



**baliabideak**  
material de aprendizaje



# ¿Por qué son tan útiles los metales?

M<sup>a</sup> Pilar Ruiz Ojeda

**Cuaderno del estudiante**

IKD baliabideak 2 (2011)

# ERAGIN

## APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS

MARÍA PILAR RUIZ OJEDA

(Dpto. Ingeniería Química y del Medio Ambiente. UPV/EHU)

ASIGNATURA: FUNDAMENTOS QUÍMICOS DE LA INGENIERÍA

(GRADO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL)

**TEMA 2: ¿POR QUÉ SON TAN ÚTILES LOS METALES?**

CUADERNO DEL ESTUDIANTE

eman ta zabal zazu



Universidad del País Vasco      Euskal Herriko Unibertsitatea

## ÍNDICE

### TEMA 2: ¿POR QUÉ SON TAN ÚTILES LOS METALES?

I) El Tema 2 en el contexto de la asignatura .....	3
II) Prerrequisitos .....	4
III) Referencias básicas de consulta .....	4
IV) Tipo de actividades .....	4

### PROGRAMA DE ACTIVIDADES: CUADERNO DEL ESTUDIANTE

1.- Clases de materiales en Ingeniería .....	6
2.- Introducción al problema que se quiere plantear .....	7
3.- Propiedades físicas de los metales .....	8
3.1. ¿Son duros los metales? .....	8
3.2. ¿Los metales son dúctiles y maleables? .....	8
3.3. ¿Los metales tienen densidades altas o bajas? .....	9
3.4. ¿Tienen puntos de fusión elevados? .....	10
3.5. ¿Conducen la electricidad? ¿Qué es el Efecto Fotoeléctrico? .....	11
4.- La teoría del mar de electrones .....	12
5.- Los metales en la Tabla Periódica .....	15
6.- Compuestos de los metales: sales, óxidos e hidróxidos .....	17
7.- Metalurgia extractiva del hierro y aluminio .....	17
8.- La deposición por electrolisis .....	18

## TEMA 2: ¿POR QUÉ SON TAN ÚTILES LOS METALES?

### I) EL TEMA 2 EN EL CONTEXTO DE LA ASIGNATURA

Una vez que se han estudiado en el Tema 1 algunos conceptos básicos, la terminología propia de los químicos y la conexión entre la representación macro y microscópica de la materia, tomando como unidad estructural al átomo, es el momento de abordar cómo los átomos de los elementos de la tabla periódica se unen entre sí mediante enlaces químicos, para formar las sustancias que constituyen los distintos materiales que conocemos y/o que participan en los procesos químicos.

Una forma de clasificar las sustancias es en función de su enlace atómico. Si bien la naturaleza química de cada átomo viene determinada por el número de protones (Z) en su núcleo, la naturaleza del enlace atómico queda determinada por el comportamiento de los electrones que orbitan alrededor de él. Existen tres tipos de enlaces fuertes entre átomos (**enlaces primarios**).

En primer lugar, el **enlace metálico** implica la compartición de una gran cantidad de electrones deslocalizados en el sólido metálico, y producen un enlace no direccional. La nube o gas de electrones resultante es la causante de la alta conductividad eléctrica. La naturaleza no direccional del enlace determina elevados números de coordinación, ya que el empaquetamiento de los átomos sólo está sujeto a restricciones geométricas.

En segundo lugar, el **enlace iónico** implica una transferencia de electrones y es no direccional. Como consecuencia de la transferencia electrónica se crea un par de iones de carga opuesta. La fuerza de atracción entre los iones es de naturaleza electrostática. La naturaleza no direccional del enlace iónico permite tener números de coordinación que vienen determinados estrictamente por la eficiencia del empaquetamiento geométrico, como sucede en el enlace metálico.

En tercer lugar, el **enlace covalente** implica la compartición de electrones y presenta una alta direccionalidad. En el caso de los sólidos covalentes se producen números de coordinación relativamente bajos y estructuras atómicas más abiertas. Cuando el enlace covalente se da entre átomos que forman moléculas pequeñas es importante tener en cuenta, para explicar las propiedades de las sustancias, otro tipo de enlaces más débiles (pero no por ello menos importantes) que se establecen por la interacción entre moléculas próximas. Se denomina **enlace secundario o fuerzas intermoleculares** y pueden ser: fuerzas de van der Waals y puentes de hidrógeno. Es importante destacar que este tipo de fuerzas no se producen entre átomos, sino entre moléculas, y es el resultado de la atracción entre dipolos eléctricos transitorios o permanentes.

Por un lado, las propiedades físicas y la reactividad química de las sustancias viene dada fundamentalmente por el tipo de enlaces (primarios y secundarios) que presentan: la solubilidad, la dureza, la conductividad eléctrica y térmica, la densidad, los puntos de fusión y ebullición, la reactividad química, el carácter ácido-base, la capacidad oxidante o reductora,...

Por otro lado, es importante tener en cuenta que la clasificación de los materiales para ingeniería asigna un determinado tipo de enlace, o combinación de enlaces, a cada categoría. Los **metales**

están constituidos por enlaces metálicos entre sus átomos. Los **materiales cerámicos** y los **vidrios** implican enlaces iónicos, aunque generalmente con un fuerte carácter covalente. Los **polímeros** poseen normalmente fuertes enlaces covalentes en el interior de las cadenas poliméricas, pero existen enlaces secundarios débiles entre cadenas adyacentes.

**En definitiva, en este tema se aborda el estudio de los metales y en temas posteriores los otros tipos de enlaces.**

**En la segunda parte de la asignatura se abordan las disoluciones, la termoquímica, los equilibrios iónicos (ácido-base y redox) y algunas nociones de química orgánica e inorgánica.**

## II) PRERREQUISITOS

Para el buen desarrollo del Tema 2 es recomendable que los estudiantes conozcan las **configuraciones electrónicas** de los elementos y su correspondencia con la situación que ocupan en la **Tabla Periódica**.

