

EEST N°1 - CURSO: 4° AÑO -INFO Y ELECTRO - ALUMNO:

MATERIA: QUÍMICA (QMC)

DOCENTE: PROF. FUENTES -email: rely8221@gmail.com -CLASSROOM: [yl4opjq](#)

TP N° 12-LOS METALES Y LA METALURGIA -Fecha de entrega 19/10/20

1. ¿Cuál es la diferencia entre Mena y Ganga?
2. ¿Qué categorías de minerales hemos trabajado en trabajos anteriores? Plantee ejemplos.
3. ¿Cuáles son los principales usos de los minerales?
4. ¿Con qué fines se utilizaban los minerales en la Edad Media?
5. ¿Cuáles son las etapas del proceso metalúrgico?
6. ¿Cuáles son los principales aspectos a considerar en la extracción de un mineral?
7. ¿En qué consiste la técnica de lixiviación?
8. ¿Por qué se utiliza el cianuro?
9. ¿Qué tipos de daño al ambiente produce esta técnica?
10. ¿Cómo se denomina la metalurgia del hierro? ¿Qué empresas de la zona Conoces?
11. Elabora la ecuación de formación Del hierro en el alto horno teniendo en cuenta las fórmulas correspondientes en cada caso.
12. ¿Qué es el arrabio y el acero? ¿Son lo mismo? ¿qué componentes lo forman? ¿ Qué aplicaciones tienen ?
13. ¿Qué avances permitió el inglés Henry Bessemer en esta industria?
14. Cuáles son las propiedades comunes del Cobre y el Aluminio
15. ¿Qué aplicaciones tiene cada uno de estos elementos a la vida cotidiana?

Los minerales, un recurso natural

Desde los primeros tiempos, el ser humano necesitó proveerse de ciertos recursos que le permitieron sobrevivir. Con el dominio del fuego, consiguió abrigo y refugio. Al mismo tiempo, descubrió los **minerales**, presentes fundamentalmente en las rocas y el suelo, con los que logró fabricar instrumentos sencillos para su subsistencia y su defensa.

Hoy sabemos que los minerales son sustancias puras simples o compuestas, la mayoría de estructura cristalina y composición definida, que se encuentran en la naturaleza como parte de los seres vivos, las rocas y el suelo. Los minerales son muy importantes para los seres vivos, ya que están presentes en todos los organismos y cumplen funciones vitales (► **EL DETALLE**).

La Asociación Mineralógica Internacional (IMA por su nombre en inglés) es un organismo que se encarga de clasificar los minerales. Según la IMA, los minerales pueden agruparse en nueve categorías, de acuerdo con su composición química (figura 10-1).

Depósitos naturales de minerales

Los minerales que el ser humano extrae para su provecho se encuentran generalmente en depósitos o yacimientos naturales.

Las **minas** son yacimientos de minerales o rocas útiles que pueden estar a cielo abierto o ser subterráneas.

Las **canteras**, por su parte, son yacimientos de los que se extraen rocas y otros materiales que se emplean en la construcción (figura 10-2).

Los yacimientos de minerales que contienen metales se aprovechan para obtener una **mena**. Una mena es la parte de un yacimiento que contiene el mineral del que se extraerá el metal. Junto con él, la mena lleva una parte que no tiene interés económico y se desecha, denominada **ganga**. Debe tenerse en cuenta que algunos de los minerales considerados ganga, si se les encuentran aplicaciones redituables, pueden ser transformados en materiales útiles, por ejemplo, para relleno de suelos bajos.

