda forrar con un papel blanco). Con un imán situado por debajo de la tapa de cartón se separa la arena en dos fracciones (la magnetita del resto de minerales no ferromagnéticos) (Fig. 4). Esta simple experiencia da pie



Fig. 4. Actividad con arena con magnetita (se ha utilizado arena de playa de la Isla de Fuerteventura y una mezcla realizada por nosotros triturando una muestra de magnetita y mezclando la fracción arenosa con arena de playa de color claro).

a explicar el porqué la magnetita tiene esa propiedad, y cómo ha sido usada en minería para la extracción de hierro.

B) Espato de Islandia

Para llevar a cabo esta actividad es necesario disponer de ejemplares de espato de Islandia que tengan una buena transparencia. Los alumnos pueden escribir su nombre en una hoja de papel (lo pueden hacer por ejemplo con un ejemplar de grafito) y pueden observar la doble refracción.

C) Minerales fluorescentes

Algunos minerales (fluorita, calcita, scheelita, blenda, ...), cuando son expuestos a radiaciones ultravioletas, emiten una luz muy característica; este fenómeno se conoce como fluorescencia. En el taller hemos usado algunos ejemplares de fluorita, tremolita, escapolita y willemita y una lámpara de luz ultravioleta. Es necesario oscurecer el rincón del laboratorio o aula o bien realizar la actividad dentro de una caja.

D) Ulexita (piedra de la televisión)

Este mineral, cuando tiene hábito fibroso, presenta unas características ópticas sorprendentes. Las fibras del mineral actúan como fibra óptica. Si el ejemplar es cortado perpendicularmente a sus fibras, y lo colocamos sobre una pequeña lámpara (hemos usado una con varias luces de colores para destacar su efecto), el resultado que se obtiene es una imagen en la superficie opuesta (en la parte superior) (Fig. 5).

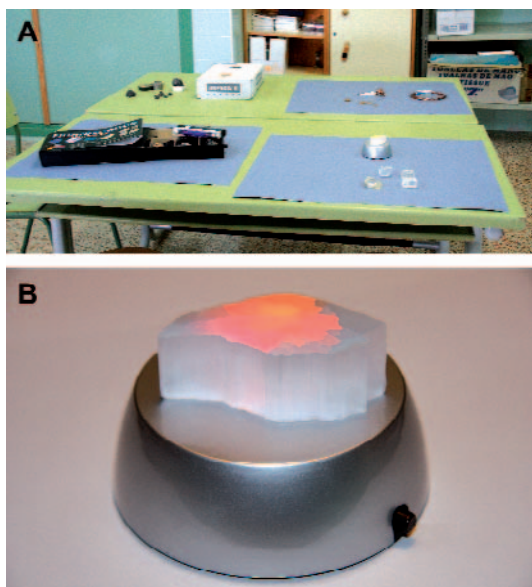


Fig. 5. A. Aspecto del rincón "La magia de los minerales" en el que se incluye la actividad con arena con magnetita, el alambre de cobre, los minerales fluorescentes y la ulexita. En el caso de los minerales fluorescentes hemos usado un estuche comercial pero, como alternativa, se puede comprar una lámpara ultravioleta y se pueden usar minerales fluorescentes comunes. B. Detalle de la ulexita con una pequeña lámpara de tres colores; estos colores van cambiando cada pocos segundos lo que hace más atractiva la actividad.

Rincón 3B. La magia de los minerales

El rincón 3B es un complemento al 3A y la única razón para separarlo es la cantidad de actividades propuestas. Pero lógicamente todas estas actividades se pueden entremezclar dependiendo del material disponible.

En este rincón realizamos inicialmente una experiencia con muestras de sílex. La demostración, muy sencilla, consiste en entrechocar dos muestras para producir chispas (también el olor que desprende les resulta muy sorprendente). Aunque el choque de dos trozos de sílex no permite encender fuego puede servir, si se desea, para introducir el tema a los alumnos. Se les puede hablar del pedernal (sílex) y del eslabón (piedra rica en hierro) y cómo se utilizaban para hacer fuego. También, debido a su abundancia en la naturaleza, su dureza y su fractura concoidea (que produce aristas afiladas) se puede hacer una pequeña demostración del porqué se utilizaba como materia prima principal para la fabricación de herramientas prehistóricas.