## III) REFERENCIAS BÁSICAS DE CONSULTA

- Ashby M.F., Jones D.R.H. Materiales para Ingeniería (Vol 1 y 2). Reverté. Barcelona, 2008.
- American Chemical Society. Química. Un Proyecto de la ACS. Reverté. Barcelona, 2005.
- **Chang R. Química. McGraw Hill. México, 2010.**
- **Petrucci R. H., Harwood W.S. Química General. Prentice Hall. Madrid, 2011.**
- Smith W.F. Fundamentos de la Ciencia e Ingeniería de Materiales. McGraw Hill. Madrid, 1998.
- <http://www.lenntech.es/tabla-peiodica/densidad.htm>
- [www.fundacionquimica.org/tabla\\_periodica.php](http://www.fundacionquimica.org/tabla_periodica.php)
- [http://www.mcgrawhill.es/bcv/tabla\\_periodica/mc.html](http://www.mcgrawhill.es/bcv/tabla_periodica/mc.html)
- Vídeo sobre la metalurgia del aluminio (8 minutos):  
<http://www.youtube.com/watch?v=IC2IBlx3PeE>
- Vídeo sobre la fabricación de latas de aluminio (4:50 minutos):  
<http://www.youtube.com/watch?v=cYIG-fWpADo&feature=related>
- Cómo se hacen ollas de aluminio (4:47 minutos):  
<http://www.youtube.com/watch?v=SeL3hD7WxUE&feature=related>
- Cómo fabricar balones de gas (5 minutos):  
<http://www.youtube.com/watch?v=ZQgFWUT5OLE&feature=related>

## IV) TIPO DE ACTIVIDADES

En cada actividad se da al inicio un resumen, en forma de tabla, que incluye la siguiente información::

ACTIVIDAD Nº		
Presencial/ No Presencial		Tiempo estimado
Individual/ En Grupo		
Tipo de Actividad (elegir)	T1	Presenta un escenario-problema con objeto de que los estudiantes puedan tomar conciencia del tema que van a trabajar.
	T2	Presenta el interés que puede tener el escenario-problema que involucra a los estudiantes en las actividades.
	T3	Hace que los estudiantes realicen un planteamiento cualitativo del problema, que les invita a realizar hipótesis, antes de aplicar directamente fórmulas o leyes.
	T4	Hace que los estudiantes propongan diferentes estrategias de resolución, incluyendo la aplicación de leyes y principios.
	T5	Hace que analicen los resultados obtenidos, estudiando su coherencia respecto a las hipótesis emitidas y el cuerpo de conocimiento estudiado en clase.
	T6	Tiene como objetivo una retroalimentación de lo que se ha aprendido, sin esperar a finalizar el tema.
	T7	Pone la atención en que los estudiantes tengan que escribir párrafos justificativos de sus conclusiones y valora la expresión escrita.
	T8	Pone la atención en aplicaciones tecnológicas de importancia en el desarrollo profesional.
Dinámica de la clase y tipo de informe de la actividad que los estudiantes deben realizar con indicación de los criterios de evaluación.		

## PROGRAMA DE ACTIVIDADES: CUADERNO DEL ESTUDIANTE

### TEMA 2: ¿POR QUÉ SON TAN ÚTILES LOS METALES?

#### 1.- CLASES DE MATERIALES EN INGENIERIA

En esta actividad vais a hacer una lectura de las páginas de un libro en donde se detallan los materiales elegidos para construir diferentes utensilios o aparatos, y que ilustran la gran variedad de propiedades de los materiales.

ACTIVIDAD Nº 1	
Presencial	Tiempo estimado 15 minutos
Individual y por parejas	
Tipo de actividad: T 1	
Esta actividad acaba con una breve puesta en común y el profesor/a explica, grosso modo, los contenidos de los temas 2, 3 y 4 dedicados al estudio de los enlaces metálicos, iónicos y covalentes ( <b>Figura 2</b> ).	

**A.1.- Lee atentamente las páginas de las fotocopias (Ashby vol 1, pág. 4-7). Subraya los distintos tipos de materiales que encuentres y los criterios de elección de un material. Comenta con tu compañero y escribid vuestras conclusiones, incluyendo consideraciones personales.**



Destornilladores típicos, con vainas de acero y mango de polímero (plástico).  
Figura 1.2 Ashby vol 1. 978-84-291-7255-3 © Ed. Reverte, 2008



Corte transversal de una turbina de motor de aviación.  
Figura 1.3 Ashby vol 1. 978-84-291-7255-3 © Ed. Reverte, 2008

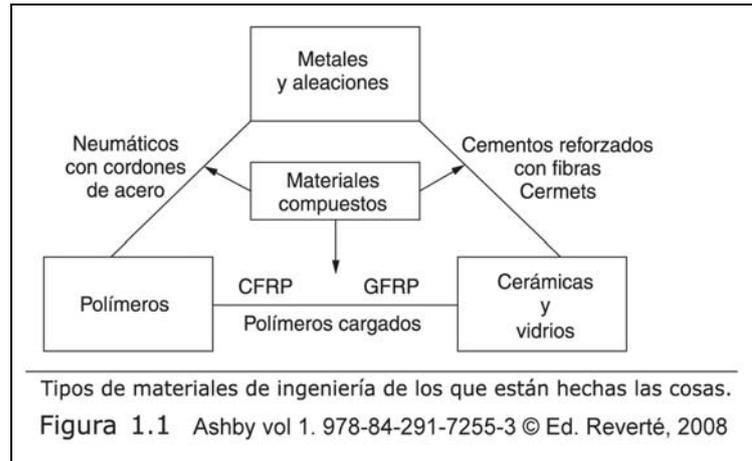


Bujía de motor de gasolina, con cuerpo cerámico e electrodos de wolframio.  
Figura 1.4 Ashby vol 1. 978-84-291-7255-3 © Ed. Reverte, 2008



Un velero de recreo, con casco de material compuesto (CFRP), mástil de aleación de aluminio y velas de fibra sintética de polímero.  
Figura 1.5 Ashby vol 1. 978-84-291-7255-3 © Ed. Reverte, 2008

**Figura 1.** Destornilladores, turbina de avión, bujía y barco de recreo



*Figura 2. Tipos de materiales en ingeniería*

## 2.- INTRODUCCIÓN AL PROBLEMA QUE SE QUIERE PLANTEAR

Esta es una actividad introductoria al tema. Se parte de lo que sabes con el fin de construir entre todos (compañeros y profesora) el índice del tema.