Nombre	Ejemplos
1 Elementos	Oro (Au) - Azufre (S)
2 Sulfuros	Pirita (FeS) - Calcopirita (CuFeS ₂)
3 Halogenuros	Fluorita (CaF ₂) - Halita (NaCl) - Cinabrio (HgS)
4 Óxidos e hidróxidos	Casiterita (SnO ₂) - Magnetita (Fe ₃ O ₄) - Cuarzo (SiO ₂) - Cuprita (Cu ₂ O)
5 Nitratos, carbonatos y boratos	Calcita o piedra caliza (CaCO ₃) - Dolomita (CaMg(CO ₃) ₂)
6 Sulfatos	Yeso (CaSO ₄) - Baritina (BaSO ₄)
7 Fosfatos	Fluorapatita (Ca ₁₀ (PO ₄) ₆ F ₂)
8 Silicatos	Mica (Al Si ₃ O ₁₀ Al ₂ (OH) ₂ K)
9 Sustancias orgánicas	Ámbar (C ₁₂ H ₂₀ O) - Oxalatos (CaC ₂ O ₄) - Sales orgánicas

Fig. 10-1. Categorías de minerales. Salvo la categoría 9 y algunos minerales de la categoría 1 (como el azufre), en las fórmulas de los minerales siempre aparecen metales, como el hierro (Fe), el calcio (Ca), el magnesio (Mg).



Granito

Mármol

Fig. 10-2. El granito y el mármol son tipos de rocas muy comunes, utilizados en la construcción.

EL DETALLE

¿Cómo se relacionan los minerales con nuestra salud?

Los minerales están presentes en el organismo humano como parte de músculos y huesos, y además ayudan a regular diferentes clases de equilibrios en las células. Los elementos que componen en mayor proporción los minerales del cuerpo humano son: sodio, potasio, cloro, calcio, azufre, magnesio y fósforo. Estos representan el 70% de las sustancias inorgánicas del organismo. Los restantes elementos se encuentran en una proporción inferior al 0,01% de la masa corporal, y se los conoce como oligoelementos, entre los que pueden nombrarse: hierro, manganeso, cobre, cinc, yodo, molibdeno y flúor. La mayoría de los minerales se consideran esenciales para el ser humano, y deben ser incorporados en la dieta.

ACTIVIDADES

- ¿Cuál es la diferencia entre mena y ganga?
- Mencioná los nombres de tres óxidos minerales.
- ¿Cuáles son los principales usos de los minerales?



Fig. 10-3. Figura de bronce de un gato sentado, de 2.600 años de antigüedad, que representaba a la diosa Bastet de Egipto.

La metalurgia, una actividad humana

Durante la Edad de Piedra, el ser humano fabricaba vestimentas, armas, utensilios y otros objetos con materiales minerales, cueros de animales, huesos y madera. El comienzo del empleo de los metales, en la Edad del Bronce, significó un gran avance para la especie humana, pudo construir mejores armas y herramientas para la guerra, la agricultura, la caza y la pesca.

Se conoce como **metalurgia** al conjunto de técnicas de obtención y tratamiento de los metales.

La metalurgia comenzó con el cobre, el primer metal trabajado por el ser humano a fines de la Edad de Piedra, período conocido como Neolítico.

Más adelante comprobó que la mezcla de los metales, cobre y estaño, formaban una aleación, conocida como bronce (figura 10-3), que presentaba mejores propiedades que los metales por separado.

Durante los 2.000 años que duró la Edad del Bronce, el ser humano descubrió la técnica para fundir otro mineral, uno que contenía hierro, y logró con ello aislar el metal con un alto grado de pureza hace 5.000 años.

El proceso de extracción del hierro es bastante complejo. Además, para la obtención de este metal en forma pura se requieren altas temperaturas para fundirlo y modelarlo, pero resulta un producto maleable y resistente.

En la Edad Media, la metalurgia empleaba principalmente el oro y la plata para acuñar monedas, fabricar objetos artísticos y joyas.

Desde el comienzo de la Revolución Industrial, a fines del siglo XVII, hasta la actualidad, la metalurgia tuvo un importante desarrollo, tanto en la industria del hierro (hasta entonces solo utilizado para vías de ferrocarriles) como en la de otros metales y sus aleaciones: acero, aluminio, cobre, titanio, etc. Objetos e instrumentos tan diversos como carrocerías de automóviles, barcos y aviones, equipos domésticos para calefacción, vajilla de cocina, materiales médicos, implantes dentales, herrajes, aberturas y otros materiales de construcción están fabricados con metales y aleaciones de metales producidos industrialmente.