Otra experiencia muy llamativa para el alumnado es la utilización de grandes bloques de diatomita. Para amplificar el efecto se puede previamente mostrar algunos ejemplares de gabro, peridotita, etc. A continuación, algún voluntario se encarga de levantar el bloque de diatomita (Fig. 6). A partir de la E.S.O, se puede aprovechar esta pequeña demostración para explicar el concepto de densidad, el porqué de su bajo valor en las diatomitas y cómo esta propiedad permite usar esta roca en varios productos industriales.



Fig. 6. Uno de los alumnos está sujetando un bloque de diatomita después de haberlo hecho con una pequeña muestra de peridotita.

También, relacionada con la densidad, se puede hacer una experiencia con un ejemplar de pumita y otro de cualquier otra roca (por ejemplo, un guijarro carbonatado de un río o playa). Se utiliza una pequeña pecera para demostrar cómo el ejemplar de pumita flota. Al igual que en el ejemplo anterior, la explicación del concepto de densidad se recomienda exclusivamente para alumnos de E.S.O.

Uno de los minerales más llamativos para los alumnos son los ejemplares de pirolusita dendrítica o arborescente. En edades tempranas todos los alumnos las interpretan como plantas. La sencilla

experiencia del terrón de azúcar y el café (o cualquier otro líquido de color) puede servir para explicar la formación de estas dendritas de óxido de manganeso a favor de fracturas o superficies de estratificación.

Rincón 4.A. ¿De qué está hecho...?

Este rincón ofrece muchísimas posibilidades. A continuación exponemos los ejemplos que hemos seleccionado en este taller:

A) Alambre (cobre nativo)

Se necesita: un ejemplar de cobre nativo (Fig.7), varias monedas de 1, 2 y/ó 5 céntimos de euro y alambre de cobre.

Para los niños más pequeños se recomienda, después de que hayan manipulado el ejemplar de cobre nativo, la siguiente actividad: (1) coger el ejemplar con la mano izquierda, y en la mano derecha esconder un pequeño rollo de hilo de cobre de entre 15 y 30 cm de longitud; (2) unir las dos manos y sujetar con la mano izquierda el extremo del alambre de cobre (sin que los niños se den cuenta); (3) separar las manos haciendo el gesto de estirar el ejemplar de cobre; los niños observan cómo se va transformando en un hilo de cobre y, finalmente, (4) se muestra el ejemplar de cobre y el alambre.

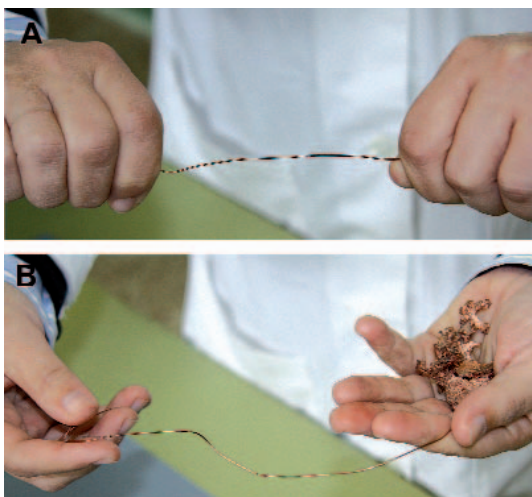


Fig. 7. A. Truco del alambre de cobre (el alumnado ha visto previamente cómo el monitor ha puesto el mineral de cobre en una de sus manos). Al estirar este mineral obtiene hilo de cobre. B. Se muestra el truco a los alumnos para que deduzcan de qué está fabricado el hilo de cobre.

B) Arena de gato (algunos minerales de la arcilla, como la bentonita)

Se necesita: un escurridor de plástico (de tamaño grande), gravilla (a ser posible de tamaño similar a la arena de gato), jofaina, jarra de agua, arena de gato y una regadera.

La actividad consiste en: (1) Llenar la jarra con un litro de agua y el escurridor con gravilla, poner

el escurridor sobre la jofaina y verter en torno a medio litro de agua sobre el escurridor con la gravilla. Se puede comprobar cómo el agua se filtra. (2) Se vacía el escurridor de gravilla y se llena ahora con arena de gato, se vierte el medio litro de agua restante, repartiéndola por todo el recipiente (en el caso de los más pequeños pueden verter ellos el agua y el monitor se puede colocar el escurridor sobre su cabeza) (Fig. 8). (3) Se realiza una explicación de porqué no cae agua, del hábito laminar de estas arcillas y cómo el agua es capaz de introducirse y retenerse entre sus láminas (filosilicatos).



