

# Z = 5, boro, B

Del desierto a las momias pasando por los reactores nucleares y los fármacos

CE: [He] 2s<sup>2</sup>2p<sup>1</sup>; PAE: 10,811; PF: 2076 °C; PE: 3927 °C; densidad: 2,08 g/cm<sup>3</sup>;  $\chi$  (Pauling): 2,04; EO: -5, -1, 0, +1, +2, +3; isótopos más estables: <sup>10</sup>B, <sup>11</sup>B, año de aislamiento: 1808 (Humphry Davy, Inglaterra, no lo reconoció), 1824, (Jöns Jakob Berzelius, Suecia).

El aislamiento del boro tuvo lugar en Penzance (Cornwall, Inglaterra) en 1808, cuando el químico inglés Humphry Davy observó la deposición de un precipitado sobre la superficie de un electrodo al pasar la corriente eléctrica a través de una solución de boratos. Davy propuso el nombre de *Boracium* al precipitado formado por su impresión de que se trataba de un metal.<sup>[1]</sup> Pero fue Jöns Jakob Berzelius quien en 1824 lo identificó como un elemento nuevo.<sup>[2]</sup> La preparación de boro puro cristalino, que presenta gran resistencia química, dureza extrema (es el segundo elemento más duro), gran opacidad, brillo metálico y propiedades eléctricas asociadas con los sólidos semimetálicos, es compleja y difícil (Figura 1).<sup>[3]</sup> El boro se extrae en su mayor parte del desierto “Valle de la muerte” en California, donde se encuentra en forma de boratos de diferentes cationes formando los minerales: kaliborita, karlita, kernita y kurnakovita, entre otros.

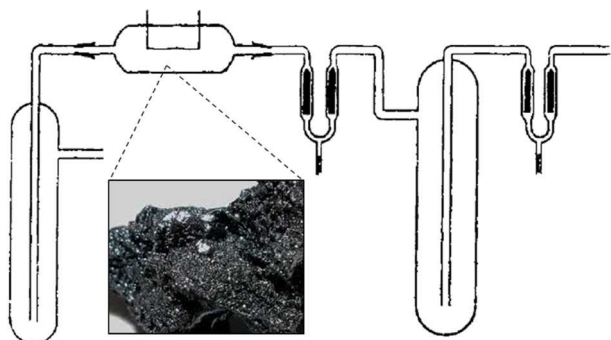
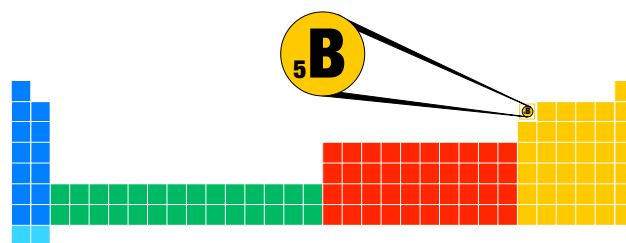


Figura 1. Parte esencial del dispositivo utilizado para la síntesis de boro puro cristalino.<sup>[3]</sup> Imagen del boro en estado cristalino

El bórax (Na<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub>·10H<sub>2</sub>O) fue uno de los primeros minerales que se intercambió en los tiempos del Mundo Antiguo. Comenzando con los babilonios y pasando por egipcios, chinos, romanos y árabes, los compuestos de boro se usaron en la soldadura de oro y en la fabricación de vidrio. En el Egipto de los faraones, los fallecidos se embalsamaban con sales de momificación. Había muchas formas diferentes de embalsamar a los difuntos dependiendo de cuánto deseaba gastar la familia, ya que los embalsamadores podrían haberse dado cuenta de que ciertas sales de momificación eran más fiables para la conservación que otras; pero parece bastante improbable que los antiguos egipcios supieran realmente que estaban aplicando sales que contenían borato. El ácido bórico (H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>), que fue producido a partir del bórax por el químico holandés William Homberg en 1702, se usó ampliamente para administración tópica desde el siglo XVIII debido a su gran actividad bactericida y fungicida.<sup>[4]</sup>