La metalurgia, en general, comprende las siguientes etapas:

- ▶ Extracción de la mena del yacimiento.
- ▶ Separación de la ganga para obtener el mineral y/o metal deseado, generalmente por el proceso de reducción, que estudiarás en la página 191.
- ▶ Purificación: eliminación de las impurezas que quedan en el metal.
- ▶ Otros tratamientos del metal, como formación de aleaciones para facilitar y mejorar sus aplicaciones.

La extracción de la mena comienza con la localización geográfica del yacimiento mineral y la evaluación económica, es decir, si es conveniente su extracción desde el punto de vista comercial. Para ello se tienen en cuenta los costos de extracción y el valor que posee en el mercado. Los modernos procesos metalúrgicos intentan aprovechar todos los materiales obtenidos, es decir, buscan utilizar la ganga como un producto reutilizable y no considerarla un residuo. Otro aspecto muy importante en la primera etapa del proceso metalúrgico es considerar el impacto ambiental que puede producir.

ACTIVIDADES

8. ¿Con qué fines se empleaba la metalurgia en la Edad Media?
9. ¿Cuáles son las etapas de los procesos metalúrgicos?
10. ¿Cuáles son los principales aspectos a considerar para la extracción de un mineral?

Contaminación ambiental y minería

La extracción del mineral o primera etapa de los procesos metalúrgicos es la que más contamina el ambiente (figura 10-4).

(Una de las técnicas más empleadas en la extracción de los minerales es la **lixiviación** con cianuro, que se utiliza para extraer metales nobles (ya que son muy poco reactivos), como el oro. Este proceso consiste en disolver el oro en un medio acuoso para separar la solución que lo contiene de otros residuos sólidos; posteriormente se recupera el oro por **electrólisis**, es decir, utilizando la electricidad para provocar reacciones químicas. El oro no es soluble en agua pura; la solución que lo disuelve contiene 0,35 g de cianuro de sodio (NaCN), un poderoso veneno, cuyo ion cianuro forma ciertas especies químicas que permiten mantener el oro en solución para separarlo de la ganga.

Para llevar a cabo la lixiviación, el mineral triturado se dispone en una plataforma a la que se le agregan millones de litros de la solución acuosa de cianuro de sodio. Y... como si esto fuera poco, estas operaciones se realizan a **cielo abierto**, en grandes extensiones de tierra, cavando cráteres gigantescos.

Esta técnica, usada en minas a cielo abierto de la Argentina y Chile, ocasiona graves daños en el ambiente, la salud de las personas y otros seres vivos. Entre los diversos tipos de impacto ambiental, pueden mencionarse:

- ▶ El deterioro del suelo, de las áreas de cultivo, la alteración de los cursos de agua y la formación de grandes lagunas de líquidos tóxicos.
- ▶ La contaminación del aire con polvo y combustibles, tóxicos o inocuos, con vapores venenosos de ácido cianhídrico (HCN) y mercurio (Hg), con dióxido de azufre (SO₂) y materia orgánica volátil en descomposición.
- ▶ La contaminación de aguas superficiales y subterráneas con los residuos sólidos finos, restos combustibles y otros residuos.
- ▶ La flora resulta severamente impactada, ya que puede ser eliminada total o parcialmente. Incluso pueden afectarse bosques completos.
- ▶ La fauna también resulta afectada, ya que es ahuyentada y/o dañada en su salud por el ruido y la contaminación del aire y el agua.

- ▶ Sobre las poblaciones humanas y su salud, esta clase de extracción de minerales provoca efectos devastadores. Muchas se realizan sobre territorios en litigio; además, provocan asentamientos humanos en lugares muy poco convenientes por la contaminación que generan. Los agricultores y pescadores de zonas aledañas y las familias vecinas a los yacimientos pueden sufrir enfermedades debidas al envenenamiento de las aguas con cianuro y/o mercurio.

Como si esto fuera poco, este método de extracción emplea millones de litros de agua, extraída de fuentes naturales, que podrían destinarse a potabilización para consumo humano; y la devuelven al ambiente totalmente contaminada. Algunos estudiosos expresan que la minería a cielo abierto con técnicas de lixiviación es una actividad industrial de alto impacto ambiental e insostenible por definición, ya que la explotación del recurso supone al mismo tiempo su agotamiento.



