



**ITS DEL BUCEO**

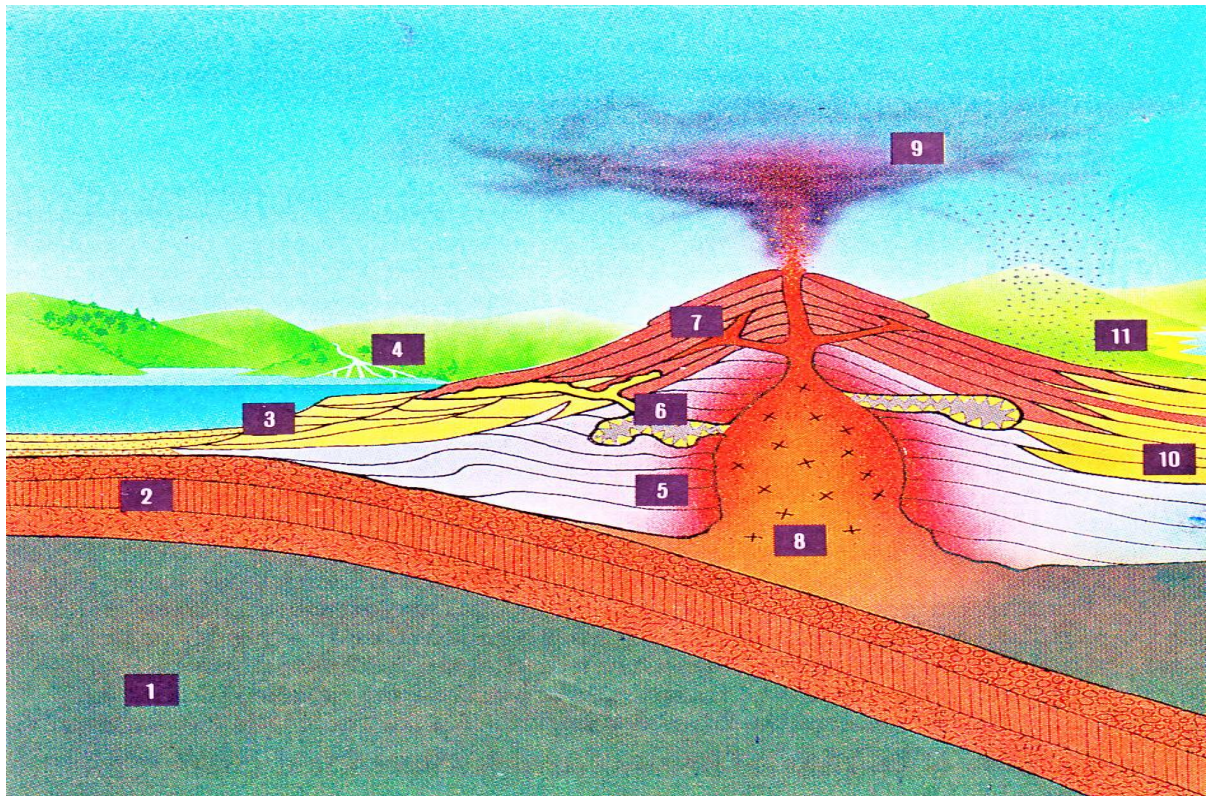
**JORNADAS DE QUIMICA de julio del 201**