ACTIVIDAD Nº 2	
Presencial	Tiempo estimado 15 minutos
Individual y por parejas	
Tipo de actividad: T 1	
Esta actividad acaba con una breve puesta en común y la presentación del Índice del Tema.	

**A.2.- ¿Qué sabes realmente de los metales? Haz una lista con un mínimo de 5 materiales metálicos que haya en el entorno doméstico, en la calle, en el aula y en la industria. ¿Qué propiedad de los metales se aplica en cada caso? ¿Qué composición tienen? ¿Son materiales homogéneos? En torno a los metales, ¿qué cuestiones te preguntas?**

### INDICE

1. Clases de materiales en Ingeniería
2. Introducción al problema que se quiere plantear
3. Propiedades físicas de los metales
  - 3.1.- ¿Son duros los metales?
  - 3.2.- ¿Los metales son dúctiles y maleables?
  - 3.3.- ¿Los metales tienen densidades altas o bajas?
  - 3.4.- ¿Tienen puntos de fusión elevados?
  - 3.5.- ¿Conducen la electricidad? ¿Qué es el efecto fotoeléctrico?
4. La Teoría del mar de electrones
5. Los metales en la Tabla Periódica
6. Compuestos de los metales: sales, óxidos e hidróxidos
7. Metalurgias extractivas: hierro y aluminio
8. La deposición por electrolisis

### 3.- PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS METALES

En este apartado se van estudiar las propiedades físicas de los metales más representativas, gracias a las cuales los metales tienen tantas y tan variadas aplicaciones.

#### 3.1. ¿Son duros los metales?

ACTIVIDAD Nº 3	
Presencial	Tiempo estimado 20 minutos
Por parejas	
Tipo de actividad: T 2, T3	
Esta actividad acaba con una breve puesta en común y la recogida selectiva de entregables. Se valora la cantidad de observaciones y la expresión escrita.	

**A.3.- Coloca una pequeña porción de sodio metálico en un plato e intenta cortarlo en dos con un cuchillo afilado, Figura 3. Registra tus observaciones. ¿Es fácil o difícil cortarlo? ¡Cuidado! El sodio metálico puede provocar serias quemaduras al reaccionar con la humedad de la piel. Maneja el metal con pinzas y guantes. Trata de cortar, ahora, un tubo de acero con el mismo cuchillo. ¿Qué diferencias aprecias con respecto al sodio? Saca conclusiones.**

Nota: La actividad con el sodio no es necesario realizarla en la práctica realmente (falta tiempo para ir al laboratorio o dificultades de logística), pero se visualiza en la fotografía con claridad.



*Figura 3. El sodio metálico se parte con un cuchillo como si fuera embutido.*

#### 3.2. ¿Son los metales dúctiles y maleables?

ACTIVIDAD Nº 4, 5	
Presencial / No presencial	Tiempo estimado 30 minutos/ 30 minutos
Por parejas	
Tipo de actividad: T 2, T 3	
Esta actividad acaba con una breve puesta en común y la recogida selectiva de entregables. Se valora la cantidad y calidad de observaciones y comentarios y la expresión escrita. Es conveniente que el profesor/a clarifique, en una breve intervención, algunos conceptos con proyección de imágenes.	

**A.4.- Observa una lata de bebidas, ¿Qué forma tiene? ¿Cómo crees que la han fabricado? Lo mismo para la chapa de un coche, una moneda, un tubo de cobre, un cable, un pan de oro...**

**Nota:** Puedes consultar los vídeos de las webs en las referencias del tema u otras que encuentres en la red, donde hay abundante material audiovisual.

**A.5.-** Ayer visitamos la empresa ARANIA S.A. (Figura 4), que se dedica a la laminación en frío y que se encuentra situada en Euba-Amorebieta. Su materia prima son esas pesadas bobinas de acero que vemos en las autopistas sobre grandes trailers. Sus clientes son fabricantes de tubos, flejes, arandelas, bisagras, estanterías, perfiles, piezas de alta o baja embutición, etc. Nos enseñaron sus instalaciones y vimos como en el tren de laminación de caja tipo “cuarto” reversible (tiene 4 rodillos) se modifica el espesor del rollo en pasadas sucesivas, hasta que la chapa adquiere el espesor requerido según las especificaciones del cliente. Al finalizar la visita el encargado os pidió que le dierais una explicación, a nivel atómico, que explique el comportamiento del acero cuando se lamina.

Puedes hacer lo mismo para explicar el comportamiento del sodio (cuando se parte con el cuchillo), la embutición de las latas, la estampación de monedas, chapas de coches...



*Figura 4. Productos elaborados por ARANIA S.A.y tren de laminación tipo cuarto.*

### 3.3. ¿Los metales tienen densidades altas o bajas?

ACTIVIDAD Nº 6	
Presencial / No presencial	Tiempo estimado 15 minutos/ 15 minutos
Por parejas	
Tipo de actividad: T 3	
Esta actividad acaba con una breve puesta en común y la recogida de algunas conclusiones. Se valora la cantidad de observaciones y la expresión escrita.	