Fig. 10-4. La minería a cielo abierto es una actividad altamente contaminante del ambiente.



ACTIVIDADES

11. ¿En qué consiste la técnica de lixiviación?
12. ¿Por qué se utiliza el cianuro?
13. ¿Qué tipo de daños al ambiente produce esta técnica?

Metalurgia del hierro

El **hierro** se conocía desde la Antigüedad, era fácilmente localizable en las rocas de color rojizo y se lo empleaba para fabricar armas y utensilios sencillos, pero sin calentarlo. Fueron los griegos quienes, hace 3.000 años, desarrollaron una técnica de tratamiento térmico. Así dio comienzo la Edad del Hierro, que se extiende hasta nuestros días.

El llamado **hierro forjado**, usado hasta el siglo XIV, consiste en una aleación de hierro y carbón vegetal, que se obtenía mezclando el mineral de hierro con carbón y calentando ambos componentes en un horno relativamente pequeño. Este tratamiento producía una masa esponjosa, compuesta de la aleación de hierro y carbono más la **escoria**. La masa esponjosa fundida se moldeaba con martillos, para darle forma y separar así la escoria.

Fue recién en el siglo XVIII cuando se comenzaron a utilizar grandes **hornos**, dentro de los cuales se calentaba el mineral de hierro para convertir el metal en una mezcla con carbono, denominada **arrabio**.

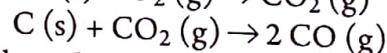
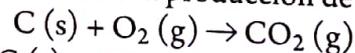
La metalurgia del hierro, conocida como **siderurgia**, es una de las industrias más importantes por las múltiples aplicaciones que tienen sus productos. El hierro, a escala industrial, se prepara en altos hornos, cuyas alturas varían entre cincuenta y ochenta metros. Se parte de mineral de hierro para obtener el arrabio, una mezcla formada, aproximadamente, por 92% de hierro (Fe), 3% de carbono (C), 2% de silicio (Si) y pequeñas porciones de manganeso (Mn), fósforo (P) y azufre (S). El arrabio obtenido se utiliza como materia prima para la fabricación de aceros, como estudiarás en la próxima página.

El proceso de obtención del arrabio puede resumirse de la siguiente forma: se parte de la mena del metal (ya eliminada la ganga), formada por óxidos de hierro (FeO y Fe₂O₃), el coque, un carbón obtenido de la roca hulla rico en carbono (C), y la piedra caliza, rica en carbonato de calcio (CaCO₃). Toda esta mezcla, denominada **carga** (► **EL DETALLE**), se introduce por la parte superior del alto horno (figura 10-5).

Esta atraviesa la cuba (de entre cuarenta y setenta metros de altura), que recibe chorros de aire caliente, a 850 °C, inyectados desde unas toberas (tubos por los que entra el aire). Durante este recorrido, los óxidos de hierro se reducen y descienden por la cuba junto al resto de los sólidos, mientras que los gases que se forman (monóxido y dióxido de carbono) ascienden por la cuba para escaparse por una salida lateral, en la parte superior de la torre.

Además del arrabio, se forman silicato de calcio (CaSiO₃) y otras impurezas, que en conjunto se denominan escoria, que flota sobre el arrabio fundido en la parte inferior del horno (el crisol). La escoria se retira por una salida lateral, en la parte superior de la zona baja del horno, mientras que el arrabio se retira por otra salida, en la parte contraria y más baja del crisol.