Fig. 8. Actividad con la arena de gato (arcillas). Una alumna está vertiendo agua sobre un escurridor con arena de gato, que la monitora ha colocado sobre su cabeza.

C) Papel de lija (cuarzo)

Se necesita: papel de lija de cuarzo con un tamaño lo más grueso posible, dos lupas binoculares, un ejemplar de cuarzo, arena de cuarzo.

Para realizar esta actividad (Anglada, 2002) se colocan en cada una de las lupas binoculares una muestra de arena de cuarzo y una de papel de lija (Fig. 9). La conclusión a la que llegan los estudiantes es inmediata. Esta actividad se puede complementar con una pequeña demostración de la dureza del cuarzo al rayar un cristal, un objeto metálico u otros minerales como la calcita.

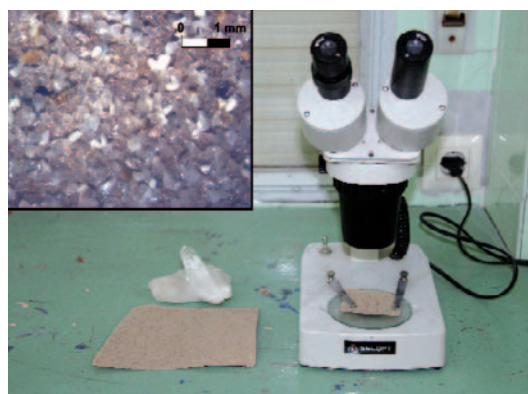


Fig. 9. Aspecto de la actividad con el papel de lija que se observa con una lupa binocular. En la esquina superior izquierda se incluye un detalle fotográfico del papel de lija observado con la lupa en el que se reconocen fácilmente los cristales de cuarzo.

D) Polvos de talco (talco)

Se necesita: un bote de polvos de talco y un ejemplar de talco.

La actividad consiste en que toquen el ejemplar de talco y lo rayen con la uña o con cualquier objeto y comparen el polvo desprendido con el producto elaborado.

E) Detergente en pastillas para lavavajillas (calcita)

Se necesita: una pastilla de detergente para lavavajillas o cualquier otro polvo detergente abrasivo (ver Anglada, 2002), un ejemplar de calcita, ácido clorhídrico diluido, un vaso de cristal y un cubierto de acero inoxidable.

La actividad consiste en verter un poco de ácido sobre el ejemplar de calcita y observar su efervescencia característica al desprenderse dióxido de carbono y posteriormente hacer lo mismo sobre el detergente para verificar la presencia de calcita en su composición. Se puede completar la actividad demostrando que muchos minerales son utilizados directamente por la dureza que presentan, siendo ésta una de las propiedades que más utilidad les confiere. Los productos abrasivos presentan diferentes durezas en función de la superficie que se quiere limpiar. Los alumnos tienen que rayar un vaso y un cubierto de acero inoxidable con un trozo de cuarzo y después deben intentarlo con un ejemplar de calcita.

Rincón 4.B. ¿De qué está hecho...?

A) Ladrillos o cerámica

Se necesita: una muestra de arcilla con la que se elaboran los ladrillos, fácil de conseguir en industrias cerámicas.

La actividad que hemos realizado consiste en que con un martillo golpeen un pequeño fragmento de ladrillo hasta conseguir el "polvo de ladrillo" (que por cierto identifican inmediatamente con el material utilizado en las pistas de tenis de tierra batida) (Fig. 10). Se realiza la misma actividad con un



Fig. 10. Arcilla roja del Triásico con facies Keuper usada en las cerámicas de Agost (Alicante) para la fabricación de ladrillo rojo. Se incluye un pequeño fragmento de ladrillo y una muestra triturada (material usado en la fabricación de pistas de tenis de tierra batida). También se ha incluido una muestra de margocalizas grises (usadas para elaborar cemento) y margas amarillas (usadas para cerámica).

fragmento de muestra de arcilla (nosotros hemos usado arcillas rojas del Triásico Keuper). De forma inmediata los estudiantes establecen una relación directa entre la materia prima y el producto elaborado.

B) Cemento

Se necesita: una muestra de cemento y una margocaliza o caliza margosa.

En nuestro caso particular hemos escogido rocas cretácicas utilizadas en la cementera de San Vicente del Raspeig (Alicante). Esta actividad es similar a la anterior y se aprovecha para explicar que el cemento es un compuesto obtenido de la mezcla de arcilla y caliza la cual se somete a un tratamiento industrial.