**“ TALLER de NUEVAS Tecnologías para el Estudio de los MATERIALES”**

**Breve reseña histórica y teórica sobre rocas, minerales y gemas**

**Prof.Q.F. Cecilia García Archeri  
Prof. B.Q.Oscar Fernández Berriel**





**Rocas ígneas**

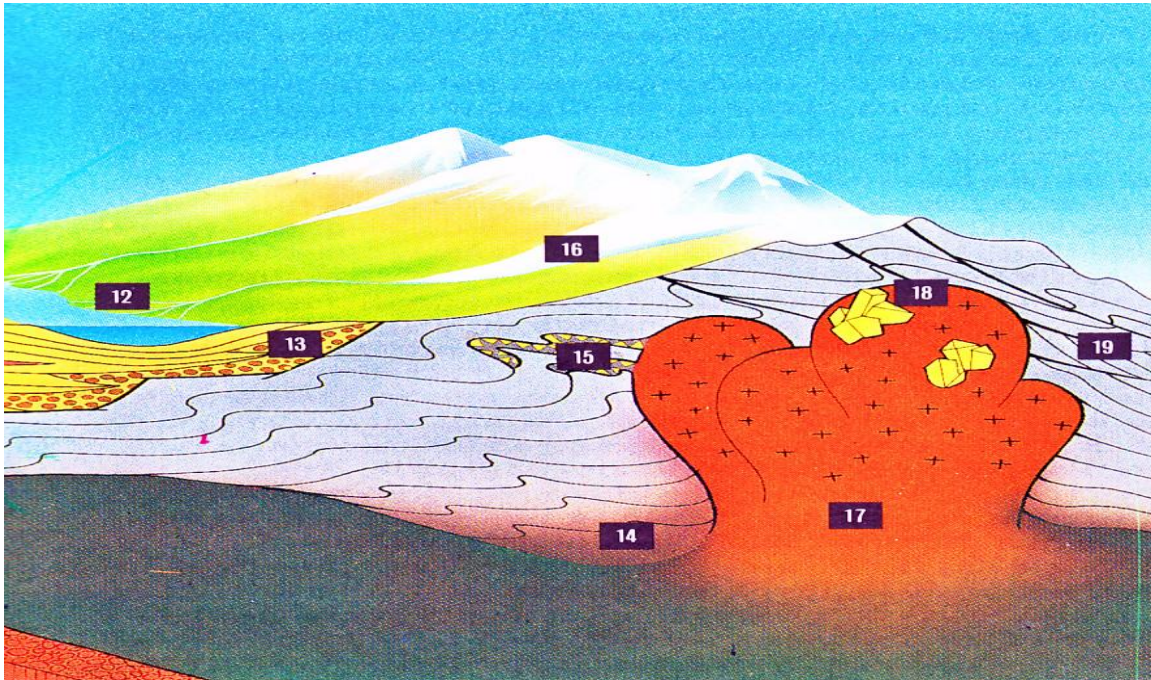


**Rocas metamórficas**

Esta sección transversal de la corteza de la Tierra y manto superior muestra los lugares donde se forman los minerales y las rocas.

- 1 El manto de la Tierra yace inmediatamente bajo la corteza. Esto ocurre entre 6 y 70 km bajo la superficie y se extiende hasta una profundidad de alrededor de 3.000 km. Cuando funde parcialmente forma el magma, material de las rocas ígneas.
- 2 La corteza oceánica desciende en el manto y funde parcialmente. El magma sube a través de la corteza y produce volcanes.
- 3 Los procesos biológicos y químicos depositan caliza en el mar.
- 4 El carbón se deposita en la zona superior de deltas.
- 5 Grandes masas de magma ardiente calientan las rocas encajantes, transformándolas en rocas metamórficas nuevas.
- 6 El agua caliente, rica en minerales disueltos, es expelida a partir de magma que se enfría. Rellena cavidades en la roca encajante, en donde pueden crecer grandes cristales.
- 7 El magma se introduce en las rocas encajantes y al enfriarse origina filones capa y diques.
- 8 El magma se forma de la fusión del manto y de la corteza.
- 9 Los volcanes expelen cenizas y lavas. La lava solidifica y forma rocas ígneas de grano fino.





Rocas sedimentarias



Minerales

- 10 Fragmentos de rocas y minerales producidos por la meteorización de rocas preexistentes se acumulan en las cuencas y se compactan produciendo las rocas sedimentarias.
- 11 En regiones calurosas y secas, la evaporación del agua de los lagos induce la deposición de los minerales disueltos.
- 12 Los ríos transportan y seleccionan los fragmentos de roca.
- 13 Algunas rocas sedimentarias -tales como las brechas- contienen fragmentos muy grandes de la roca madre.
- 14 La elevada presión en profundidad de la corteza altera las rocas encajantes, produciendo rocas metamórficas.
- 15 Las aguas calientes, ricas en minerales, son expelidas a partir del magma que se enfría. Rellenan las cavidades y los filones de la roca encajante donde crecen cristales muy grandes.
- 16 Los glaciares transportan fragmentos de rocas.
- 17 El magma se enfría lentamente en profundidad, formando rocas ígneas de grano grueso, tipo granito.
- 18 Las rocas ígneas conocidas como pegmatitas se forman en bolsas del granito, ricas en agua. Normalmente las pegmatitas contienen cristales de muchos minerales diferentes.
- 19 Las rocas son comprimidas y se pliegan o se rompen.



## *Rocas, minerales y la Tierra*

Las primeras rocas y minerales que forman la capa superior de la Tierra (la corteza) empezaron a solidificarse hace aproximadamente 4.000 millones de años. Entonces no había agua en el planeta, ni atmósfera bien desarrollada, ni vida. Los cambios geológicos habidos a partir de aquel momento pueden deducirse por la posterior formación de diferentes tipos de rocas. Las rocas ígneas nos indican cambios de condiciones en profundidad en el planeta y las rocas sedimentarias registran procesos de superficie.