**A.6.-** ¿Fabricarías vasos de agua de acero? ¿Todos los metales son muy densos? ¿Hay metales que flotan en el agua? En la siguiente tabla se dan los datos de la densidad de muchos metales. Observa los valores en general. Observa los valores extremos. Sacar conclusiones en cuanto al grado de empaquetamiento atómico.

Tabla 5.1 Datos de densidades,  $\rho$ .

Material	$\rho$ ( $\text{g cm}^{-3}$ )
Osmio	22,7
Platino	21,4
Wolframio y sus aleaciones	13,4-19,6
Oro	19,3
Uranio	18,9
Carburo de wolframio, WC	14,0-17,0
Tántalo y sus aleaciones	16,6-16,9
Molibdeno y sus aleaciones	10,0-13,7
Cobalto/carburo de wolframio, "cermets"	11,0-12,5
Plomo y sus aleaciones	10,7-11,3
Plata	10,5
Niobio y sus aleaciones	7,9-10,5
Níquel	8,9
Aleaciones de níquel	7,8-9,2
Cobalto y sus aleaciones	8,1-9,1
Cobre	8,9
Aleaciones de cobre	7,5-9,0
Latones y bronces	7,2-8,9
Hierro	7,9
Superaleaciones base hierro	7,9-8,3
Aceros inoxidable, austeníticos	7,5-8,1
Estaño y sus aleaciones	7,3-8,0
Aceros de baja aleación	7,8-7,85
Aceros dulces	7,8-7,85
Aceros inoxidable, ferríticos	7,5-7,7
Fundiciones	6,9-7,8
Carburo de titanio, TiC	7,2
Zinc y sus aleaciones	5,2-7,2
Cromo	7,2
Carburo de zirconio, ZrC	6,6

continúa

Ashby vol 1. 978-84-291-7255-3 © Ed. Reverté, 2008

Tabla 1. Densidad de muchos metales

Algunos datos adicionales: densidad del Li =  $0,53 \text{ g/cm}^3$ , densidad del sodio =  $0,97 \text{ g/cm}^3$ , densidad del potasio =  $0,86 \text{ g/cm}^3$ . Se pueden consultar todas las densidades de los todos los elementos en la siguiente dirección: <http://www.lenntech.es/tabla-peiodica/densidad.htm>

### 3.4. ¿Tienen puntos de fusión elevados?

ACTIVIDAD Nº 7	
Presencial/ No Presencial	Tiempo estimado 10 min/ 20 minutos
Por parejas	
Tipo de actividad: T 2, T 3	
Esta actividad se realiza fuera del aula y al siguiente día se hace una breve puesta en común y la recogida de algunas conclusiones. Se valora la cantidad y claridad de conclusiones.	

A.7.- Tu profesora de FQI nació y se crió en Sestao. Vivíamos cerca de Altos Hornos de Vizcaya S.A., como buena parte de la gente de Sestao. Cuando regresaba desde Bilbao en el tren de La Naja, a veces, veía desde las ventanillas cómo la cuchara derramaba el arrabio fundido recién salido del alto horno, al rojo, en los vagones de descarga. Los viajeros sentíamos, aun a la distancia a la que estábamos, un fuerte sofoco de calor. ¿A qué temperatura funde el hierro? ¿Todos los metales funden a temperaturas tan altas? ¿Algunos funden a mayores temperaturas? ¿Conoces algún metal líquido a temperatura ambiente? ¿Podrías utilizar un termómetro de mercurio para medir la temperatura en la

Antártida? ¿Podrías fundir alguno con el calor de la mano (debidamente protegida)? Te puedes ayudar con los datos de la Figura 5 y los datos sobre temperaturas de fusión que se dan en las tablas periódicas de las referencias.

Una cuestión importante: ¿Cómo deben ser las fuerzas que unen a los átomos metálicos?

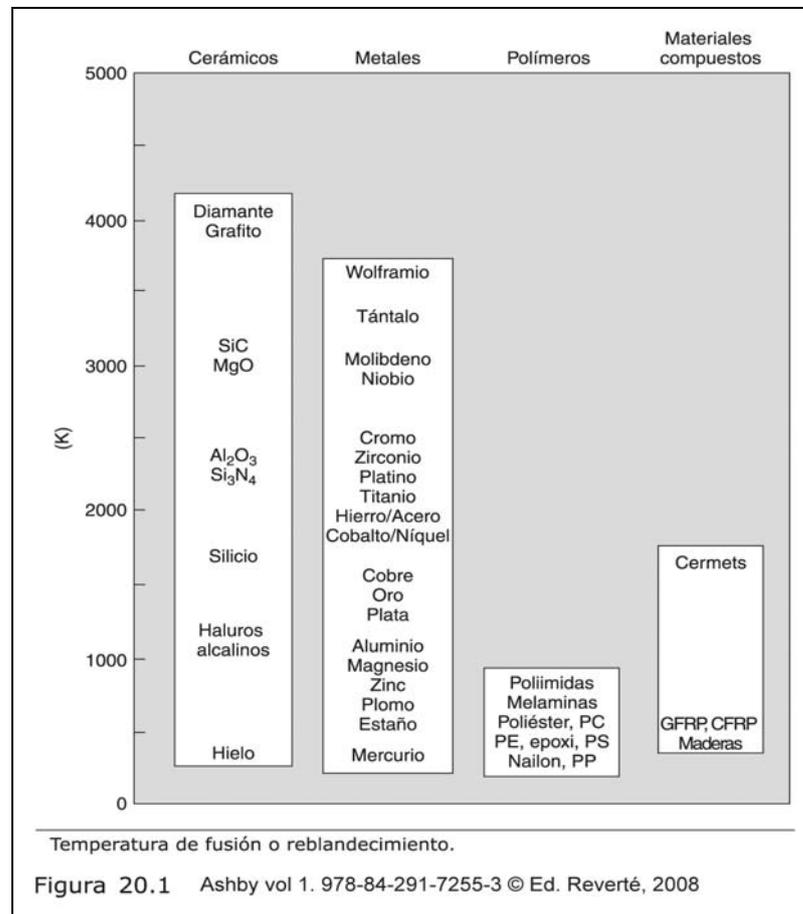


Figura 5. Temperaturas (K) de fusión de varios metales y otros tipos de materiales (para comparar)

### 3.5. ¿Son buenos conductores de la electricidad? ¿Qué es el efecto fotoeléctrico?

ACTIVIDAD Nº 8	
Presencial	Tiempo estimado 20 minutos
Grupos de 4	
Tipo de actividad: T 2, T 3	
Esta actividad acaba con una breve puesta en común y la recogida de algunas conclusiones. Se valora la expresión escrita de las respuestas.	