C) Rocas ornamentales

Se necesitan: varias muestras de rocas pulidas entre las que debe incluirse un mármol y varias calizas.

En este caso se trata de erradicar la creencia errónea ampliamente extendida en la sociedad de que todas las rocas pulidas son mármoles. Los estudiantes compararán diversas muestras pulidas de calizas, a ser posible con fósiles algunas de ellas, con otras de mármol. También conviene utilizar rocas ornamentales que se extraigan industrialmente en la región o rocas que se hayan utilizado en la construcción de algún edificio emblemático de la población (incluso del centro educativo). En el caso particular de Alicante usamos el "mármol" Crema Marfil extraído de las canteras de La Algueña-Pinoso (Alicante) y el Rojo Alicante extraído de las canteras de Cavarrasa (La Romana). También usamos un ejemplar de la variedad Negro Marquina que procede de Markina (Vizcaya). El motivo es que estos tres tipos de calizas de diferente color han sido utilizadas para la construcción del paseo de la Explanada de Alicante, uno de los emblemas turísticos de la ciudad. Este paseo está adornado por un mosaico de aproximadamente seis millones y medio de teselas que simulan las olas del mar.

Rincón 5. A pintar

A) Pizarra y yeso (punta de flecha)

Se necesita una muestra de pizarra (roca) lo más plana posible y unas cuantas puntas de flecha de yeso (en nuestro caso usamos yesos mesinienses de San Miguel de Salinas (Alicante)).

Para los más pequeños resulta sorprendente poder escribir en la pizarra con una "piedra" (Fig. 11A). Se aprovecha esta actividad para explicar la dureza y la raya. También se puede complementar con la raya de una placa de yeso transparente como los conocidos *lapis specularis* utilizados por los romanos.

B) Yeso y calcita (tizas de dos variedades)

Esta actividad es un complemento de la anterior y se utiliza para explicar de qué está hecha la tiza (ver detalles en Anglada, 2002).

C) Grafito

Se necesita una muestra de grafito y un lápiz, con los que pueden escribir en una hoja de papel (Fig. 11B).

Esta actividad también está descrita por Anglada (2002). Se puede complementar con la observación de la raya del grafito en la lupa binocular. Para los cursos de ESO se puede aprovechar esta actividad para mostrarles un diamante y que comprendan cómo la estructura de los átomos de carbono es responsable de la dureza y, por tanto, de su uso.

Otra posibilidad para los más pequeños podría ser la realización de un juego en el que a cada equipo se le proporcionara una muestra de yeso, calcita, cuarzo y corindón. Los jugadores tienen que elegir, en turnos alternativos, uno de los minerales y comprobar cuál es el de mayor dureza (el asalto lo gana el que ha escogido el mineral más duro). La victoria es del que consigue ganar más asaltos.

D) Ogres

Se necesitan: varios ejemplares de ogres, a ser posible, de varias tonalidades.

Estos minerales son relativamente fáciles de conseguir por su abundancia. La denominación genérica “ogres” corresponde a mezclas de óxidos y/o hidróxidos de hierro con arcillas. Puede considerarse al ocre rojo como la variedad terrosa roja de la hematite (Fe_2O_3). El ocre amarillo, comúnmente denominado limonita ($\text{FeO}\cdot\text{OH}\cdot n\text{H}_2\text{O}$), es una variedad terrosa, aparentemente amorfa e hidratada, de color y raya amarillenta compuesta por hidróxidos de hierro (goetita y lepidocrocita) e impurezas (Fig. 11B).



Fig. 11. Algunos de los materiales usados en el rincón “A pintar con minerales”.

La actividad con estos minerales puede ser transversal con otras asignaturas del currículo ya que los ogres eran una de las materias primas principales para la elaboración de las pinturas rupestres.

Rincón 6. Minerales y Salud

Este rincón puede ser utilizado para mostrar a los estudiantes varios minerales y después, en una clase más teórica, explicarles los problemas medioambientales y de salud que pueden llegar a ocasionar si no se utilizan convenientemente. Si una vez finalizado el taller se quiere desarrollar más este apartado existen diversas posibilidades interesantes como promover pequeñas investigaciones sobre la utilización de los minerales en la dieta o en las aguas subterráneas. También se puede animar a los estudiantes de ESO a realizar una pequeña investigación sobre la geofagia.