Las ecuaciones involucradas en la producción de gases son:



Las ecuaciones involucradas en la reducción del hierro son:

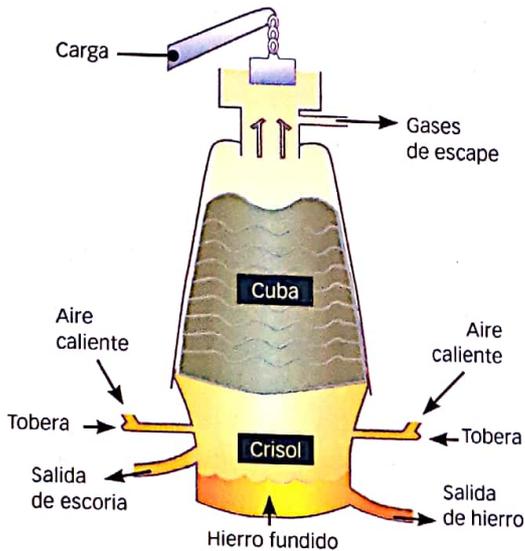
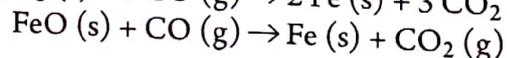
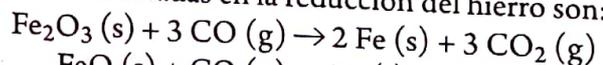


Fig. 10-5. Diagrama del alto horno.

EL DETALLE

¿Qué es la carga?

La carga está formada por la mena, el coque y la piedra caliza.

El carbón de coque se emplea como combustible para fundir el hierro, y la piedra caliza se agrega para generar monóxido de carbono (CO), que reducirá al mineral, y para separar las impurezas de silicio, que salen del horno como escoria de silicato de calcio (CaSiO₃). Si no se agregara la piedra caliza, se formarían silicatos de hierro (como el FeSiO₃), y se perdería hierro metálico.

ACTIVIDADES

14. Completá el siguiente esquema del proceso de obtención de hierro con las fórmulas de los compuestos involucrados:
- Óxidos de hierro (.....) y + coque (.....) + piedra caliza (.....) + impurezas + calor = hierro (.....) + monóxido de carbono (.....) + dióxido de carbono (.....) + silicato de calcio (.....).

El acero

Cuando el inventor inglés Benjamin Huntsman (1704-1776) desarrolló un procedimiento para fundir hierro forjado con carbono y obtuvo de esta forma el primer **acero** que se conoce, no imaginó los enormes alcances que tendría su descubrimiento.

El acero es una aleación cuyo componente principal es el hierro, que contiene entre el 1% y el 3% de carbono (C), a la que se agregan, según el tipo de acero a fabricar, pequeñas proporciones de otros elementos, tales como níquel (Ni) o cromo (Cr).

Se obtiene industrialmente a partir del arrabio, mediante la eliminación de sus impurezas y el agregado de carbono y otros elementos (figura 10-6).

A mediados del siglo XVIII, el acero era una aleación de elevado costo de producción.

En 1855, el inventor inglés Henry Bessemer (1813-1898) logró bajar los costos de producción del acero, ya que construyó un horno por el que pasan chorros de aire caliente por el arrabio, para eliminar sus impurezas. A partir de ese momento, el acero se convirtió en el material metálico más utilizado, en particular para la fabricación de armamentos, buques y submarinos.

A mediados del siglo XX se comienzan a fabricar grandes cantidades de perfiles laminados de acero. De esta manera, el acero comienza a ser utilizado en la industria de la construcción, principalmente para puentes (► **EL DETALLE**).

Propiedades del acero

Múltiples son las propiedades que hacen de esta aleación una de las más empleadas en numerosas industrias. Si bien algunas de ellas varían con la composición de la aleación, pueden mencionarse, en general:

- Su punto de fusión (alrededor de 1.400 °C) es menor que el del hierro (1.510 °C).
- Se puede extender o comprimir, en función de la temperatura.
- Es un material tenaz, es decir, opone mucha resistencia a romperse o deformarse, propiedad que se emplea para fabricar herramientas.
- Es dúctil, es decir, pueden formarse hilos delgados o alambres.
- Se puede soldar con suma facilidad.
- Es maleable, es decir, pueden construirse láminas muy delgadas.

- Algunos aceros presentan la propiedad de “memoria” (se desarrollará este tema en la página 196).
- Posee gran conductividad eléctrica, propiedad que se aplica en la construcción de líneas aéreas de alta tensión.