**A.8.- Como sabes la apertura de los ascensores se realiza a través de una célula fotoeléctrica. Hay algunos metales que presentan una propiedad curiosa y es que al iluminarlos con luz de frecuencia adecuada, emiten electrones (Figura 6) que cierran el circuito eléctrico, y el automatismo del ascensor abre o cierra la puerta, según que el circuito esté cerrado o se abra por el paso de personas. Dispositivos similares se utilizan en la apertura de**

puertas de garajes y muchos otros automatismos. Las primeras células fotoeléctricas se fabricaron con el metal cesio. En la actualidad se utilizan mezclas complejas de sustancias semiconductoras. Observa los experimentos de la Figura 6 y el registro gráfico. Explica su significado. Por otra parte, ¿de qué material están hechos los cables conductores? ¿A qué conclusión te llevan estas observaciones a la hora de plantear una teoría que explique el comportamiento general de los metales?

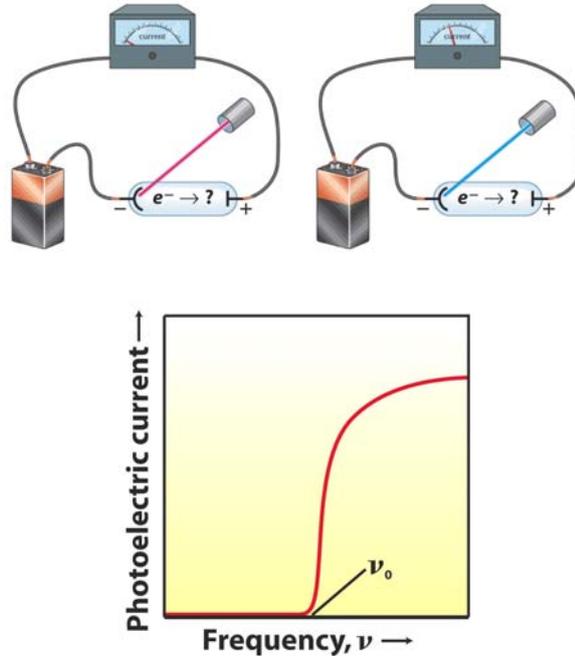


Figura 6. Experimentos con luz de baja frecuencia (rayo rojo) y de alta frecuencia (rayo azul)

#### 4. LA TEORÍA DEL MAR DE ELECTRONES

##### RESUMEN Y CONSECUENCIAS

A través de los apartados anteriores, hemos observado que para explicar las propiedades físicas de los metales (puntos de fusión, densidad, dureza, ductilidad y maleabilidad, conductividad eléctrica, efecto fotoeléctrico) sólo es posible imaginar una constitución microscópica en la que los átomos forman empaquetamientos muy compactos y hay un gran número de electrones deslocalizados y, por tanto, disponibles. En la **Figura 7** se da una representación de la **Teoría del Mar de Electrones**.

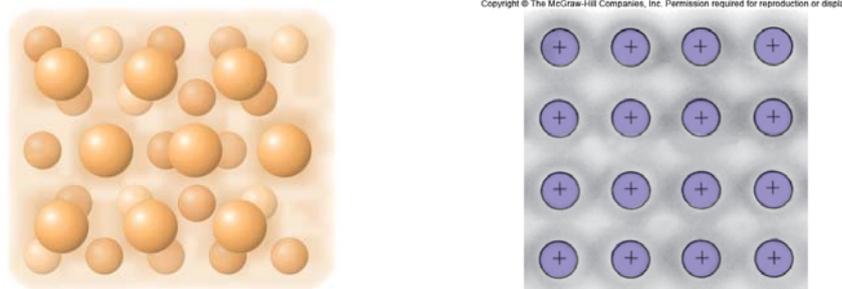


Figura 7. Representación del Enlace Metálico: los átomos se encuentran inmersos en una “nube” de electrones.

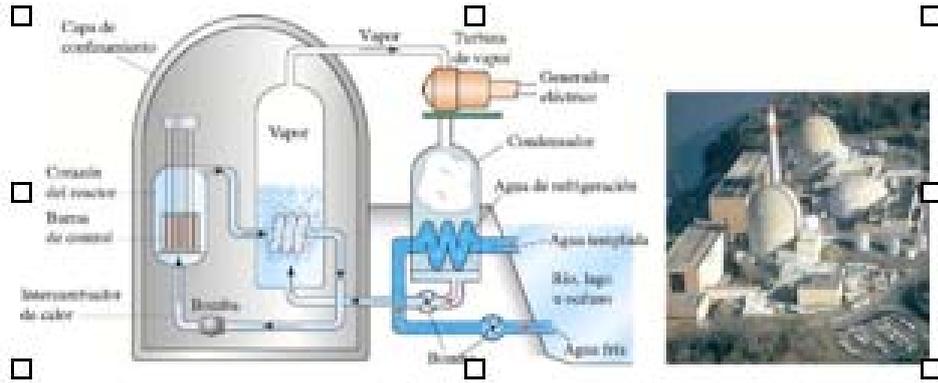
Las preguntas que nos podemos formular ahora son las siguientes: ¿Qué características tienen los átomos a nivel submicroscópico para que tenga sentido la teoría del mar de electrones? ¿De dónde proceden esa gran cantidad de electrones disponibles? ¿Qué configuraciones electrónicas tienen los átomos metálicos? ¿Dónde se sitúan en la Tabla Periódica?