A) Asbesto

Este mineral presenta unas propiedades mecánicas, químicas y térmicas que ha favorecido su empleo en la elaboración de tejas, tuberías de fibrocemento, embragues y frenos, así como aislante frente al fuego en diversos materiales textiles y trajes de bomberos.

Sin embargo, la inhalación de las fibras de asbesto provoca enfermedades pulmonares y cáncer, por lo que más de 100 países del mundo han prohibido su uso, entre ellos España. Por ello, es relativamente frecuente la publicación de noticias en la prensa relacionadas con el asbesto o amianto (Fig. 12).



Fig. 12. Artículo publicado en el Diario La Verdad de Alicante sobre las precauciones tomadas en las obras de restauración del Mercado Central de Alicante debido a la presencia de amianto (<http://www.laverdad.es/alicante/20090307/alicante/extreman-precauciones-para-sustituir-20090307.html>).

En nuestro rincón utilizamos un tubo cerrado con la muestra de asbesto fibroso y un fragmento de uralita también envuelto en una bolsa de plástico.

B) Cinabrio (mercurio)

El cinabrio es el principal mineral del que se ha obtenido el mercurio ya que presenta una riqueza

del 85%. El mercurio se ha utilizado ampliamente desde la antigüedad, y actualmente se usa en la fabricación de espejos, componentes eléctricos, instrumental de medición como los termómetros, amalgamas de empastes dentales, etc. Sin embargo, una exposición prolongada, su inhalación, contacto o ingestión puede ocasionar daños en el organismo, por lo que la Organización Mundial de la Salud estableció un programa dirigido a disminuir su utilización con el objetivo de erradicar definitivamente su empleo.

En este rincón hemos usado un ejemplar de cinabrio en el que se reconocen restos de mercurio líquido en su superficie (se recomienda usar una lupa de mano). También es conveniente complementarlo con un termómetro de mercurio y un pequeño bote con mercurio líquido.

C) Galena (plomo)

La galena es el principal mineral del que se obtiene el plomo. Su empleo data desde el Antiguo Egipto donde se utilizaba en cosmética. Actualmente se emplea en electrónica, en la elaboración de pigmentos, así como en la fabricación de plásticos, cerámicas o insecticidas, entre otros. El mayor grado de conocimiento sobre los efectos que el plomo genera sobre el Medio Ambiente y la salud hace que su uso vaya reduciéndose. Así, actualmente ya no se suelen utilizar tuberías de plomo para las conducciones de agua en el hogar o las gasolineras se fabrican libres de plomo.

En este rincón mostramos un ejemplar de galena conjuntamente con un fragmento de tubería de plomo.

D) Geofagia

Se denomina geofagia a la conducta de consumir algunos tipos de arcillas o tierra. Aunque todavía no está científicamente demostrado, el consumo de ciertas sustancias no comestibles parece estar relacionado con la carencia de determinados minerales en el organismo y con fines medicinales ya que provocan un alivio de ciertos problemas gastrointestinales.

Históricamente, las primeras prácticas de geofagia parecen localizarse en los Andes Centrales asociado a la práctica del pastoreo de camélidos, ya que éstos lamían ciertos filosilicatos hidratados como esmectitas, caolinitas, cloritas e illitas. No obstante, en diversos países africanos también existen referencias del consumo de arcillas. Actualmente, en el altiplano peruano todavía se consume una arcilla que se unta a las denominadas papas sancochadas (Ruiz Gil, 2001).

OTRAS ACTIVIDADES DIDÁCTICAS CON MINERALES Y ROCAS INDUSTRIALES

En los últimos años varias instituciones relacionadas con la mineralogía han publicado numerosos recursos educativos. Por ejemplo, existe abundante material de gran interés en los apartados educativos

de las páginas web del Mineral Information Institute (http://www.mii.org/Classroom_Demonstrations.html) y del IMA-Europa (<http://www.ima-eu.org/mineralzone.html>). También se han publicado varios trabajos resaltando la importancia de los minerales en la fabricación de los objetos que nos rodean. Recomendamos la lectura de la comunicación de Anglada (2002) que describe cuatro experiencias que relacionan las propiedades físicas y químicas de los minerales con su utilidad, y dos experiencias que permiten determinar qué minerales contienen algunos productos cotidianos.

A continuación se relacionan algunas de estas actividades que podrían realizarse con estudiantes de ESO. Para su preparación los docentes encontrarán información completa en las páginas web y los artículos antes mencionados.