La única desventaja del acero es su facilidad de corrosión, es decir, su tendencia a la oxidación espontánea. La corrosión ocasiona grietas en el material, que en presencia de humedad y agua pueden extenderse hasta destruir parcial o totalmente el objeto de acero. Para evitar la corrosión se fabrica el **acero inoxidable**, una variedad de acero que contiene los metales níquel (Ni) y cromo (Cr), en proporción del 10%, además de algunos otros metales en menor cantidad.

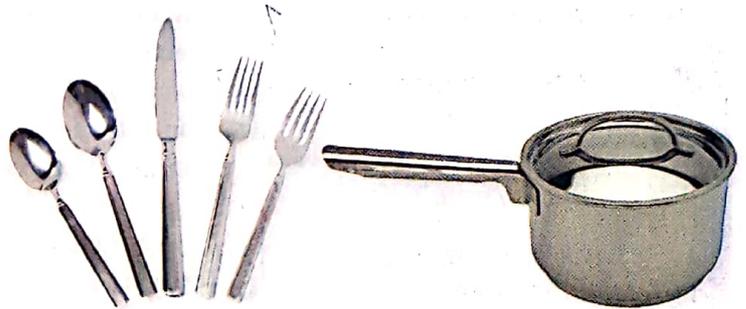


Fig. 10-6. El acero es utilizado en la fabricación de utensilios de cocina.

EL DETALLE

Al utilizar acero ¿se cometen errores?

El acero es un material con múltiples aplicaciones beneficiosas. Su uso produjo grandes logros en la industria de la construcción. Sin embargo, la historia da cuenta de fracasos, por errores humanos y desconocimiento de aspectos importantes de las propiedades de estos materiales. Durante las primeras décadas de la Revolución Industrial se produjeron roturas de los ejes de los ferrocarriles. En la Segunda Guerra Mundial, los cargueros estadounidenses Liberty sufrieron hundimientos, ya que el acero se tornó más débil con el descenso de la temperatura del agua. Pero el accidente más recordado, que además fue filmado en su totalidad, fue el ocurrido el 7 de noviembre de 1940, cuando los norteamericanos asistieron, azorados, a la ruptura del puente Tacoma Narrows, ubicado en Tacoma, en el estado de Washington, por efecto del viento.



Colapso del puente Tacoma Narrows, en los Estados Unidos.

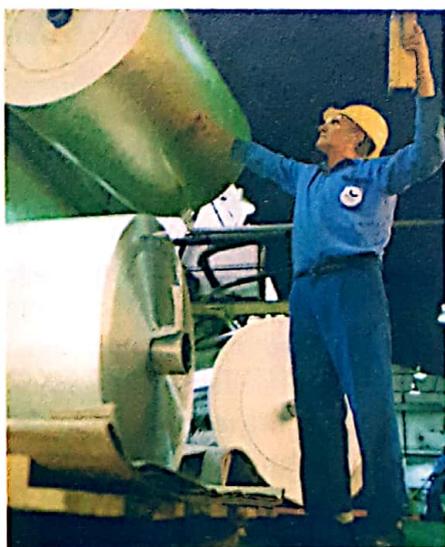
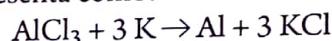


Fig. 10-7. Operario trabajando en Aluminio Argentino (Aluar), única industria productora de aluminio en la República Argentina.

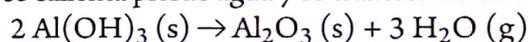
Aluminio y cobre

El aluminio (Al) es el tercer elemento más abundante en la corteza terrestre; los primeros son el oxígeno (O) y el silicio (Si). Se encuentra, combinado con otros elementos, en minerales y rocas como la arcilla y la mica. Después del hierro, es el metal más utilizado por el ser humano. Es de color plateado, muy apreciado por sus excelentes propiedades, dúctil y maleable, buen conductor del calor y de la electricidad. Se extrae principalmente de los minerales bauxita ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$) y criolita (Na_3AlF_6).