Pero antes de pasar al apartado siguiente y responder a esas preguntas, conviene asentar conceptos mediante una relación de ejercicios para trabajar de manera individual.

<b>ACTIVIDAD Nº 9</b>	
No Presencial	Tiempo estimado 60 minutos
Individual	
Tipo de actividad: T 5, T 6, T 7	
Al día siguiente el profesor/a recoge algunos ejercicios. Se valora la cantidad de observaciones y comentarios y la expresión escrita.	

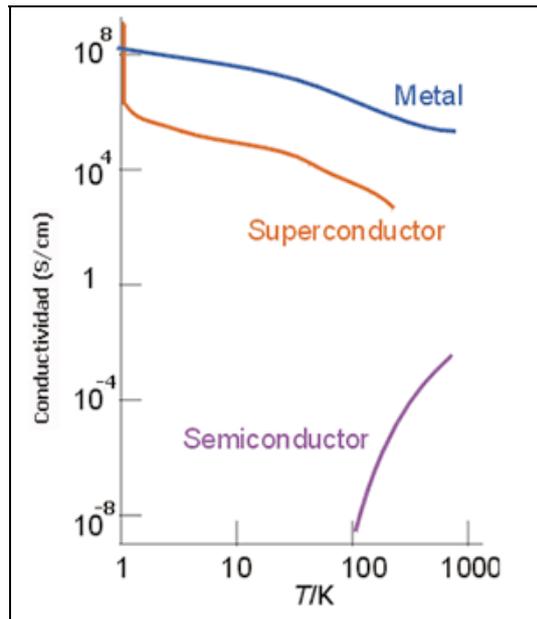
### ACTIVIDAD 9: EJERCICIOS

- a) ¿Por qué en los raíles del metro o del tren hay juntas de seguridad cada cierto número de metros? Razona tus respuestas mediante la teoría del mar de electrones.
- b) Acabamos de comprar una bombona de butano, la agitamos y comprobamos que suena el líquido. Por el sonido nos damos cuenta de que no está llena del todo como esperamos. Hacemos la reclamación correspondiente ante el ministerio de industria y meses más tarde (¡así es la burocracia!) nos responden que la compañía suministradora ha seguido las especificaciones técnicas requeridas para el suministro de butano a domicilio y que, por razones de seguridad, la botella no se puede llenar más, de manera que no procede la reclamación. ¿Por qué no se puede llenar totalmente la botella de butano?
- c) Los intercambiadores de calor, que se utilizan con tanta frecuencia en la industria (por ejemplo en las centrales térmicas) sirven, como su nombre indica, para ceder calor de un fluido a otro. Por ejemplo, para ceder el calor de los gases de salida de una cámara de combustión al agua de otro circuito que se calienta y se transforma en vapor (Figura 8). Para construir estos equipos ¿utilizarías materiales cerámicos? ¿qué tipo de materiales utilizarías y por qué? ¿Cómo se produce, a nivel microscópico, la transmisión de calor? ¿Qué partículas transmiten la energía calorífica y en qué manera lo hacen?.



**Figura 8.** Esquema de una central nuclear

d) Como sabes la electricidad se transporta desde los lugares de generación (centrales térmicas) hasta los puntos de consumo a través de grandes tendidos eléctricos. En este transporte hay pérdidas de hasta un 20 %. ¿Cuándo crees que las pérdidas serán mayores en invierno o en verano? ¿Cómo afecta la temperatura a la conductividad eléctrica de los metales? Razona con detalle tu respuesta en términos microscópicos (Figura 9).



**Figura 9.** Variación de la conductividad eléctrica (Siemens/ cm) con la temperatura (K)

## 5.- LOS METALES EN LA TABLA PERIÓDICA

Como decíamos con anterioridad, y una vez que el manejo de la teoría del mar de electrones está consolidado, es el momento de plantearnos de dónde procede la gran cantidad de electrones de la nube en la que están inmersos los átomos. Para hallar respuestas tenemos que ir a las configuraciones de los átomos metálicos (**estructura submicroscópica** de la materia), que están

relacionadas con la posición de cada elemento en la **Tabla Periódica**. Así pues, se proponen las siguientes actividades.

ACTIVIDAD Nº 10	
Presencial/ No Presencial	Tiempo estimado 30 min/ 1,5 horas
Individual	
Tipo de actividad: T 5, T 6, T 7	
Al día siguiente se discuten en clase las cuestiones que presenten dudas. El profesor/a clarifica algunas cuestiones. Se recogen algunos ejercicios. Se valora la riqueza de contenidos y la expresión escrita de las respuestas.	

### ACTIVIDAD 10: EJERCICIOS

- ¿Cuántos de los elementos de la tabla periódica son metales? ¿Cómo se clasifican? Escribe las configuraciones electrónicas de los metales alcalinos Li (Z=3), Na (Z=11), K (Z=19) y Rb (Z=37). ¿Qué tienen en común? ¿Qué les pasa si pierden el electrón de valencia? ¿Cómo relacionas esto con la teoría del mar de electrones? Es recomendable recurrir a las *Referencias Básicas de Consulta*.
- Escribe las configuraciones electrónicas de los metales alcalinotérreos Be (Z=4), Mg (Z=12), Ca (Z=20) y Sr (Z=38). ¿Qué tienen en común? ¿Qué les pasa si pierden los dos electrones de valencia?
- ¿Escribe las configuraciones de los metales de transición con Ti (Z=22), Cr (Z=24) y Zn (Z=30)? ¿Cuáles son los electrones que intervienen en las reacciones químicas en las que participan?
- Busca las temperaturas de fusión del Na, Mg y Al, ¿cómo puedes explicar sus diferencias con el modelo del mar de electrones?
- ¿Cómo explicarías las elevadas densidades de los metales de transición del 6º periodo (Tabla 2)? Observa la Figura 10, ¿Cómo son los radios atómicos de los metales de transición del 6º periodo? ¿Cómo debe ser su empaquetamiento atómico? ¿Cómo relacionarías las cuestiones anteriores con sus altas temperaturas de fusión (Tabla 2)?

