

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.

# Vanadio

Ramón Vilar\*

El vanadio es un elemento con una historia peculiar y con un nombre envidiable. A diferencia de la mayoría de los elementos de la tabla periódica, este metal no fue descubierto una sino dos veces, primero en México y luego en Suecia. En 1801 Andrés Manuel del Río, uno de los fundadores de la mineralogía en México, descubrió en el plomo pardo de Zimapán un nuevo elemento al que llamó eritronio (del griego ερυθρος [erithros] que quiere decir rojo) debido al color rojo de las sales que dicho metal produce al reaccionar con ácidos (Garritz, 1991). A pesar de ello, este descubrimiento fue puesto en duda en 1803 por Humboldt quien sugirió que el plomo pardo de Zimapán contenía cromo y no un nuevo metal. A raíz de esta controversia, una muestra del mineral fue enviada a Francia donde el químico Hippolyte Victor Collet-Descotils la analizó y concluyó (incorrectamente) que el mineral contenía sales de cromo y no de un nuevo metal. Desgraciadamente del Río se mostró conforme con dichos resultados y aceptó que no había descubierto un nuevo elemento.

La segunda parte de esta historia ocurrió en 1830 cuando el químico sueco Nils Gabriel Sefström descubrió en muestras de minerales provenientes de la mina de Taberg (Suecia) el elemento antes descrito por Del Río. Debido a que los minerales de este metal tienen colores diversos y muy intensos, Sefström nombró al nuevo metal *vanadio* en honor a Vanadis, diosa de la belleza en la mitología escandinava. En 1831 quedó establecido que el nuevo elemento presente en el mineral analizado por Sefström era idéntico al eritronio descrito por Del Río y en 1867 Henry Enfield Roscoe, finalmente aisló una muestra pura del nuevo metal (de color gris, dúctil y suave) con lo que su identidad quedó totalmente establecida.<sup>1</sup>

Una vez purificado, la búsqueda de posibles aplicaciones para este nuevo elemento comenzó;

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

Correo electrónico: r.vilar@ic.ac.uk

Recibido: 5 de enero de 2003; aceptado: 25 de febrero de 2003.

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



Figura 1. Debido a su gran dureza y resistencia, Henry Ford utilizó acero de vanadio en su famoso Modelo T. (Foto tomada de: <http://www.modelt.ca/background-fs.html>)

como consecuencia, también fue necesario encontrar yacimientos ricos en dicho metal. Hoy en día, las fuentes más importantes de vanadio se encuentran en Estados Unidos, Canadá, China, Sudáfrica y en la República Checa (Emsley, 1998).

A lo largo de los años, este metal se ha utilizado en un gran número de aplicaciones, por ejemplo, como catalizador industrial, en la fabricación de materiales cerámicos, como colorante, en superconductores y en productos médicos. En las siguientes dos secciones nos concentraremos en algunas de sus aplicaciones, así como en su importancia biológica.

## Aleaciones y catalizadores

Actualmente, aproximadamente 85% del vanadio se utiliza para formar aleaciones con otros metales que a su vez se usan para fabricar una gran gama de materiales. Las dos aleaciones más importantes son con el hierro y con el titanio. Dependiendo de las proporciones de vanadio agregado, se obtienen aleaciones con una dureza extraordinaria y, por consiguiente, con usos muy atractivos. En particular, estas aleaciones se usan para la fabricación de herramientas, en la construcción de edificaciones altas y pesadas (como rascacielos, puentes y torres petroleras), en la fabricación de turbinas para avión y en la industria automotriz.

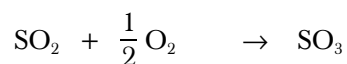
El desarrollo industrial del acero de vanadio (es

decir de las aleaciones entre hierro y vanadio) tuvo un comienzo un tanto “accidentado”. La historia cuenta que en 1905 Henry Ford asistió a una carrera de automóviles en Florida en la cual uno de los coches, de fabricación francesa, se accidentó (Sage, 1981). Siendo un hombre curioso, Ford examinó en detalle los restos de dicho automóvil y notó que las piezas individuales que lo formaban eran mucho más resistentes, ligeras y pequeñas que las utilizadas para construir sus propios automóviles. Además, considerando la naturaleza del choque, este auto había sufrido menores desperfectos de lo que se esperaba. Ford mandó a analizar una de las piezas rescatadas del accidente y descubrió que estaba hecha de un acero mucho más duro y resistente que contenía vanadio. Sin embargo, en aquel entonces no había una sola industria en EUA que produjera este tipo de acero (a pesar de que en Europa ya se utilizaba aunque no a escala industrial), por lo que Ford se dedicó a buscar alguna compañía dispuesta a fabricar este nuevo material. Después de varias negativas, The United Steel Company of Canton Ohio accedió a producir dicho acero que más tarde Ford utilizaría para la fabricación del famoso Modelo T (figura 1). Esto inició la producción industrial de acero de vanadio en EUA y con ello las aplicaciones de dicho material se multiplicaron.