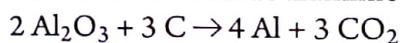
El químico alemán Friedrich Wöhler (1800-1882) fue el primero en obtenerlo puro, en 1827, mediante reacción del tricloruro de aluminio (AlCl_3) con potasio, que se representa como:



En 1886, el químico estadounidense Charles Martin Hall (1863-1914) inventó un método económico para producir este metal mediante un proceso electrolítico, es decir, mediante el pasaje de una corriente eléctrica. Consiste, en una primera etapa, en calentar la bauxita con hidróxido de sodio (NaOH), con el fin de eliminar las impurezas, convirtiéndose en hidróxido de aluminio, que cuando se calienta pierde agua y se transforma en alúmina (Al_2O_3):



La alúmina así obtenida se funde, mezclada con criolita, en presencia de carbón a 1.000°C , y mediante el pasaje de corriente eléctrica se convierte en aluminio puro. La reacción de obtención de aluminio se representa como:



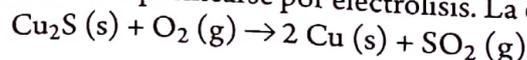
El aluminio y sus aleaciones se utilizan en la fabricación de aviones, automóviles, baterías de cocina y en la construcción (figura 10-7). En forma de polvo, se emplea para pinturas y revestimientos. Hace pocos años se han desarrollado materiales de aluminio capaces de absorber golpes (► **EL DETALLE**).

El **cobre** (Cu) es el tercer metal más usado por el ser humano. De color rojizo, es muy apreciado por sus propiedades: gran conductividad eléctrica, ductilidad, maleabilidad y costo de producción relativamente bajo.

A partir del siglo XIX, resulta el material más utilizado para la fabricación de todo tipo de cables eléctricos. Es uno de los pocos que se pueden hallar en la naturaleza no combinado con otros elementos, es decir, en estado nativo. Además, se encuentra en minerales como óxidos y sulfuros, tales como la calcocita (Cu_2S) y la cuprita (Cu_2O).

La calcocita contiene apenas un 10% de cobre, por ello se realizan con este mineral, luego de ser extraído de la mina, los siguientes tratamientos:

- 1.º Se introduce el mineral, en forma de polvo, en un tanque con aceite y agua y se mezcla con detergente en medio acuoso. Este proceso se denomina **flotación**, ya que las partículas de calcocita, en presencia de aire comprimido, suben a la superficie del tanque.
- 2.º A continuación, se hace reaccionar la calcocita con oxígeno del aire, a alta temperatura, para obtener cobre. Se obtiene así un cobre todavía impuro, que termina de purificarse por electrólisis. La ecuación es:



EL DETALLE

¿Aluminio en espuma?

Uno de los nuevos materiales empleados en la fabricación de objetos tecnológicos de última generación es la espuma de aluminio. Se fabrica a partir de aluminio con un agente espumante; actualmente se usa el carbonato de calcio (CaCO_3). La espuma de aluminio obtenida es un material poroso, con múltiples burbujas de aire en su interior. Se utiliza en las industrias automotriz, aeroespacial, naval y en la construcción, para reducir el efecto de los choques, por la ductilidad del aluminio y la posibilidad de absorción de energía de las burbujas de aire.

ACTIVIDADES

15. Escribí dos ecuaciones de formación de aluminio y nombrá los reactivos involucrados en cada una.
16. ¿Cuáles son los usos actuales del cobre?
17. ¿Cuáles son las propiedades en común del cobre y el aluminio?

Los metales y la óxido-reducción

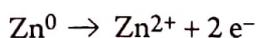
En la vida diaria, decimos que se oxida un objeto de hierro, como la lana de acero que se emplea para limpiar la vajilla, o que se oxidó una manzana que, una vez cortada, toma un color marrón claro. También es común escuchar acerca de la combustión que ocurre con los combustibles de los motores de los automóviles. Ambos procesos, combustión y oxidación, tienen en común que consisten en transformaciones químicas en las que un reactivo se transforma en producto ganando átomos de oxígeno (figura 10-8).

Por otra parte, en la metalurgia se mencionan procesos de reducción de metales, entendidos como pérdida de átomos de oxígeno.