Metal	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg
$\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )	16,6	19,3	21,0	22,6	22,4	21,4	19,3	14,2
T <sub>fus</sub> (°C)	2996	3410	3180	2700	2454	1769	1063	-38,4

**Tabla 2.** Densidad (g/cm<sup>3</sup>) a 20°C y temperaturas de fusión (°C) de metales del 6º Periodo.

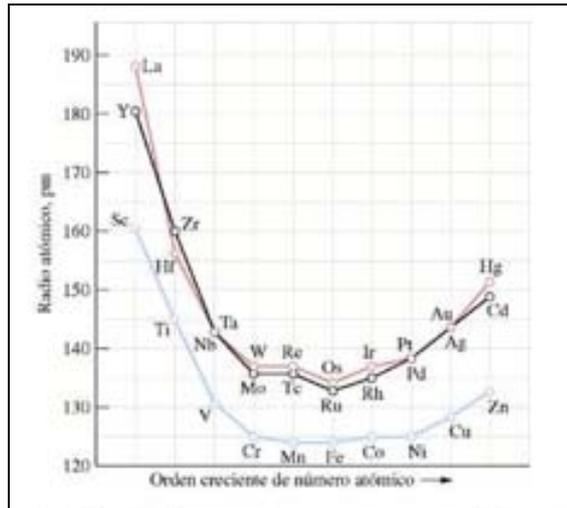


Figura 10. Radios atómicos de los metales de transición del 4º, 5º y 6º Periodo.

- f) ¿Cómo se encuentran los metales en la naturaleza? ¿En estado de oxidación cero? ¿Hay metales en el mar? ¿En qué manera se encuentran en el agua de mar? ¿Y en los minerales? ¿Cuáles son sus estados de oxidación o valencias? ¿De dónde se extraen los metales? ¿Qué tipo de procesos químicos son necesarios aplicar para su extracción? Es recomendable recurrir a las *Referencias Básicas de Consulta*.
- g) Los ceramistas utilizan como pigmentos algunos óxidos de metales de transición, que aportan un gran colorido a sus acabados, Tabla 3. ¿Cómo se explica esta propiedad de los metales de transición en relación a su configuración electrónica?

Combinaciones		Color
Hierro	cobalto	gris-azul
	cobre	verde, negro
	manganeso	marrón
	vanadio	ocre
	rutilo	ocre, marrón
	níquel	marrón, gris
	cromo	verde negruzco
Cobre	cobalto	verde-azul
	manganeso	marrón, negro
	vanadio	verde-amarillo
	rutilo	verde
	níquel	verde-gris
	cromo	verde
Manganeso	vanadio	marrón amarillento
	níquel	gris o marrón
	rutilo	marrón
	cobalto	púrpura-azul
	cromo	marrón
Níquel	vanadio	gris, marrón
	rutilo	marrón
	cobalto	azul-gris
	cromo	marrón
Cobalto	vanadio	amarillo mostaza
	rutilo	azul
	cromo	verde-azul
Rutilo	vanadio	amarillo ocre
	cromo	verde
Cromo	vanadio	verde-amarillo

Tabla 3. Colores de los compuestos de los metales (y sus combinaciones) que se indican

**NOTA:** Para realizar estos ejercicios es recomendable que los estudiantes consultéis las tablas periódicas interactivas que se han facilitado en las “Referencias Básicas de Consulta”.

## 6.- COMPUESTOS DE LOS METALES: SALES, ÓXIDOS E HIDRÓXIDOS

Como acabamos de ver, los metales, por su fuerte carácter reductor (tendencia a perder electrones), forman una enorme cantidad de compuestos con otros elementos, sobre todo bases, óxidos y sales.

ACTIVIDAD Nº 11	
Presencial/ No presencial	Tiempo estimado 15 minutos/ 15 minutos
Grupos de 4	
Tipo de actividad: T 3	
Una parte de esta actividad se realiza en el aula y el resto en casa. Al día siguiente se recogen algunos listados de formulación.	

**A.11.-** Revisa la composición de la sal de mar en un paquete del supermercado, la del residuo seco de cualquier agua mineral, el bicarbonato para las digestiones, la lejía, la sosa cáustica, el sulfato cúprico, el nitrato potásico del laboratorio de química... y el compuesto de interés de los minerales de los que se extraen hierro, cinc, plomo, aluminio, de la calcita, la tiza, etc. Escribe el nombre y la fórmula de esos compuestos, no menos de 15. Para llevar a cabo esta tarea se reparte una fotocopia con etiquetas de diferentes productos.

## 7.- METALURGIA EXTRACTIVA DEL HIERRO Y EL ALUMINIO

ACTIVIDAD Nº 12	
Presencial/ No Presencial	Tiempo estimado 15 minutos/ 2 horas
Grupos de 2	
Tipo de actividad: T 3, T 4, T 5, T 7, T8	
Se presenta la actividad en clase, se proponen referencias de consulta y se dan las pautas generales del documento a entregar (formato, extensión, fecha de entrega...). Es una actividad para realizar fuera del aula, realizando las consultas en tutorías que cada grupo considere necesarias. El profesor/a recoge para su corrección todos los informes. Se valora la correcta estructuración de los apartados, la cantidad y calidad de los contenidos, la utilización del lenguaje propio del tema, la inclusión de gráficas y tablas comentadas, la claridad de ideas, la concisión y la expresión escrita.	

