

# Z = 40, circonio, Zr

El metal plateado que se llama “dorado”

CE: [Kr] 4d<sup>2</sup> 5s<sup>2</sup>; PAE: 91,224; PF: 1855 °C; PE: 4409 °C; densidad: 6,50 g/cm<sup>3</sup>;  $\chi$  (Pauling): 1,33; EO: -2, +1, +2, +3, +4; isótopos más estables: <sup>90</sup>Zr, <sup>91</sup>Zr, <sup>92</sup>Zr, <sup>94</sup>Zr, <sup>96</sup>Zr; año de aislamiento: 1824 (Jöns J. Berzelius, Estocolmo, Suecia).

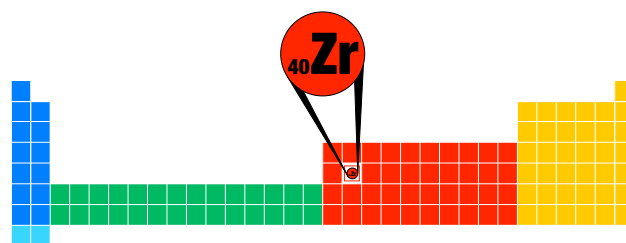
El circonio (también es admitido zirconio [bit.ly/2AU9whA]) fue identificado por el químico y farmacéutico alemán Martin H. Klaproth en 1789 en el circón (ZrSiO<sub>4</sub>), piedra semipreciosa conocida desde la antigüedad con diferentes nombres (jacinto si es rojo, jargón si es amarillo, entre otros). Le dio el nombre de *zirconium* que deriva directamente de zircón o circón, que a su vez viene, probablemente, del persa *zargun*, que quiere decir color dorado. Klaproth analizó un circón y separó una nueva “tierra”, *zirconia* que corresponde al dióxido de circonio, ZrO<sub>2</sub>. Este investigador no consiguió aislar el nuevo elemento y tampoco lo consiguió el británico Humphry Davy en 1808 mediante la electrolisis. Berzelius obtuvo circonio metal impurificado como un polvo negro al calentar hexafluorocirconato(IV) de potasio (K<sub>2</sub>ZrF<sub>6</sub>) con potasio. El circonio puro fue obtenido en 1925 por los químicos holandeses Anton E. van Arkel y Jan Hendrik de Boer por descomposición térmica de tetrayoduro de circonio.<sup>[1,2]</sup>

En la actualidad, el circonio se obtiene según un procedimiento que recuerda al empleado por Berzelius. El método consiste en el tratamiento de tetracloruro de circonio con magnesio metal a alta temperatura. Es una modificación del proceso Kroll desarrollado para la obtención de titanio. Los minerales circón y baddeleyita (ZrO<sub>2</sub>) se tratan con cloro y carbón a 900 °C y se forma tetracloruro de circonio, que, una vez purificado, se hace reaccionar con magnesio metálico en caliente. Así se obtiene el circonio crudo que contiene siempre cantidades de hafnio (1-3 %). El método de Arkel-de Boer permite purificar posteriormente el circonio. Sin embargo, la eliminación total del hafnio es difícil y debe de hacerse mediante costosas extracciones líquido-líquido, cristalizaciones o destilaciones fraccionadas de algunos de sus compuestos.<sup>[2,3]</sup>

El circonio es un metal gris plateado, duro y resistente a la corrosión por álcalis, ácidos, agua salada y otros agentes (Figura 1).<sup>[4]</sup> Se disuelve en ácido fluorhídrico al formar



Figura 1. Barras de circonio puro del 99,97 % (*crystal-bar*) mostrando diferentes texturas y obtenidas por el método Arkel-de Boer (descomposición de yoduro) y un cubo de 1 cm<sup>3</sup> de circonio de 99,95 % de pureza<sup>[4]</sup>



fluoruros solubles. Cuando está finamente dividido forma un polvo negro pirofórico que reacciona fácilmente con nitrógeno y oxígeno. Es un metal relativamente abundante en la corteza terrestre (0,016 %) pero se encuentra muy disperso en rocas silíceas y en baja concentración. Forma más de cien minerales diferentes, siendo el más abundante el circón, seguido de la baddeleyita. Los principales países productores de minerales de circonio son Australia, Sudáfrica y China, que extraen circón y Brasil que produce baddeleyita principalmente. También se produce algo de circonio como subproducto de la minería de titanio y estaño. La producción anual del metal son unas 7.000 toneladas. Su disponibilidad está limitada y existe un futuro riesgo de abastecimiento como se muestra en la recientemente publicada tabla periódica de los elementos químicos de EuChemS.<sup>[5]</sup>

La química del circonio se asemeja bastante a la del titanio y es prácticamente idéntica a la del hafnio. Esto se debe a la contracción de los lantánidos que hace que los dos elementos tengan idénticos radios iónicos, se presenten unidos en la naturaleza y posean propiedades químicas similares. El estado de oxidación más estable es +4 y en este estado se halla en forma de óxido y silicatos en la naturaleza. También forma haluros, sales con oxoaniones y compuestos de coordinación. Desde 1952 se conocen derivados organometálicos de circonio de tipo metalloceno algunos de los cuales se emplean como catalizadores de tipo Ziegler-Natta.<sup>[2]</sup>

La principal aplicación del circonio metal es en los reactores nucleares debido a su resistencia a la corrosión y su muy baja sección de captura de neutrones. En este uso se emplea sobre el 90 % de la producción en forma de aleaciones (*zircaloy*) con estaño, niobio, hierro y otros metales. Se utiliza también como aditivo en aceros y aleaciones especiales para mejorar la corrosión química. Con niobio forma superconductores a alta temperatura para la fabricación de imanes. El dióxido de circonio tiene muchas aplicaciones y forma cerámicas muy duras y resistentes (crisoles, hornos, abrasivos y cuchillos), se utiliza en cosmética, odontología y prótesis. La circonia cúbica es una gema sintética parecida al diamante (circonita).

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] Periodic Table, Zirconium, RSC, rsc.li/2EIXyYS, visitada el 16/01/2019.
- [2] N. N. Greenwood, A. Earnshaw, *Chemistry of the Elements*, 2.ª ed., Butterworth-Heinemann, Oxford, 1997.
- [3] R. Nielsen, *Zirconium and Zirconium Compounds in Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry*, Wiley-VCH, Weinheim, 2005.
- [4] Fotografía de Alchemist-hp, www.pse-mendeleejew.de, fecha: 8 de abril del 2011.
- [5] Element Scarcity - EuChemS Periodic Table, bit.ly/2Dpwa55, visitada el 17/01/2019.

PEDRO JOSÉ CAMPOS GARCÍA  
Sección Territorial de La Rioja de la RSEQ  
Universidad de La Rioja  
pedro.campos@unirioja.es