La superficie de la Tierra está constituida por “placas” gigantescas de corteza sólida y por material del manto que tiene un espesor de hasta 170 km. Estas placas no son inmóviles, aunque se mueven muy lentamente sobre una capa inferior más fluida (el manto). Cuando dos placas colisionan, se libera gran cantidad de energía que se manifiesta en forma de volcanes, terremotos y en la formación de cadenas montañosas. Es en estas áreas de colisión donde se forman muchas rocas y minerales nuevos.

Hay dos tipos principales de corteza, la oceánica y la continental. La corteza oceánica, que se encuentra sólo bajo la superficie de los océanos, tiene una composición simple y diferenciada y una densidad similar a la del manto. Cuando partes de la corteza oceánica colisionan entre ellas o con la corteza continental, se ven obligadas a hundirse en el manto. La energía liberada funde las rocas de las cuales está compuesta la corteza. Estas, al enfriarse, forman las rocas ígneas.

La corteza continental tiene una composición compleja y es demasiado ligera para hundirse en el manto. También puede fundirse, enfriarse y solidificarse dando, sin embargo, una sucesión de rocas y minerales diferente de la que se forma a partir de la corteza oceánica.

Las rocas derivadas a partir de cada tipo de corteza pueden ser alteradas por el calor y la presión o por procesos superficiales, en una enorme variedad de rocas y minerales. La ilustración de las páginas 6 y 7 muestra algunos modos en que se forman los diferentes tipos de rocas y minerales.



### *Coleccionando rocas y minerales*

La mayoría de los ambientes ofrecen un terreno fértil para el coleccionista. A menudo las canteras, playas, acantilados, minas explotadas antiguas y las escombreras son zonas buenas. Los utensilios prácticos son un martillo de geólogo y un cincel de acero, aunque se pueden encontrar ejemplares bonitos en cantos sueltos o fragmentos de roca. Todos los ejemplares coleccionados pueden involucrarse con cuidado en papel o tela para protegerlos de cualquier golpe durante el transporte. Deben ser etiquetados claramente indicando la localidad en donde han sido encontrados: esto podría ser útil para un experto en el caso que no pudieses clasificarlo tu mismo.

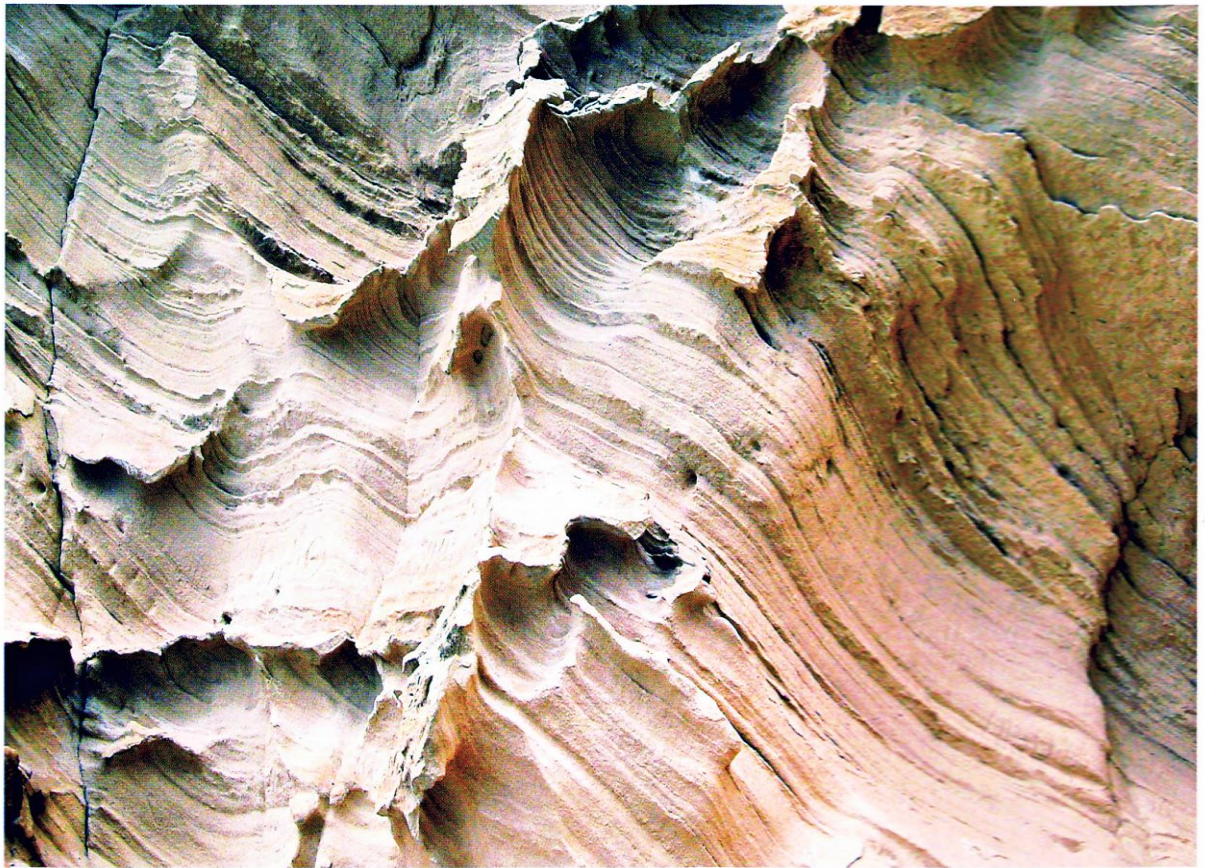
Hay que recordar que los minerales no son inacabables con lo cual hay que coger los menos ejemplares posibles. Nunca se deberían recoger ejemplares en las localidades de interés científico especial ya que son áreas de valor particular y generalmente de extensión reducida.