¿Qué minerales han sido necesarios para construir...?

Este tipo de actividades despierta una gran curiosidad entre el alumnado y consiguen lograr de forma rápida y sencilla el objetivo general planteado en este trabajo: los estudiantes asimilan la dependencia que actualmente tenemos de los recursos naturales, ya que la inmensa mayoría de objetos cotidianos que les rodean están hechos con o a partir de minerales.

En Internet y en algunas publicaciones se pueden consultar varios recursos de este tipo. Se trata de guías de aprendizaje basadas en actividades que abordan un modo efectivo de educar a los estudiantes sobre cómo se encuentran, se extraen, se procesan y se usan los recursos minerales. En este mismo monográfico se incluye el artículo de M. Regueiro titulado "Los minerales industriales en la vida cotidiana" que puede utilizarse, junto a las páginas web citadas, de base para el diseño de las siguientes actividades:

¿Qué minerales han sido necesarios para construir un coche?

La fabricación de un coche requiere, generalmente, emplear más de treinta sustancias obtenidas a partir de minerales.

La Geological Society of America (http://www.geosociety.org/educate/LessonPlans/Earth_Materials_in_Subaru.pdf) propone una actividad que permite asociar los minerales utilizados en la fabricación de los elementos mecánicos y de diseño de un coche. Para realizar esta actividad, sólo se necesita un dibujo con los diferentes elementos del vehículo, un listado de los materiales utilizados que contenga el mineral del que procede y las propiedades que confieren. Los estudiantes pueden colocar fotos de estos minerales en cada una de las partes del coche.

2. ¿Qué rocas y minerales se usan habitualmente para construir una casa?

Se recomienda visitar la página web <http://www.minsocam.org/MSA/K12/uses/uses.html>.

3. ¿Qué minerales y rocas han sido necesarios para fabricar el aula o laboratorio y algunos de los objetos que hay en su interior?

Minerales: veinticuatro horas al día

Basándonos en el documento “L’industrie minière est présente à toutes les heures de la vie quotidienne”, de la Société de l’industrie minière de Francia, en la que se expone cómo los minerales están presentes en las diversas acciones que un trabajador realiza diariamente, proponemos una adaptación para un día cualquiera en la vida de un alumno o alumna de Educación Secundaria Obligatoria con el propósito de que entiendan y recapaciten sobre la dependencia de los minerales que tiene la sociedad actual.

No pretendemos realizar un análisis exhaustivo de todos y cada uno de los minerales que intervienen en nuestras vidas, sino simplemente mencionar algunos de ellos indicando el papel que desempeñan. Esta información puede ser el punto de partida para una investigación posterior en la que cada alumno o alumna proponga su propio “reloj” (Fig. 13) y realice una investigación utilizando distintas fuentes de información, para indicar algunos de los minerales implicados en las actividades que realiza durante un día.



Fig. 13. Esquema de un reloj adaptado a la vida cotidiana del alumnado basado en otro previo realizado por la Société de l’industrie minière de Francia.

7:00 Aseo matinal: en el cuarto de baño hay numerosos objetos fabricados con minerales. El lavabo, así como los demás sanitarios, está constituido por porcelana, que es una mezcla de **cuarzo, feldspatos y caolín** que mezclados en distintas proporciones dan resistencia y rigidez. Cada uno de estos minerales juega un papel en función de sus propiedades; así el caolín le da plasticidad a la mezcla y durante la cocción funde para mantener ligadas las partículas de cuarzo, que a su vez proporciona refractariedad al ser capaz de mantener sus propiedades a elevadas temperaturas. Los feldspatos actúan como fundente rebajando el punto de fusión de la mezcla durante la cocción.

8:00 Autobús: como anteriormente se ha expuesto, en la fabricación de un vehículo como un autobús intervienen más de treinta minerales distintos. Incluso en los neumáticos que están constitui-

dos por capas de caucho, fibras textiles e hilos metálicos, se utiliza **azufre**, que se añade al caucho en un proceso que se denomina vulcanizado. El resultado es un material más duro, resistente y que no se reblandece por efecto de la temperatura.

9:00 Clases: el libro, la libreta y los papeles que utilizamos contiene **talco y caolín** que permiten mejorar las características de impresión, haciendo el papel más brillante, opaco y uniforme. Los minerales se añaden en el proceso de fabricación reduciendo la porosidad al rellenar los huecos entre las fibras. Reducen también la cantidad de agua en el prensado y acelera el secado de la pasta minimizando el coste energético de la producción.

