

# Z = 26, hierro, Fe

El metal de transición más abundante en la corteza terrestre

CE: [Ar]3d<sup>6</sup>4s<sup>2</sup>; PAE: 55,845; PF: 1538 °C; PE: 2861 °C; densidad: 7,87 g/cm<sup>3</sup>;  $\chi$  (Pauling): 1,83; EO: -1, -2, 0, +1, +2, +3, +4, +5, +6; isótopos más estables: <sup>54</sup>Fe, <sup>56</sup>Fe, <sup>57</sup>Fe, <sup>58</sup>Fe; año de aislamiento: se conoce desde la antigüedad.

El hierro es conocido desde la antigüedad y, de hecho, se denomina “Edad de hierro” al período prehistórico durante el cual se popularizó su uso como material para fabricar armas y herramientas (desde 1200 a. C. hasta 550 a. C.). El nombre *hierro* procede de la palabra latina *ferrum*, la cual era usada para referirse al elemento (el símbolo deriva de las dos primeras letras del nombre en latín). Se calcula que el hierro constituye el 35 % de la masa total de la Tierra ya que el núcleo de este planeta está formado principalmente por una mezcla de hierro y níquel. Además, el hierro es el cuarto elemento más abundante en la corteza terrestre (y el metal de transición más abundante), representado un 5 % de su peso. La mayor parte de este hierro más superficial se encuentra combinado con oxígeno en forma de minerales, como hematita (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), magnetita (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>), limonita [FeO(OH)] y siderita (FeCO<sub>3</sub>).<sup>[1]</sup>

El hierro puro es un metal blanco y brillante (Figura 1), no especialmente duro que se oxida fácilmente con el aire dando lugar a óxido de hierro(III) hidratado de color rojizo, conocido como herrumbre.<sup>[1]</sup> La producción de este metal se lleva a cabo mediante la reducción de sus óxidos minerales en los altos hornos. En la actualidad se utilizan grandes cantidades de hierro para fabricar acero, una aleación de este elemento con carbono (0,3-1,5 %).<sup>[2]</sup> La adición de otros componentes como Cr, Ni, Mn, Mo, W o V permite modificar las propiedades del acero resultante; por ejemplo, el acero inoxidable contiene un mínimo del 12 % de cromo lo que le convierte en altamente resistente a la corrosión. El acero se utiliza en muchas aplicaciones que van desde la construcción (puentes, torres, columnas...) a la fabricación de carrocerías, tuercas o utensilios de cocina.

El hierro presenta una química muy diversa y forma compuestos inorgánicos con óxidos, hidróxidos, haluros y sulfuros, siendo +2 y +3 sus estados de oxidación más habituales.<sup>[1]</sup> Además, su química de coordinación y organometálica es muy rica y variada, dando acceso a estados de oxidación mucho menos habituales como -2, -1, 0, +1, +4 o +5. Es un metal muy barato, abundante e inocuo, por lo que resulta un elemento muy atractivo para la industria química. Así, se utilizan catalizadores de hierro para la producción de moléculas muy importantes a nivel industrial, como en el proceso de Haber-Bosch para la síntesis de amoníaco a partir de N<sub>2</sub> y H<sub>2</sub> o el proceso de Fischer-Tropsch para la conversión de *syngas* o “gas de síntesis” (mezcla de CO y H<sub>2</sub>) en hidrocarburos líquidos, que emplean un catalizador basado en hierro.<sup>[2]</sup> Además de estos procesos a gran escala, el uso de catalizadores de hierro permite el desarrollo de reacciones de funcionalización de enlaces C-H transformándolos en enlaces C-O, C-N o C-C. En algunos casos se ha conseguido la transformación altamente selectiva de sustratos muy complejos e incluso transformaciones enantioselectivas, lo que convierte a estos catalizadores en herramientas muy interesantes para la síntesis total o la producción de moléculas complejas relevantes en la industria farmacéutica.<sup>[3]</sup>

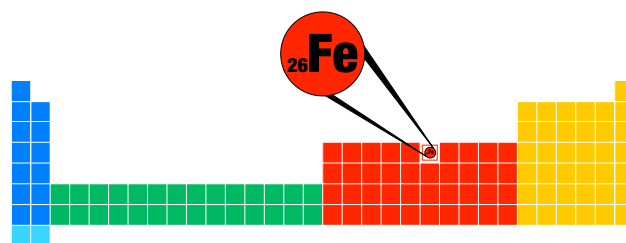


Figura 1. Hierro de alta pureza (más de 99,97 %) refinado electrolíticamente y un cubo de hierro de alta pureza de 1 cm de lado<sup>[4]</sup>

Además, el hierro es un elemento esencial para la vida. Se encuentra en prácticamente todos los organismos, lo cual se relaciona con su abundancia en la corteza terrestre y por lo tanto, con su disponibilidad durante la evolución.<sup>[5]</sup> La cantidad de hierro que contiene el cuerpo humano está alrededor de 4 gramos y se requiere de un aporte diario de entre 10 y 18 mg. Su deficiencia lleva al desarrollo de la anemia. La mayor parte de este hierro se localiza en el centro activo de proteínas con funciones claves para la vida. Por ello resulta un elemento fundamental en la estructura de la mioglobina, proteína encargada del almacenamiento de O<sub>2</sub>, y de la hemoglobina, proteína responsable del transporte de O<sub>2</sub> en la sangre dentro de los glóbulos rojos. Además, existen muchas otras enzimas involucradas en procesos de activación del oxígeno y en el transporte de electrones que también contienen hierro en su centro activo, como por ejemplo citocromo P450, citocromo *c* oxidasa, proteínas Fe-S, catalasas o peroxidases.<sup>[5]</sup> Algunos de estos sistemas biológicos sirven de inspiración para el desarrollo de catalizadores sintéticos.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] F. A. Cotton, G. Wilkinson, C. A. Murillo, M. Bochmann, *Advanced Inorganic Chemistry*, John Wiley & Sons, Nueva York, 1999.
- [2] RSC periodic table – Element 26 Iron, <https://rsc.li/1aJfFPg>, visitada el 28/02/2019.
- [3] A. Fürstner, Iron catalysis in organic synthesis: a critical assessment of what it takes to make this base metal a multitasking champion, *ACS Cent. Sci.*, **2016**, *2*, 778–789.
- [4] Fotografía de Alchemist-hp, <https://bit.ly/2NzXoav>, visitada el 27/02/2019.
- [5] I. Bertini, H. B. Gray, E. I. Stiefel, J. S. Valentine, *Biological Inorganic Chemistry*, University Science Books, Sausalito, California, 2007.

ANNA COMPANY CASADEVALL  
Grup de Química Bioinspirada  
Supramolecular i Catalisi (QBIS-CAT)  
Institut de Química Computacional i Catalisi (IQCC)  
Departament de Química / Universitat de Girona  
[anna.company@udg.edu](mailto:anna.company@udg.edu)