### *Un código para coleccionistas*

Debido a que la búsqueda de rocas y minerales se desarrolla en situaciones de peligro, la Asociación de Geólogos del Reino Unido ha redactado un simple código de trabajo geológico de campo. Seguir este código es esencial si se quiere mantener una buena relación con los campesinos y los trabajadores locales.

1. Sigue el código de la zona rural. Cierra las vallas y no dejes basura.
2. Pide permiso para entrar en una zona privada.
3. No interfieras con la maquinaria.
4. No dejes trozos de rocas en carreteras y campos donde podría ser un riesgo para los hombres y el ganado.
5. Evita alterar la vida silvestre.
6. Si es posible, en las regiones costeras, consulta el servicio de guardacostas local para saber los riesgos locales tales como acantilados inestables o mareas.
7. Cuando trabajes en montaña o en áreas alejadas, sigue los consejos de protección civil e informa siempre a alguien de la ruta que vas a seguir.
8. Cuando explores el subsuelo, debes estar seguro de que tienes el equipo apropiado y la experiencia necesaria. Nunca vayas solo. Informa a alguien de tu marcha, del sitio a donde vas, del tiempo estimado que vas a estar en el subsuelo y de la hora de tu regreso.
9. No te arriesgues en acantilados inseguros y en superficies rocosas. Vigila al romper rocas si hay gente más abajo.
10. Sé considerado. Haz que tu trabajo de recogida no transforme un afloramiento en un sitio desordenado y peligroso.





Un mineral se define como la combinación química natural o el elemento químico nativo que constituye la corteza terrestre, presentando, casi siempre, una misma estructura cristalina que tiene formas geométricas más o menos regulares.

Según la Sociedad Americana de Mineralogía, es una sustancia natural, homogénea, de origen inorgánico, generalmente con estructura cristalina y con una composición química que se puede establecer en determinados límites.

Esta definición mineralógica, no sólo tiene connotaciones con la geología, sino una importante relación con el resto de las ciencias, ya que los minerales tienen múltiples aplicaciones en el mundo actual. Se le utiliza como base en la industria del petróleo, del papel, de la metalurgia, de la cosmética, de los medicamentos, de la alimentación, de las pinturas, etcétera.

Todos los artículos inorgánicos comerciales, desde los relojes de cuarzo hasta las pinturas de los coches o las casas, si no son minerales en sí mismos, son de origen mineral. Son el sustrato inorgánico de la vida vegetal y animal, formadores del suelo y receptores últimos de la contami-

nación ambiental que tanto interesa al mundo y, en particular, a los biólogos, geólogos, químicos y todos aquellos que se dedican al estudio del medioambiente.

Forman parte de nuestro pasado y nuestro futuro y son, en muchos casos, de una gran belleza. Todo el mundo está familiarizado con los minerales que forman las rocas y que nos rodean, porque se encuentran a nuestro alrededor, ya sea en las montañas, en la arena de la playa o en el suelo del jardín.

Un conocimiento sobre lo que son, cómo se han formado y dónde se encuentran, nos es básico, no sólo para utilizarlos en la gemoterapia, sino también para la comprensión de su importancia en la tecnología que utilizamos cotidianamente.

#### ORIGEN Y FORMACIÓN

La tierra es un sistema complejo en continuo movimiento alimentado por una energía externa procedente del sol y por su propia energía interna. Estas energías son la causa de colosales procesos geodinámicos internos y externos que provocan la constante transformación de la

materia inorgánica y orgánica en nuevas formas más estables, un ciclo de cambios que muchas veces podemos percibir a escala humana.

Los procesos internos provocan, por una parte, movimientos en la corteza y en el manto que originan desde la formación de cordilleras, es decir movimientos orogénicos, hasta movimientos conectivos. Por otra parte, generan la formación de rocas endógenas, ya sea por metamorfismo o por magmatismo, origen de las rocas plutónicas y volcánicas.