**A.12.-** Echa una mirada, de nuevo, a los materiales metálicos de la actividad 2. ¿Cuál es el componente mayoritario de cada uno de ellos? ¿Cuáles son los metales con mayor presencia tecnológica? Si los metales suelen presentarse en la naturaleza en forma combinada (minerales), ¿qué operaciones a escala industrial es preciso realizar para obtenerlos? ¿Qué tipo de procesos químicos será preciso realizar? Es, pues, el momento de buscar en la bibliografía (también en Internet como apoyo) documentación para elaborar un informe breve de 3 páginas, por parejas, sobre una de las dos

metalurgias más importantes: hierro (y acero) y aluminio. Para estructurar el entregable conviene que respondáis a las siguientes preguntas:

- ¿Cuáles son las menas más utilizadas?
- ¿Merece la pena transportar la totalidad del mineral a la planta metalúrgica?  
¿Qué hacer entonces para concentrar la mena?
- ¿Qué operaciones químicas se llevan a cabo en la planta metalúrgica?
- ¿Son necesarios algunos tratamientos posteriores para mejorar las propiedades del metal?
- ¿A qué aplicaciones se destinan los metales obtenidos?

**Nota:** Consultar el capítulo 24 del Petrucci, el capítulo 10 del ACS y el capítulo 20 del Chang.

## 8.- LA DEPOSICIÓN POR ELECTROLISIS

Para concluir el tema vamos a plantear las ventajas de la electrolisis (vista de forma cualitativa en la metalurgia extractiva del aluminio), para realizar recubrimientos sobre matrices metálicas. Haremos también una aplicación cuantitativa, mediante un problema de enunciado abierto, sobre la deposición electrolítica (A.14).

ACTIVIDAD Nº 13	
Presencial	Tiempo estimado 15 minutos
Grupos de 4	
Tipo de actividad: T 2	
Esta actividad acaba con una breve puesta en común y la recogida de algunas conclusiones.	

**A.13.-** Fíjate en los elementos cromados de tu coche, o de tu moto ¿son de cromo macizo? ¿Para qué se croman los guardabarros de las motos, los coches,...? ¿Tus pendientes son de oro o están bañados en oro? ¿Todas las cuberterías de “plata”, son de plata maciza? ¿Mediante qué técnicas se logran estos recubrimientos? (Figura 11).



*Figura 11. Piezas recién extraídas de un baño electrolítico*

ACTIVIDAD Nº 14	
Presencial/ No Presencial	Tiempo estimado 15 minuto/ 2 horas
Grupos de 4	
Tipo de actividad: T 3, T 4, T 5, T 7, T 8	
Una vez presentado el problema en clase los estudiantes comienzan a hacer un planteamiento cualitativo del mismo. Lo deben resolver en grupo, con el apoyo del profesor/a en tutorías y presentar un informe breve y claro de la resolución del problema. El profesor/a recoge el ejercicio de <b>todos</b> los grupos. Se valora el análisis del problema, la relación de las variables, la cantidad de observaciones y comentarios, la creatividad del planteamiento, la aplicación de ecuaciones, cálculos y el manejo de magnitudes y unidades.	

**A.14.-** Una de las divisiones de la empresa XXX se dedica desde 1944 a la fabricación de camisas de motor, a partir de tubo de acero, y a su posterior recubrimiento por métodos electrolíticos, para aportar al material base las propiedades químicas (resistencia a la corrosión) y mecánicas (resistencia al desgaste, dureza, rugosidad, adherencia, ...) que precisa la industria automovilística. El recubrimiento utilizado hasta fechas recientes era una patente de la propia empresa que se había utilizado para el tratamiento de camisas de motor para vehículos de altas prestaciones (Fórmula 1). El recubrimiento es un composite metal-cerámica, cuyo elemento metálico de base es el níquel. Sin embargo, la evolución de los revestimientos por plasma utilizados por la competencia ha logrado, en los últimos años, durezas muy elevadas, de manera que ha sacado del mercado a las camisas que fabricaba la empresa XXX, ya que su recubrimiento tenía peores prestaciones frente a los nuevos segmentos (más duros), Figura 12. En otras palabras, la camisa no aguantaba una carrera completa sin presentar marcas de scuffing y/o gripages.

En esta situación, la empresa XXX no tuvo más remedio que realizar un proyecto de I+D para buscar una solución a sus problemas, si quería seguir manteniéndose en el sector.

Después de un proceso de selección muy exigente, te han elegido para colaborar en el proyecto. El primer día, nada más llegar, te explican que hay que preparar una cuba electrolítica en la que el ánodo es de Ni puro, y como cátodo se pone la camisa de acero a recubrir. En el baño se disponen disoluciones de sulfato de níquel (II) y cloruro de níquel (II), entre otros componentes, para cerrar el circuito electrolítico. Te piden que hagas algunos cálculos acerca del costo en euros de cada electrodeposición.



**Figura 12.** Pistón, segmentos y camisa

ACTIVIDAD Nº 15	
Presencial	Tiempo estimado 15 minutos
Grupos de 4	
Tipo de actividad: T 1, T 8	
Esta actividad acaba con una breve puesta en común y la recogida de algunas conclusiones. Se valora la cantidad de observaciones y comentarios y la expresión escrita.	

**A.15.- Lee con detenimiento las fotocopias del Ashby vol 2, pág. 9-11, sobre los requerimientos técnicos de una simple lata de bebidas. ¿Qué destacarías a modo de conclusión? ¿Qué opinas?**



Ruiz, M. P. (2011). ¿Por qué son tan útiles los metales?. <http://www.ikd-baliabideak/ik/ruiz-11-2011-ik.pdf>



**Reconocimiento - NoComercial - CompartirIgual (by-nc-sa):** No se permite un uso comercial de la obra original ni de las posibles obras derivadas, la distribución de las cuales se debe hacer con una licencia igual a la que regula la obra original.