El elemento boro, que se encuentra ubicado a la izquierda del carbono en la tabla periódica, existe en abundancia en todo el Universo y forma compuestos estables con una



amplia variedad de los elementos de la tabla periódica. Al igual que el carbono, puede enlazarse consigo mismo formando enlaces B-B que originan los boranos. Éstos están formados por estructuras poliédricas aromáticas 3D<sup>[5]</sup> de caras triangulares, en las que los enlaces que mantienen cohesionado el clúster son enlaces tricéntricos a dos electrones (3c-2e). William Lipscomb recibió el premio Nobel de Química en 1976 por sus estudios sobre el enlace 3c-2e de las estructuras de los boranos.<sup>[6]</sup> La química del boro forma estructuras moleculares con extraordinaria estabilidad química, biológica, térmica y fotoquímica, que proporcionan aplicaciones únicas que no son posibles con otros elementos, incluido el carbono. Tanto los hidruros de boro como los hidrocarburos son susceptibles a múltiples sustituciones, pero los boranos son aparentemente estables frente a sistemas enzimáticos que han apoyado la evolución de la vida (al menos en este planeta), y parece que son inertes a procesos enzimáticos de degradación. Otra característica única del boro es su distribución isotópica de <sup>10</sup>B (20 %) y <sup>11</sup>B (80 %), acompañada por la gran capacidad del isótopo no-radiactivo de <sup>10</sup>B a capturar neutrones térmicos que producen núcleos de <sup>11</sup>B\* excitado; los cuales instantáneamente por fisión dan lugar a núcleos citotóxicos de <sup>4</sup>He (partículas  $\alpha$ ) y <sup>7</sup>Li. Este proceso de captura de neutrones del boro se acompaña de la liberación de aproximadamente 2,4 MeV de energía cinética y un fotón (partícula  $\gamma$ ) de 0,5 MeV. Esta reacción nuclear es la base de la terapia de captura de neutrones de boro para el tratamiento del cáncer (BNCT).

Gracias a esta propiedad de captura de neutrones del <sup>10</sup>B, el boro natural se utiliza en forma de barras en el interior de los reactores nucleares para regular el desprendimiento de neutrones en la reacción en cadena, y por tanto modular la producción de energía nuclear.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] H. Davy, An account of some new analytical researches on the nature of certain bodies, particularly the alkalis, phosphorus, sulphur, carbonaceous matter, and the acids hitherto undecomposed: with some general observations on chemical theory, *Philos. Trans. Royal Soc.*, **1809**, 99, 104.
- [2] J. Berzelius, Undersökning af flusspattsyran och dess märkvärdigaste föreningar, *Proc. R. Soc.*, **1824**, 12, 46–98.
- [3] A. W. Laubengayer, D. T. Hurd, A. E. Newkirk, J. L. Hoard, Boron. I. preparation and properties of pure crystalline boron. *J. Am. Chem. Soc.*, **1943**, 65(10), 1924–1931.
- [4] C. Viñas, The uniqueness of boron as a novel challenging element for drugs in pharmacology, medicine and for smart biomaterials, *Future Med. Chem.*, **2013**, 5(6), 617–619.
- [5] J. Poater, M. Solà, C. Viñas, F. Teixidor,  $\pi$  aromaticity and three-dimensional aromaticity: Two sides of the same coin? *Angew. Chem. Int. Ed.* **2014**, 53, 1, 2191–2195.
- [6] The Nobel Prize in Chemistry 1976, <https://bit.ly/2NpY95Q>, visitada el 23/02/2019.

CLARA VIÑAS I TEIXIDOR

Institut de Ciència de Materials de Barcelona (ICMAB-CSIC)

[clara@icmab.es](mailto:clara@icmab.es)