La corteza representa menos del 1% de la masa de la tierra (0,4%) que está compuesta de oxígeno, aluminio, magnesio, calcio, silicio, potasio, sodio, hierro. Hay 8 elementos que forman el 99% de la corteza de la tierra, constituida por silicatos aluminicos y magnésicos. Los continentes tienen cerca de 35 kilómetros de grosor y los suelos marinos tienen aproximadamente 7 kilómetros.

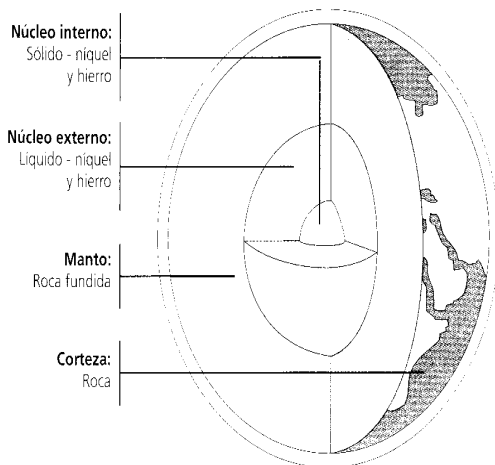
El manto es, en su parte más exterior, de carácter líquido y en total tiene cerca de 2.900 kilómetros de grosor, representando cerca del 70% de la masa (68,1%) compuesta principalmente por silicatos magnésicos.

El núcleo está formado principalmente por hierro y níquel y supone cerca del 30% de la masa de la tierra (31,5%). El núcleo externo tiene 2.200 kilómetros de grosor y es líquido, el núcleo interno tiene 1.270 kilómetros y es sólido.

### Ciclo de las rocas

Las rocas están constantemente formándose, depositándose y hundiéndose hacia abajo y después volviéndose a formar. Esto se conoce como **el ciclo de las rocas** que lleva millones y millones de años.

### Sección de la tierra



Las rocas se dividen en 3 tipos:

- rocas ígneas
- rocas sedimentarias
- rocas metamórficas

### Rocas ígneas

“Ígneo” significa hecho por el fuego o por el calor. Son las primeras rocas que hubo sobre la tierra, debido a las condiciones de temperatura reinantes en las primeras etapas de formación del planeta. Se trata de rocas consolidadas a partir de un magma fundido ubicado en la parte alta del manto o en la parte baja de la corteza. Por ello, existen dos tipos básicos de rocas ígneas: las plutónicas, que se forman por el enfriamiento del magma antes de alcanzar la corteza; y las volcánicas, que se generan cuando el magma accede a la superficie, en forma de lava, a través de los volcanes.

En función de la composición química del magma y de las características del enfriamiento, se generan una gran variedad de rocas y minerales.

Las rocas ígneas también se pueden clasificar en ácidas, generalmente de color claro y en básicas, de color oscuro, por la presencia de magnesio y de hierro en sus estructuras cristalinas.

En una primera aproximación se pueden indicar 5 clases de rocas ígneas:

- 1) Granito, que contiene cuarzo, mica y feldespato.
- 2) Diorita, que contiene feldespato y uno o más minerales oscuros; el feldespato es dominante.
- 3) Gabbro, que contiene feldespato y uno o más minerales oscuros, que son dominantes.
- 4) Periodotita, que contiene hierro y es oscura o negra.
- 5) Pegmatita, que es un granito de grano grueso con grandes cristales de cuarzo, feldespato y mica.

La obsidiana es un cristal natural y se forma cuando la lava se enfría rápidamente en la superficie, por eso es vídrioso y liso.

La piedra pómez está llena de bolsillos de aire que fueron atrapados cuando la lava se enfrió, cuando fluyó hacia fuera sobre la superficie, por eso, es la única roca que flota.

### Rocas sedimentarias

Cuando las montañas se forman, inicialmente son altas y dentadas como las montañas Rocosas en la costa del oeste de Norteamérica.

Al cabo de un cierto tiempo (millones de años) se convierten en montañas viejas como las montañas Apalaches en

la costa este de los Estados Unidos.

Este proceso erosivo que se produce en la superficie es originado por los agentes del modelado terrestre: agua, aire, hielo, y por los procesos de meteorización física y química, como resultado de la exposición de los materiales a las condiciones ambientales externas. El resultado de la erosión es transportado por corrientes, ríos, vientos y glaciares hasta depositarse, finalmente, como sedimento en lagos, mares y océanos. Con el paso del tiempo, se va compactando por la acumulación de nuevos aportes y se va hundiendo hacia zonas cada vez más profundas, formando las rocas sedimentarias.

