

Esta serie rescata algunos temas didácticos para ayudarse en la exposición de cada uno de los elementos químicos, en un curso de Química General o de Química Inorgánica.

# Zinc

Ramón Vilar\*

¿Qué tienen en común una pintura de Van Gogh, el latón, el galvanizado de metales, el ántrax y el proceso de digestión dentro de nuestro organismo? Aunque sin aparente relación, todo esto tiene en común al zinc. Este metal blanquecino es un elemento indispensable para un gran número de procesos biológicos, además de jugar un papel industrial muy importante (Emsley, 1998). La versatilidad de usos del zinc se debe a su relativa abundancia en nuestro planeta, así como a su estabilidad tanto en el estado natural (es decir zinc metálico) como en su estado de oxidación dos. Los yacimientos más importantes de zinc se encuentran en Norteamérica, principalmente en Canadá, seguidos de la antigua Unión Soviética, Australia, Perú y China. En la tabla periódica de los elementos, el zinc está clasificado en el cuarto periodo y en el grupo 12 siendo sus “vecinos” de grupo el cadmio y mercurio (que, a diferencia del zinc, son metales muy tóxicos) mientras que a los lados tiene al cobre y al galio (con los que comparte ciertas propiedades químicas).<sup>1</sup>

## Usos del zinc<sup>2</sup>

El zinc es uno de los metales, junto con el hierro, cobre y aluminio, más importantes en el desarrollo tecnológico e industrial de un país. Aproximadamente una tercera parte del zinc producido hoy en día se utiliza para galvanizar otros metales como el hierro y el acero. Este proceso consiste en depositar una capa fina de zinc sobre metales que se oxidan fácilmente, con lo cual los objetos galvanizados pueden ser utilizados a la intemperie sin el riesgo de que se corroan. Por otro lado, las aleaciones de zinc se emplean en la fabricación de una gran cantidad de objetos, siendo el latón (que contiene entre 20 y 45% de cobre) una de las más importantes. El latón se conoce desde hace 2,500 años y fue ampliamente utilizado por los antiguos romanos para la fabricación de monedas, objetos de decoración y utensilios domésticos. Hoy en día esta aleación sigue usándose para la producción de diversos objetos tales como instrumentos musicales, tornillos y herramientas.

\* Department of Chemistry, Imperial College.  
London SW7 2AY, United Kingdom.

Correo electrónico: r.vilar@ic.ac.uk.

Teléfono: +44-02(0)-7594-5755.

Recibido: 24 de julio de 2002; aceptado: 13 de septiembre de 2002.

<sup>1</sup> Una página web con información general de los elementos de la tabla periódica es: <http://www.webelements.com>

<sup>2</sup> Información sobre los usos y aplicaciones del zinc se puede encontrar en: <http://education.jlab.org/itselemental/ele030.html>



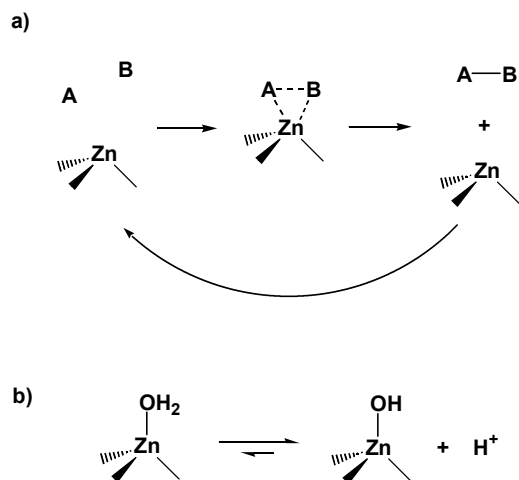
Figura 1. Una gran variedad de objetos de arte, musicales y domésticos están hechos de latón. Esta figura muestra una lámpara hindú y un instrumento musical hechos de esta aleación. (Fotos tomadas de: [www.ethangka.com](http://www.ethangka.com) y [www.musicshowcaseonline.com](http://www.musicshowcaseonline.com)).

Además de ser componente esencial en el galvanizado de metales y en las aleaciones antes mencionadas, el zinc y sus compuestos se utilizan como catalizadores, como estabilizador de polímeros, en la producción de baterías secas y como pigmento. En este último caso, el óxido de zinc, conocido como “blanco de zinc”, ha sido utilizado por varios artistas a lo largo de la historia como color blanco en sus pinturas.

## Un elemento indispensable para el cuerpo humano

Al igual que varios otros metales como el cobre o el hierro, el zinc es muy importante para el buen funcionamiento de nuestro organismo, así como el de muchos otros seres vivos. A pesar de que sólo se encuentra en proporciones muy pequeñas en el cuerpo humano, está involucrado en una gran cantidad de funciones catalíticas y de regulación. La relevancia biológica de dicho elemento no fue totalmente reconocida sino hasta finales de los años sesentas; desde entonces, cada vez es mayor el número de procesos bioquímicos en los que se reconoce su participación (Frausto da Silva y Williams, 1994).