Además de sus aleaciones con hierro, el vanadio forma una aleación muy resistente con el titanio, la cual se ha utilizado, entre otras cosas, para fabricar cápsulas submarinas; dichas cápsulas son capaces de resistir las presiones generadas a profundidades de hasta 10,000 metros. Además de dichas cápsulas submarinas, debido a su baja densidad y al mismo

tiempo gran dureza (incluso a muy altas temperaturas) las aleaciones de vanadio-titanio se utilizan en la fabricación de aviones (figura 2).

Otro uso importante del vanadio es como catalizador industrial. En particular, el compuesto  $V_2O_5$  cataliza la reacción entre el dióxido de azufre y oxígeno para la producción de ácido sulfúrico (que es uno de los productos químicos más importantes debido al gran número de procesos industriales en los que se usa). El proceso mediante el cual se produce  $H_2SO_4$  a escala industrial consiste en dos pasos esenciales:



Los catalizadores de vanadio, gracias a la capacidad que este metal tiene de alcanzar altos números de oxidación, se usan para el primero de estos dos pasos (que es un proceso de oxidación).

### Papel biológico del vanadio

Hasta antes de 1980 el estudio del vanadio y sus compuestos fue principalmente estimulado por sus aplicaciones industriales. Sin embargo, en la década de los ochenta se descubrió que varias enzimas contienen a dicho metal en su sitio activo, lo cual aumentó el interés en entender su papel biológico y farmacológico (Sleboznick *et al.*, 1997). A pesar de que hace casi 100 años Henze descubrió que algunos animales marinos acumulan grandes cantidades de vanadio en la sangre, no fue sino hasta hace 20 años que se empezó a entender el papel biológico de este



**Figura 2.** Las aleaciones de vanadio-titanio son ideales para la fabricación de piezas duras y resistentes pero al mismo tiempo ligeras. En la fabricación de aviones —como el avión *Concorde* que aquí se muestra— estas propiedades son ideales. (Foto tomada de: <http://www.concordesst.com/gear.html>).

metal. Aunque aún no es claro qué tan importante es para los seres humanos y otros mamíferos, se sabe que el vanadio tiene una función catalítica (como parte del sitio activo en ciertas enzimas) en algunos hongos, algas y animales marinos. Hay sólo dos tipos de enzimas en las que se ha encontrado: las haloperoxidasas y las nitrogensas. La función de las haloperoxidasas en la célula es, como su nombre sugiere, utilizar peróxido de hidrógeno (conocido como “agua oxigenada”) para oxidar haluros (como el cloro y el bromo). Dicho proceso es importante para la formación de productos orgánicos halogenados con funciones biológicas o farmacológicas necesarias para el buen funcionamiento de los organismos que los producen. Al igual que en los catalizadores industriales, la estabilidad de los complejos de vanadio con alto número de oxidación (principalmente 4 y 5) permite a las enzimas utilizarlo como un buen agente oxidante.

El segundo tipo de enzimas que contienen vanadio son las nitrogenasas (aunque cabe mencionar que la mayor parte de este tipo de enzimas contienen molibdeno en vez de vanadio). La función principal de las nitrogenasas es la de “fijar” el nitrógeno atmosférico ( $N_2$ ) transformándolo en  $NH_3$  (que a su vez puede ser utilizado por la célula para producir algunos de los productos químicos requeridos para su buen funcionamiento). Aunque esta reacción sólo se lleva a cabo en algunas bacterias, es esencial para todos los seres vivos ya que con este proceso de fijación de  $N_2$  se inicia el llamado ciclo del nitrógeno que permite incorporar productos nitrogenados a la cadena alimenticia.

Además de formar parte de las enzimas arriba mencionadas, se ha encontrado que el vanadio también puede utilizarse como fármaco para el tratamiento de diabetes debido a su capacidad de “imitar” algunas de las funciones de la insulina (hormona encargada de regular el metabolismo). La diabetes, enfermedad que afecta a millones de personas, aparece cuando el organismo no puede producir insulina o bien cuando los tejidos no responden a dicha hormona. Por consiguiente, si hubiera una medicina que fuera capaz de estimular los mismos procesos que la insulina favorece, los pacientes que sufren dicha enfermedad dispondrían de un tratamiento. Pues bien, justo esto es lo que ciertos compuestos de vanadio hacen: estimulan la asimilación y oxidación de glucosa además de permitir la síntesis de glucógeno. A pesar del gran potencial médico que dichos compuestos tienen, cabe mencionar que aún están bajo estudio y, a la fecha, no han sido aprobados como medicamentos para uso humano. ■

### Referencias

- Emsley, J., *The Elements*, Oxford University Press, Inglaterra, 1998.
- Garritz, A. (compilador), *Química en México. Ayer, hoy y mañana*, Facultad de Química, UNAM, México, 1991.
- Sage, A.M., *The Discovery and History of Vanadium and its Contribution to Life in the Modern World*, The Metal Society Press, Inglaterra, 1981.
- Slebodnick, C.; Hamstra, B. J.; Pecoraro, V. L., *Structure & Bonding*, 1997, 89, 51-108.