También contribuyen a la formación de este tipo de rocas las precipitaciones químicas generadas en ambientes áridos, que darán origen a diferentes sales, por ejemplo el yeso o la halita (sal común). Y en el caso de los ambientes marinos, las precipitaciones químicas de carbonato cálcico que formarán calcitas y dolomitas.

La materia orgánica de origen vegetal y animal, en ambientes sedimentarios sin oxígeno, da lugar a la formación de yacimientos de carbón o de petróleo.

Las partes duras de los organismos vivos, como conchas o esqueletos pueden encontrarse en el registro sedimentario y constituyen los fósiles, cuyo estudio aporta muchos datos sobre la historia geológica de los sedimentos. Lo anterior nos sirve para ejemplificar la gran variedad y combinación de rocas sedimentarias que se pueden encontrar y cuya composición estará condicionada por los materiales originarios de aquellas viejas montañas que contribuyeron a su formación.

### *Rocas metamórficas*

Las rocas metamórficas son las rocas que han cambiado; su nombre viene del griego *meta* y de *morph* que significa "cambiar la forma". El metamorfismo es un proceso de transformación mineralógica y estructural que se produce en cualquier tipo de roca sometido a presiones y temperaturas diferentes a las del momento de su aparición. Es posible diferenciar tres tipos de metamorfismo:

- Regional, que es característico de las formaciones montañosas.
- De contacto, que se produce cuando las rocas están en contacto con materiales de alta temperatura, por ejemplo durante la ascensión de un magma.
- De subsidencia, que se produce en cuencas sedimentarias cuando los materiales se hunden hacia el interior de la tierra.

Algunos ejemplos de rocas metamórficas son el mármol,

que es una roca carbonatada de origen sedimentario modificada por el incremento de la presión y la temperatura; y la pizarra, que es una roca metamórfica de composición silícea.

Las rocas metamórficas son las menos comunes de las tres clases, ya que son las rocas ígneas o las sedimentarias que han sido transformadas por el calor o por una fuerte presión.

Las rocas metamórficas laminares tienen capas o bandas. El esquisto es la roca metamórfica más común, y la mica es el mineral más común.

El gneis que es la etapa final del metamorfismo antes de que los materiales alcancen la fusión total y se conviertan en magma, tiene un aspecto rayado debido a las capas de minerales que se alternan.

### **Formación de los minerales**

Los minerales se clasifican de acuerdo con sus propiedades físicas, composición química y por criterios cristaloquímicos y estructurales. Pueden haberse formado por procesos inorgánicos o con la colaboración de organismos vivos; por ejemplo: el azufre elemental, la pirita y otros sulfuros, pueden haberse formado por reducción con la colaboración de bacterias. A veces formaban parte de organismos; por ejemplo: la calcita, el aragonito y el ópalo estaban en esqueletos o conchas de microorganismos e invertebrados, y la apatita es un componente esencial de los huesos y dientes de vertebrados.

Se definen como filonianos, los minerales que se forman por relleno de la grieta de una roca (cuando precipita a partir de un líquido fluido y posteriormente se solidifica); hidrotermales, los que se forman a partir de un fluido hidrotermal (o sea de alta temperatura); magmáticos, los que se forman por consolidación de un magma; metamórficos, los que proceden de la transformación de una sustancia pétreo ya existente; orgánicos, los que derivan de la transformación de restos biológicos (animales y plantas); y sedimentarios, aquellos que se forman por deposición de determinadas sustancias en cuencas sedimentarias.

### **Los cristales**

Los elementos químicos de que un mineral está hecho determinan su forma, por esta razón, podemos hablar de minerales diferentes a partir de la forma cristalina que tienen.

La mayoría de los cristales de la tierra se formaron hace millones de años, cuando la roca líquida se enfrió y en-





dureció. Muchos han tardado millones de años en "crecer" pero algunos como la sal (halita) se pueden formar muy rápidamente.

Las piedras preciosas son cristales que se utilizan en joyería, en decoración o en gemoterapia. Son los minerales, generalmente transparentes, que han sido cortados y pulidos. Algunas piedras preciosas tienen la misma apariencia del mineral al ser encontrado en la naturaleza; y otras, son muy diferentes.

Pocos minerales son utilizados en joyería sin modificar, con la excepción del "diamante de Herkimer" que se forma en geodas de roca gris y que se encuentra cerca de Herkimer, Nueva York. No son verdaderos diamantes sino cristales de cuarzo que aparecen en la tierra ya cortados y pulidos.

Al observar un cristal, llama poderosamente la atención su superficie externa lisa y completamente plana. Si se comparan distintos cristales de un mismo mineral, se comprueba que, independientemente de su tamaño, los ángulos entre dos caras equivalentes son siempre iguales. En cambio, estos ángulos no son iguales si comparamos minerales de distinto tipo.

## COMPOSICIÓN QUÍMICA

Los minerales pueden ser clasificados de acuerdo con su composición química, y también sobre la base de criterios eléctricos y magnéticos.