11:00 Partido de baloncesto en el recreo: el hierro es el componente fundamental de las canastas de baloncesto, y como ya se ha expuesto se encuentra en la naturaleza formando parte de numerosos minerales como **hematitas, limonita, magnetita**.

12:00. Clase en el aula de informática: el silicio posee ciertas propiedades que lo convierten en la materia preferida para la fabricación de los *chips* que llevan los ordenadores. Añadiéndole ciertos tipos de elementos químicos, puede conseguirse que actúe como una resistencia, un condensador y hasta un transistor y así es posible reproducir sobre él todo un circuito electrónico. La sílice empleada se obtiene a partir de arena fundida cuyo componente fundamental sea **cuarzo**, mineral piezoeléctrico, con alto coeficiente de expansión térmica, elasticidad y durabilidad física y química.

13:00 Clase en el aula de tecnología: el cobre es un metal con alta conductividad eléctrica, ductilidad y resistencia debido a que sus átomos están unidos mediante enlace metálico. Estas propiedades lo han convertido en el material más empleado en la fabricación de cables para la transmisión de la corriente eléctrica.

15:00 Comida: son muchos los minerales que se utilizan en la industria de la alimentación, algunos de ellos son nutricionales y otros no aportan nutrientes, pero gracias a sus propiedades físico-químicas mejoran la asimilación, preparación y textura de los alimentos. Así por ejemplo utilizamos **sal** y vinagre en la condimentación de la ensalada, para la elaboración de este último se emplean **bentonitas** en el proceso de filtrado. El **yesso** debido a su plasticidad facilita el amasado del pan industrial.

17:00 Búsqueda de información en Internet: la velocidad de transmisión de datos actual en la red es posible gracias a la utilización de la fibra óptica. En la fabricación de esta fibra se utiliza un mineral llamado **ulexita**, que gracias a sus propiedades ópticas permite transmitir gran cantidad de información.

19:00 Natación en la piscina: el agua de la piscina está limpia debido a la acción de los filtros. Uno de los minerales que se pueden utilizar en la filtración del agua de una piscina son las **zeolitas**. Estos minerales tienen una estructura interna con gran porosidad, lo que permite adsorber diferentes moléculas en función de su tamaño, por lo que resultan muy apropiadas como purificadoras del agua.

20:00 Ver la televisión: para la fabricación del vidrio de pantallas de televisión se utiliza el estroncio debido a que permiten filtrar las radiaciones impidiendo que estas incidan sobre el espectador. Este elemento químico metálico que no se encuentra en estado nativo en la naturaleza, se obtiene industrialmente a partir de las únicas dos especies minerales que lo contienen en proporción representativa: la **celestina**, y la **estroncianita**.

22:00 Cepillado de dientes: el flúor que se obtiene de la **fluorita** está presente en la pasta dental. Es una sustancia natural que refuerza el esmalte dental haciéndolo más resistente a la caries.

23:00 Descanso: las sábanas y mantas con las que nos cubrimos al acostarnos presentan diversos colores. Estas coloraciones se consiguen con la utilización de tintes que pueden ser naturales (minerales, vegetales o animales) o bien sintéticos. La **pirolusita** es una mena de manganeso que se utiliza para la obtención del sulfato de manganeso empleado en la tinción de los tejidos de algodón.

Juego: “Empareja los minerales y los productos que han sido fabricados con ellos”

Con algunos de los minerales disponibles en el laboratorio de Ciencias Naturales se puede realizar una selección de alrededor de veinte. El profesorado debe buscar objetos cotidianos (o fotografías de los mismos).

Producto elaborado	Mineral
Lápiz (mina)	Grafito
Vaso	Cuarzo
Lata de Coca-Cola (aluminio)	Bauxita
Arena de gatos	Bentonita
Tiza	Yeso
Pasta de dientes	Calcita
Sal	Halita
Clavos de hierro	Pirita/hematites
Polvos de talco	Talco
Perdigones	Galena
Termómetros de mercurio	Cinabrio
Papel de lija	Cuarzo
Chicles, golosinas	Talco
Tubería de plomo, batería de coche	Galena
Joyas	Plata
Monedas de 5 céntimos, 2 y 1	Cobre
Filamento bombilla	Wolframita
Frenos de coche, trajes ignífugos	Asbestos
Protector solar	Rutilo
Papel	Caolinita
Plásticos	Calcita
Cama de gatos	Sepiolita
Monedas, acero inoxidable	Garnierita (níquel)

Tabla II. Relación de varios productos y los minerales necesarios para su fabricación.

