

# Z = 68, erbio, Er

## ¿El elemento de las comunicaciones cuánticas del futuro?

CE: [Xe] 4f<sup>12</sup>6s<sup>2</sup>; PAE: 167,26; PF: 1529 °C; PE: 2868°C; densidad: 9,07 g/cm<sup>3</sup>;  $\chi$  (Pauling): 1,24; EO: 0, +2, +3; isótopos más estables: <sup>162</sup>Er, <sup>164</sup>Er, <sup>166</sup>Er, <sup>167</sup>Er, <sup>168</sup>Er, <sup>170</sup>Er; año de aislamiento: 1934 (Wilhelm Klemm y Heinrich Bommer, Alemania).

**E**l erbio fue identificado en 1843 por el químico sueco Carl Gustaf Mosander (Estocolmo, Suecia) en el mineral gadolinita (previamente denominado ytterbita o ytterita, porque se descubrió cerca de Ytterby, Suecia, y de ahí también el nombre del Er).<sup>[1]</sup> Mosander, a partir de una muestra de óxido impuro (itria), obtenida de la gadolinita, logró aislar óxidos impuros de dos nuevos elementos lantánidos, que denominó erbia y terbia. El Er<sub>2</sub>O<sub>3</sub> prácticamente puro lo aislaron, de forma independiente, George Urbain (París, Francia) y Charles James (New Hampshire, Estados Unidos) en 1905. La obtención del metal puro tuvo que esperar hasta 1934, cuando W. Klemm y H. Bommer lo aislaron al reducir ErCl<sub>3</sub> anhidro con vapor de K. La concentración de Er en la corteza terrestre es de aproximadamente 3,5 ppm ( $\approx$  2,8 mg/kg), ocupando el puesto 45 por orden de abundancia de los elementos y el cuarto de los lantánidos.<sup>[2]</sup> Los principales minerales de los que se extrae, así como su concentración en porcentaje y los países donde se encuentran, son: el fosfato monacita (0,40, Australia; 0,30, China; 0,07, Brasil), el fosfato xenotima (5,6, China; 5,4, Malasia) y las arcillas absorbentes de iones, tales como la laterita (4,9, China).<sup>[1]</sup> El primer productor de este elemento y sus compuestos, y el que posee las mayores reservas, es China. La demanda ha ido creciendo en los últimos años, estimándose una producción mundial de 1000 toneladas/año en la actualidad, fundamentalmente de Er<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. El Er no se encuentra de forma aislada en la naturaleza, sino mezclado con otros elementos, fundamentalmente lantánidos, por lo que para separarlos es necesario utilizar técnicas muy sofisticadas de cromatografía de cambio iónico y de extracción con disolventes.

En la actualidad, el Er se obtiene a partir de sus sales o del óxido por calentamiento con Ca a 1450 °C en atmósfera de Ar. También se obtiene muy puro mediante electrolisis del ErF<sub>3</sub> fundido. El Er puro es un metal blando, maleable, de color blanco plateado y con brillo metálico (Figura 1). Se comporta como antiferroimán por debajo de 85 K y como ferroimán por debajo de 20 K. Como metal tiene pocos usos, ya que, aunque muy lentamente, reacciona con el aire, perdiendo el brillo y se oxida a Er<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, y con agua, generando Er(OH)<sub>3</sub> y H<sub>2</sub>. A alta temperatura, reacciona con hidrógeno, boro, carbono, halógenos y elementos de los grupos del nitrógeno y del oxígeno, dando lugar, respectivamente, a los compuestos ErH<sub>3</sub> y ErH<sub>2</sub>, ErB<sub>n</sub> (n = 2, 4, 6, 25, 50), ErC<sub>2</sub>, Er<sub>2</sub>C<sub>3</sub>, Er<sub>3</sub>C<sub>19</sub>, ErX<sub>3</sub> (X = F, Cl, Br, I), Er<sub>2</sub>X<sub>3</sub> (X<sup>2-</sup> = O, S, Se, Te) y ErX (X<sup>3-</sup> = N, P, As, Sb). Los boruros y carburos muestran interesantes propiedades magnéticas.<sup>[3]</sup> El Er se disuelve fácilmente en ácidos minerales diluidos, generando disoluciones a partir de las cuales cristalizan las correspondientes sales hidratadas de color rosa. Entre ellas, el nitrato, cloruro, bromuro, sulfato, perclorato y triflato que son solubles en agua. No reacciona con HF, ya que se pasiva con una capa protectora de ErF<sub>3</sub>. Forma un gran número de compuestos de coordinación, fundamentalmente, con ligandos que poseen átomos dadores de oxígeno y/o de