El análisis de la composición química no es el método común de reconocimiento de un mineral, pues la mayoría pueden ser identificados mediante observación espectroscópica e incluso visual, no obstante, el análisis químico es la única forma de identificar con exactitud su naturaleza.

Un mineral está enteramente compuesto por los mismos elementos; si se corta una muestra, se ve igual en todas partes. Hay cerca de 5.000 minerales diversos en el mundo. Están compuestos por elementos químicos y hay 103 elementos químicos conocidos.

Los minerales se clasifican en las siguientes categorías:

- Elementos nativos: cobre, plata, oro, hierro, grafito, diamante.
- Sulfuros: esfalerita, calcopirita, galena, pirita.
- Haluros: halita, fluorita.
- Óxidos hidróxidos: corindón, hematite.
- Nitratos, carbonatos, boratos: calcita, dolomita, malaquita, azurita.
- Sulfatos, cromatos, molibdatos, tungstatos: celestina, baritina, yeso.
- Fosfatos, arseniatos, vanadatos: apatita, turquesa.
- Silicatos: granate, topacio, jadeíta, talco, mica, zeolitas.

## SISTEMAS CRISTALINOS

Existen siete sistemas cristalinos y cada uno de ellos tiene sus propios elementos de simetría.

Se describen los sistemas cristalinos por:

- Sus ejes cristalográficos.
- Los ángulos que rodean a dos de los ejes cristalográficos.
- Las longitudes de los ejes cristalográficos.

Los sistemas cristalinos se basan en observar y analizar un cristal yuxtaponiéndolo sobre un cubo imaginario.

1. Se considera si todas las caras están perpendiculares entre sí.
2. Hay tres planos de simetría que están perpendiculares entre sí los cuales se llaman "planos axiales de simetría". Cada cara a un lado de este plano de simetría se refleja en su otro lado. También se pueden coger dos caras opuestas del cubo entre el dedo pulgar y el índice, inclu-



yendo un eje de simetría, y girar el cubo para encontrar un eje cuaternario de simetría. Es decir que, por una rotación completa de 360°, una cara se repite cuatro veces. Otro eje de simetría entre las esquinas opuestas del cubo es un eje ternario, de los cuales hay cuatro en el cubo. Un eje de simetría perpendicular a un par de aristas opuestas es un eje binario de simetría, de los cuales existen seis en el cubo.

3. El aspecto esencial de la simetría es el siguiente: se puede realizar una operación geométrica de tal manera que una cara se repita en otra posición. Es decir, que al realizar una operación geométrica como una rotación, una cara nueva ocupará la misma posición que fue ocupada por otra cara antes de la rotación sin poder distinguirse entre el aspecto después de la rotación y el aspecto original.

Según la forma que presenten al ser expuestos, los cristales pertenecerán a alguno de los siguientes sistemas.

**Sistema cúbico**

Es el sistema de mayor simetría. Tres ejes de igual longitud y perpendiculares entre sí. Formas típicas del sistema cristalino y sus elementos de simetría son: el cubo, el rombo-dodecaedro y el octaedro. Minerales que pertenecen al sistema cúbico son: halita, pirita, galena.

**Sistema tetragonal**

Dos ejes de igual longitud y el tercero de longitud distinta. Formas típicas y sus elementos de simetría son: el círculo, la casiterita.

**Sistema hexagonal**

Tres ejes de igual longitud situados en un mismo plano que se cortan en ángulos de 120° y un cuarto eje perpendicular a los otros tres de longitud distinta. Pertenecen al sistema hexagonal: apatito y grafito.

**Sistema trigonal**

Tres ejes de igual longitud situados en un mismo plano que se cortan en ángulos de 120°; un cuarto eje perpendicular a los otros tres de longitud distinta; la diferencia con el hexagonal es que es un eje ternario. Pertenecen al sistema trigonal y forman a menudo romboedros: calcita y dolomita. Otra forma es una combinación de pirámide trigonal y pinacoide con 3 ejes binarios de simetría.

**Sistema rómbico**

Tres ejes perpendiculares entre sí y de distinta longitud. Ejemplo: olivino.

**Sistema monoclinico**

Tres ejes de distinta longitud, dos de los cuales se cortan en ángulos oblicuos y el tercero es perpendicular a los otros tres.

Por ejemplo: mica.