Organizar pequeños grupos en un aula-laboratorio con acceso a Internet y varios libros de mineralogía proporcionados por el profesorado. En 50 minutos tienen que investigar con algún buscador de Internet y con los libros qué mineral es necesario para fabricar cada uno de estos productos (ver Fig. 14).



Fig. 14. Algunos objetos cotidianos acompañados de los minerales utilizados en su fabricación: talco-polvos de talco, arcillas-cremas, mascarillas, grafito-lápiz, halita, sal común, cinabrio-termómetro de mercurio, magnetita-clavo, cuarzo-papel de lija y copa de cristal, cobre nativo-hilo de cobre y monedas, plata nativa-joya, oro nativo-joya, yeso-tiza.

CONCLUSIONES

El estudio de los minerales y de las rocas es uno de los contenidos geológicos que actualmente se incluyen en el currículo de Enseñanza Primaria y Secundaria. En este trabajo hemos diseñado un taller titulado “Actividades con minerales y rocas industriales” cuyo objetivo principal es mostrar la importancia que los minerales y rocas industriales tienen en la elaboración de la mayoría de objetos que utilizamos diariamente. En los primeros cursos de la Enseñanza Primaria puede ser una estrategia positiva para hacer más atractivo el estudio de los minerales y rocas, mientras que en los cursos de ESO puede servir como punto de partida para iniciar el estudio del bloque de contenido dedicado al estudio de los materiales geológicos.

El taller se presenta con una estructura y unos contenidos muy flexibles de manera que el docente, en función del material disponible en su centro, y del nivel educativo al que vaya dirigido puede personalizar la forma de llevarlo a la práctica.

Por otro lado, actualmente existen multitud de recursos educativos sobre minerales y rocas industriales accesibles libremente en Internet que facilitan al docente el diseño y adaptación de otras posibles actividades dirigidas a alumnos de diferentes niveles educativos (desde Enseñanza Primaria a Secundaria). En este trabajo ofrecemos una pequeña muestra de algunos de estos recursos.

AGRADECIMIENTOS

A los maestros del CEIP Serra Mariola de Alicante, a Raquel García, Lorena Salinas y en especial a Josep Miquel Valls, y a su director Enric Pellín, por su iniciativa de acercar la Universidad a la Escuela y por su participación como monitores en el taller. A los estudiantes de la Facultad de Ciencias que de forma entusiasta y desinteresada participaron como monitores en el taller: Leonor Amorós, Isaac García y Marina López. Al Departamento de Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente, especialmente a su director D. José Antonio Pina Gosálbez por las facilidades y el préstamo de algunos ejemplares minerales de la colección del Departamento. A José Ramón Pastor, de la Asociación Mineralógica y Paleontológica de San Vicente del Raspeig (Alicante) y a Pedro López de la Asociación Mineralógica de Alicante por sus interesantes sugerencias y el préstamo de algunas muestras para el taller.

BIBLIOGRAFÍA

Anglada, E. (2002). Minerales en el supermercado. Actas del XII Simposio sobre Enseñanza de la Geología. Documentos de Trabajo, 174-179.

Geological Society of America <http://www.geosociety.org>

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

<http://mineral.galleries.com>

<http://republicans.resourcescommittee.house.gov/archives/ii00/subcommittees/emr/usgsweb/examples/index.html>.

<http://www.webmineral.com/>

<http://www.laverdad.es>

IMA-Europe <http://www.ima-eu.org/mineralzone.html>

Mineral Information Institute, <http://www.mii.org>

Mineralogical Society of America <http://www.minso-cam.org/>

Nevada Commission of Mineral Resources http://minerals.state.nv.us/formspubs_educ.htm

Oxford University Museum <http://www.oum.ox.ac.uk/thezone/minerals/usage/build.htm>

Regueiro, M. (2008). Los minerales industriales en la vida cotidiana. Enseñanza de las Ciencias de la Tierra, 16.3.

Ruiz Gil, W. (2001). Pica: un enigma aún por resolver. *Boletín de la Sociedad Peruana de Medicina Interna*, 14, 3. ■

Este artículo fue solicitado desde E.C.T. el día 18 de noviembre de 2008 y aceptado definitivamente para su publicación el 10 de junio de 2009.