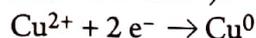
Como viste en el capítulo 2, en la Antigüedad se entendía la oxidación como todo proceso químico de ganancia de oxígeno o de pérdida de hidrógeno, mientras que la reducción se consideraba el proceso contrario. Estas definiciones son incompletas, ya que no consideran todos los casos posibles. Ampliando lo estudiado, puede decirse que:

- ▶ **oxidación** es el proceso que ocurre cuando una especie química aumenta su número de oxidación perdiendo electrones;
- ▶ **reducción** es el proceso que ocurre cuando una especie química reduce su número de oxidación ganando electrones.

Es interesante observar que para que una especie gane electrones, otra debe perderlos, por lo que la reducción y la oxidación no son independientes, sino que constituyen procesos asociados. Las reacciones globales en las que ocurren simultáneamente una oxidación y una reducción se llaman **procesos redox** o de óxido-reducción. Veamos el siguiente ejemplo: cuando se sumerge una barra de cinc en una solución de sulfato de cobre, se observa que rápidamente el cinc se recubre de una capa marrón rojiza de cobre. En este caso ocurren los procesos que se simbolizan en las siguientes ecuaciones (se escriben solo los iones que se modificaron):



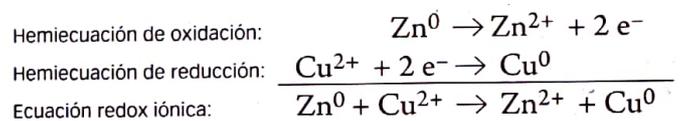
oxidación, ya que el cinc aumentó su número de oxidación (de 0 en el Zn^0 a + 2 en el Zn^{2+}) perdiendo dos electrones (simbolizados como $2e^-$).



reducción, ya que el cobre disminuyó su número de oxidación (de +2 en el Cu^{2+} a 0 en el Cu^0) ganando dos electrones.

El ion cobre ganó dos electrones, los mismos que perdió el átomo de cinc. Por ello se dice que el cobre oxidó al cinc, y que el cinc redujo al cobre. A la especie química que se reduce (en este caso, el Cu^{2+}) se la llama **agente oxidante**, mientras que a la especie química que se oxida (en este caso, el Zn) se la conoce como **agente reductor**.

Cada uno de estos procesos se define como hemireacción, y se simboliza mediante una hemiecuación. Al sumar las hemiecuaciones de oxidación y reducción, se obtiene la ecuación redox iónica, escrita en función de los átomos e iones que se oxidan y se reducen:



Como la reacción ocurre en solución acuosa, en la que están presentes también iones sulfato (SO_4^{2-}), que forma las sales CuSO_4 y ZnSO_4 , solubles en agua, se escribe de esta forma la **ecuación redox global**:

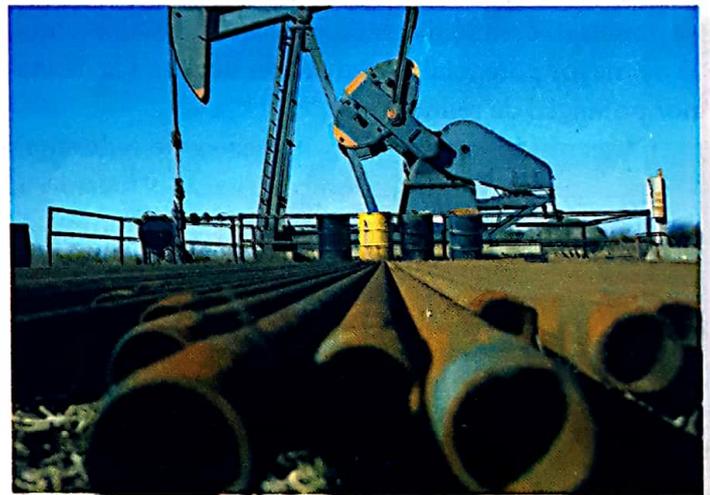
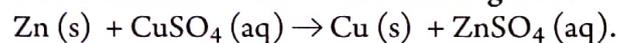


Fig. 10-8. Proceso de oxidación en tubos de hierro.

ACTIVIDADES

18. Explicá la diferencia entre agente oxidante y agente reductor.
19. ¿En qué consiste una reacción de óxido-reducción?