**Sistema triclinico**

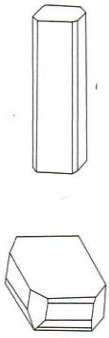

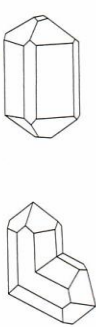
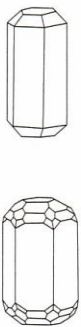

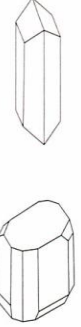
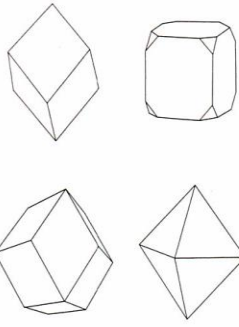
Tres ejes de distinta longitud que se cruzan en ángulos oblicuos. Es el sistema de menor simetría. Por ejemplo: albita y distena.

**DUREZA**

Se llama dureza al grado de resistencia que opone un mineral a la deformación mecánica. El geólogo alemán Friedrich Mohs (1773-1839) empezó a clasificar los minerales por sus características físicas en vez de por su composición química, como se había hecho hasta entonces. Creó una escala de dureza que lleva su nombre y que todavía se utiliza para clasificar a los minerales.

La escala va desde 1 hasta 10. El diamante se encuentra en lo más alto de la escala, con una dureza de 10; el talco es el más blando, con una dureza de 1.

Para cada nivel existe un mineral representativo y muy

						
<b>Triclinico</b>	<b>Trigonal</b>	<b>Tetragonal</b>	<b>Hexagonal</b>	<b>Rómbico</b>	<b>Monoclinico</b>	<b>Cúbico</b>



Escala de MOHS	Dureza	Mineral	Comparación
	1	Talco	La uña lo raya con facilidad
	2	Yeso	La uña lo raya
	3	Calcita	La punta de un cuchillo lo raya con facilidad
	4	Fluorita	La punta de un cuchillo lo raya
	5	Apatito	La punta de un cuchillo lo raya con dificultad
	6	Feldespato potásico	Un trozo de vidrio lo raya con dificultad
	7	Cuarzo	Puede rayar un trozo de vidrio y con ello el acero despide chispas
	8	Topacio	Puede rayar un trozo de vidrio y con ello el acero despide chispas
	9	Corindón	Puede rayar un trozo de vidrio y con ello el acero despide chispas
10	Diamante	Puede rayar un trozo de vidrio y con ello el acero despide chispas	

común. Se considera que el mineral del nivel superior puede rayar a todos los minerales de los niveles inferiores de esta escala.

La dureza de un mineral desconocido puede averiguarse rascando entre sí una cara fresca del mineral con los minerales de la escala de MOHS. El mineral más duro es capaz de rayar al más blando. Por lo tanto, la dureza del mineral desconocido se estrecha entre el nivel inferior del mineral que puede rayarlo y el nivel inferior del mineral que es rayado.

Con cierta experiencia y algunos medios auxiliares simples se puede conocer rápidamente la dureza de forma aproximada.

La dureza de un mineral depende de su composición química y también de la disposición de sus átomos. Cuanto más grandes son las fuerzas de enlace, mayor será la dureza del mineral.

Grafito y diamante, por ejemplo, son de la misma composición química, solamente se constituyen de átomos de carbono C. El grafito tiene una dureza según MOHS de 1, mientras que el diamante tiene una dureza según MOHS de 10. Éste tiene 4 electrones en su capa más exterior, puede alcanzar la configuración de ocho electrones compartiendo un par de los mismos con 4 átomos de carbono adyacentes, los cuales ocupan las esquinas de una unidad estructural de forma tetraédrica. El enlace covalente entre los átomos de carbono se repite formando una estructura continua, dentro de lo cual la energía de los enlaces covalentes se concentra en la proximidad de los electrones compartidos, lo que determina la dureza excepcional del diamante.

En la estructura del grafito, los átomos de carbono se

presentan en capas compuestas por anillos hexagonales, de modo que cada átomo tiene 3 que lo rodean. Las capas de átomos del grafito están separadas una distancia relativamente grande, a 3.41, y quedan otros dispuestos en forma alternada, exactamente por encima de los átomos de la capa adyacente. La causa de la poca dureza del grafito es que los enlaces entre las capas de átomos son muy débiles, mientras que los del interior están dispuestos mucho más próximos que en la estructura del diamante.

### Dureza de las gemas

La mayoría de las gemas tienen una dureza de 7 o más. Pero hay algunas que tienen una dureza inferior, por ejemplo el jade (6,5), el lapislázuli (5-5,5), el ópalo (5,5-6,5), la turquesa (5-6) o los feldespatos (6-6,5) como la labradorita o la amazonita.

Dureza	Gema
10	Diamante
8,5	Crisoberilo, zafiro, rubi, alexandrita
7,5 - 8	Berilo, esmeralda, aguamarina
7,5	Circón
7 - 7,5	Turmalina
7	Cuarzo (amatista, citrino)
6,5 - 7,5	Granate (hessonita, rodonita, espesartita)