Desde el punto de vista catalítico se conocen más de 200 enzimas que contienen zinc, las cuales aceleran una gran diversidad de procesos bioquímicos. En la mayor parte de estas enzimas la función catalítica se basa en las propiedades de ácido de Lewis del metal. Esto permite al zinc acelerar los procesos mediante dos mecanismos principalmente: (a) coordinación de los sustratos a reaccionar (ver figura 2a); (b) coordinación de una molécula de agua necesaria para la hidrólisis (figura 2b). En ambos casos, al coordinar el sustrato o el agua al centro metálico hay un cambio en la distribución



**Figura 2.** Representación esquemática de: (a) la activación de dos sustratos mediante su coordinación al zinc para formar un nuevo enlace; (b) modificación del equilibrio ácido-base de una molécula de agua coordinada al zinc.

electrónica de las moléculas lo que genera especies más reactivas. Con ello la reacción ocurre a través de procesos energéticamente menos demandantes y, por ende, más rápidamente.

Un ejemplo de dichas enzimas es la carboxipeptidasa, la cual es esencial para la digestión de los alimentos que comemos. En particular, esta enzima se encarga de hidrolizar las proteínas que ingerimos mediante la coordinación de agua y sustrato (en este caso el aminoácido terminal de la proteína) al zinc. Con ello es posible romper los enlaces peptídicos de la proteína a digerir produciendo aminoácidos libres que pueden ser asimilados fácilmente por el organismo.

Otra enzima que contiene zinc en su sitio activo es la alcohol dehidrogenasa, la cual se localiza en el hígado y tiene como función acelerar la descomposición de alcohol. Mediante este proceso, el zinc actúa como un sistema de *desintoxicación* del organismo. Cabe mencionar que los niveles de zinc en el hígado de pacientes con cirrosis son más bajos que lo normal, reduciendo su capacidad de descomponer el alcohol.

Además de su papel catalítico, el zinc también juega un papel muy importante en varios procesos de regulación dentro del organismo. Aunque aún no se han establecido todos los detalles de sus mecanismos de acción, se sabe que este metal está involucrado en la regulación del flujo genético así como en algunos procesos hormonales. Como consecuencia, la deficiencia de este metal se asocia a problemas de crecimiento y de reparación de tejidos. Esto indica que una dieta rica en dicho metal es importante para nuestro bienestar, sobre todo en el caso de los niños. La Organización Mundial de la Salud ha reconocido que la deficiencia de dicho metal en la dieta promedio de la población de los

países subdesarrollados es causante de un número importante de problemas de salud. Alimentos con un alto contenido de zinc son la carne (particularmente de res y cordero), las ostras, la mayoría de los quesos, las semillas de girasol y calabaza, y la miel de maple.

### Zinc y ántrax

Durante el último año, la palabra *ántrax* ha sido mencionada cientos de veces en los medios de comunicación debido a los casos de esta enfermedad que se han presentado recientemente en los Estados Unidos. El ántrax es causado por una bacteria llamada *Bacillus anthracis* descrita por primera vez en el siglo XIX por Robert Koch. A pesar de haber sido identificada y estudiada desde hace más de 100 años, el mecanismo de acción del *Bacillus anthracis* no era del todo claro hasta hace algunos meses cuando se caracterizaron estructuralmente las toxinas producidas por esta bacteria. Dichas toxinas atacan a los fagocitos provocando que el sistema inmune del organismo infectado deje de funcionar adecuadamente (Liddington, 2002). Con ello, la concentración de las toxinas en la sangre se incrementa, contribuyendo a la posterior muerte del organismo infectado.

Una de las tres toxinas identificadas es una enzima que contiene zinc y que tiene como función hidrolizar a otras proteínas (de forma similar a la carboxipeptidasa descrita en el apartado anterior!). En particular, dicha enzima, conocida como “factor letal”, ataca a una proteína que es esencial para la comunicación celular (Friedlander, 2001). La destrucción de dicha proteína no permite que las células infectadas lleven a cabo sus funciones de forma normal provocando los síntomas de la enfermedad que, si no es tratada a tiempo, pueden llevar a la muerte.

Los recientes estudios de difracción de rayos X del “factor letal” del ántrax (Pannifer, 2001) han permitido establecer la posición exacta del zinc en la enzima, así como determinar el arreglo tridimensional de su entorno. Esto es de gran utilidad en el diseño de medicamentos contra el ántrax ya que ahora es posible diseñar racionalmente compuestos que tengan la estructura adecuada para bloquear el sitio activo de esta toxina reduciendo la capacidad patógena de la bacteria. ☒

### Referencias

- Emsley, J., *The Elements*, Oxford University Press, Inglaterra, 1998.
- Emsley, J., *Molecules at an exhibition*, Oxford paperbacks, Inglaterra, 1999.
- Fráusto da Silva, J.J.R., Williams, R.J.P., *The biological chemistry of the elements. The inorganic chemistry of life*. Oxford University Press, Oxford, 1994.
- Friedlander, A.M., Tackling anthrax, *Nature*, **2001**, *414*, 160-161
- Liddington, R.C., A molecular full Nelson, *Nature*, **2002**, *415*, 373-374.
- Pannifer A.D., et al., Crystal structure of the anthrax lethal factor, *Nature*, **2001**, *414*, 229-233