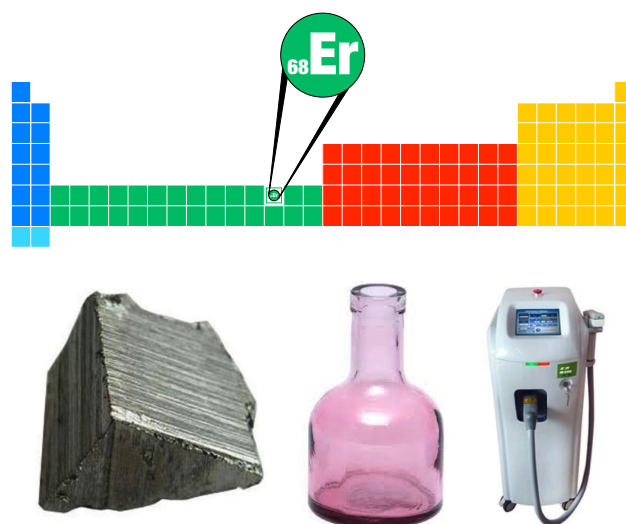


Figura 1. Er metal (izquierda), vidrio tintado con Er<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (centro) y láser de Er:YAG (derecha) [bit.ly/2UaV7ID]

nitrógeno. En todos ellos, el Er muestra invariablemente un estado de oxidación +3.<sup>[2,3]</sup> No obstante, se pueden obtener complejos de Er(II), reduciendo compuestos organometálicos de tipo tris(ciclopentadienil)Er(III) con KC<sub>8</sub> en atmósfera de Ar.<sup>[4]</sup>

Las principales aplicaciones del Er y sus compuestos son:<sup>[1,2]</sup> (i) Absorbente de neutrones en las barras de control de los reactores nucleares. (ii) Aleación con V para disminuir la dureza y aumentar la maleabilidad de este metal. (iii) Debido a su alta estabilidad química, el Er<sub>2</sub>O<sub>3</sub> se utiliza como colorante rosa del vidrio (Figura 1), porcelana y circonita (en bisutería). (iv) El Er<sub>2</sub>O<sub>3</sub> absorbe en el IR, visible y UV, utilizándose en gafas de sol y gafas de seguridad de soldadores y trabajadores de la fabricación de vidrio. (v) Aprovechando las propiedades fluorescentes del Er<sup>3+</sup>, las fibras de vidrio ópticas, dopadas en su núcleo con este ion a intervalos regulares, permiten amplificar las señales ópticas transmitidas por la fibra óptica. Este proceso es de vital importancia en las telecomunicaciones ópticas a larga distancia. (vi) Cristales dopados con Er<sup>3+</sup> se pueden utilizar para fabricar láseres (Figura 1) con aplicaciones en dermatología (eliminación de cicatrices, arrugas, tratamiento enfermedades de la piel, etc.) y en odontología (cirugía dental y eliminación de caries). Como potenciales aplicaciones futuras habría que destacar el uso de nanocristales o nanopartículas dopadas con Er<sup>3+</sup> en bioimagen (mediante conversión ascendente de luz, “upconversion”) y en computación e internet cuánticos.<sup>[5]</sup>

### BIBLIOGRAFÍA

- [1] J. H. L. Voncken, The rare earth elements. An introduction, Springer International Publishing, AG Switzerland, 2016.
- [2] S. Cotton, Lanthanide and actinide chemistry, Wiley, Chichester, Inglaterra, 2016.
- [3] D. A. Atwood, The rare earth elements: Fundamental and applications, Wiley, Chichester, Inglaterra, 2012.
- [4] M. R. MacDonald, J. E. Bates, M. E. Fieser, J. W. Ziller, F. Furche, W. J. Evans, *J. Am. Chem. Soc.*, **2012**, *134*, 8420–8423.
- [5] M. Rančić, M. P. Hedges, R. L. Ahlefeldt, M. J. Sellars, *Nature Phys.*, **2018**, *14*, 50–54.

ENRIQUE COLACIO RODRÍGUEZ  
Departamento de Química Inorgánica  
Universidad de Granada  
ecolacio@ugr.es