

# Z = 59, praseodimio, Pr

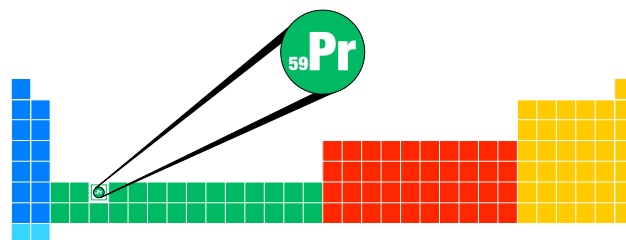
El gemelo verde

CE: [Xe] 4f<sup>6</sup>6s<sup>2</sup>; PAE: 140,91; PF: 931 °C; PE: 3520 °C; densidad: 6,77 g/cm<sup>3</sup>;  $\chi$  (Pauling): 1,13; EO: +1, +2, +3, +4, +5; isótopo más estable: <sup>141</sup>Pr; año de aislamiento: 1885 (Carl Auer von Welsbach, Austria).

El praseodimio (*praseodymium* en inglés según la IUPAC), que significa “gemelo verde” (πρασσιος *prasios*, verde; δίδυμος, *didymos*, gemelo), fue hallado durante el aislamiento del samario en 1879 por P. E. Lecoq de Boisbaudran a partir del mineral samarskita, de donde obtuvo el didimio, y en el que unos años más tarde (en 1882) llegó a la conclusión de que contenía dos nuevos elementos químicos aunque no los consiguió aislar.<sup>[1]</sup> En 1883, Carl Auer von Welsbach (1858-1929) desarrolló un método basado en la diferente solubilidad de los nitratos, y después de cientos de largas cristalizaciones (algunas de ellas tenía que esperar hasta dos días), obtuvo finalmente en 1885 dos fracciones de diferente color: una de color rosa en la que existía un nuevo elemento que denominó neodimio, y otra de color verde que contenía el praseodimio.<sup>[1-4]</sup> A partir de este descubrimiento, von Welsbach intuyó las aplicaciones industriales de las tierras raras y por ello llegó a ser rico, siendo nombrado barón por el emperador Francisco José I de Austria. A partir de una mezcla de diferentes tierras raras (entre ellas el praseodimio) produjo el denominado “gas mantle”, que se utilizó durante un gran número de años en la iluminación de las ciudades con las lámparas de gas. En 1913 se fabricaron 300 millones de lámparas, lo que condujo a la creación de 40.000 puestos de nuevos trabajos.<sup>[1]</sup> El praseodimio puro lo preparó por vez primera Speding en *Ames Laboratory Iowa*, EE. UU., a partir del Pr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> impuro al que hizo reaccionar con HF a 700 °C para obtener PrF<sub>3</sub>, que reducido a elevadas temperaturas con calcio da lugar a praseodimio metálico de muy alta pureza (Figura 1). No es un elemento escaso, es el cuarto elemento más abundante en relación con el resto de las tierras raras y mucho más abundante que otros más conocidos como plata, oro, plomo, rutenio, platino, etc. Se encuentra en una concentración de 9,2 ppm en la corteza terrestre y de 0,64 ng/l en el agua del mar. Los minerales de los que se extrae son la monacita y la bastnasita (Figura 1). El 90 % de la producción de concentrados del elemento junto con otros elementos de tierras raras ligeras (La-Gd) se lleva a cabo en China, que es el país que posee las mayores reservas mundiales. Otros países con reservas importantes



Figura 1. Lámina de Pr metálico y mineral monacita ([https:// bit.ly/20iZWt0](https://bit.ly/20iZWt0), visitada el 25/03/2019)



son Estados Unidos, Australia e India. En España existe un importante yacimiento de monacita en Ciudad Real, con unas reservas estimadas en más de 40.000 Tm de óxido no explotadas.

La química del praseodimio es similar a la que presentan el conjunto de las tierras raras, en las que el estado de oxidación más estable es +3. Existen sales de Pr<sup>3+</sup> en forma de haluros, nitruros, fosfatos, vanadatos, cromatos, etc. Se han descrito diferentes compuestos de coordinación que presentan coordinación 9 en los acuo complejos, y se ha confirmado la estructura de prisma trigonal triapicado en algunos compuestos como por ejemplo PrCl[(18-corona-6)(H<sub>2</sub>O)<sub>2</sub>]; mientras que para el [Pr(NCS-N)<sub>8</sub>]<sup>5-</sup> la coordinación es 8. Además, se han estudiado complejos de praseodimio con ciclopentadienilo.

La química del estado sólido referente a los óxidos presenta una gran complejidad, y en este sentido cabe destacar que los óxidos PrO<sub>2</sub> y Pr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> son muy inestables, y el óxido comercial responde a la fórmula Pr<sub>6</sub>O<sub>11</sub>. En este contexto, se han descrito series homólogas derivadas del tipo estructural fluorita de fórmula Pr<sub>n</sub>O<sub>2n-m</sub>, en las que se han caracterizado óxidos con estequiometrías no usuales como por ejemplo Pr<sub>40</sub>O<sub>72</sub>.<sup>[2]</sup>

Entre las aplicaciones más interesantes del praseodimio cabe mencionar las que presentan los compuestos intermetálicos como el PrCo<sub>5</sub>, que al poseer una gran capacidad para absorber hidrógeno es útil en la hidrogenación de olefinas. La aleación PrNi<sub>5</sub> presenta un efecto magnético intenso y ha permitido alcanzar temperaturas del orden de los milikelvin. La fase Pr<sub>2</sub>Fe<sub>14</sub>B resulta ser un excelente imán permanente y la aleación de praseodimio con magnesio da lugar a materiales de elevada dureza. El Pr<sup>3+</sup> incorporado a diferentes matrices presenta emisión láser en el infrarrojo cercano. Una aplicación clásica es el zircón dopado con Pr (Zr<sub>1-x</sub>Pr<sub>x</sub>SiO<sub>4</sub>), que es un excelente pigmento amarillo muy utilizado en la preparación de cerámicas y esmaltes. Se ha demostrado que el Pr al igual que el resto de las tierras raras presenta muy baja toxicidad, y recientemente, la mezcla de Pr y otras tierras raras se están utilizando como aditivos en la alimentación animal y fertilizantes en China.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] A. Dingle, Praseodymium unpaired, *Nature Chem.*, **2018**, *10*, 576–576.
- [2] R. Sáez Puche, P. Caro (eds.), *Rare earths*, Editorial Complutense, Madrid, 1998.
- [3] K. A. Gschneider, L. Eyring (eds.), *Handbooks on the physics and chemistry of rare earths*, vol. 11, cap. 73 (1988); vol. 21, cap. 139 (1995); vol. 23, cap. 158, (1996); vol. 25, cap. 165 (1998).
- [4] R. Sáez Puche, C. Cascales, P. Porcher, P. Maestro, Tierras raras: materiales avanzados, *An. Quím.*, **2000**, *96*(4), 11–26.

REGINO SÁEZ PUCHE

Departamento de Química Inorgánica, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Complutense de Madrid

[rsp92@ucm.es](mailto:rsp92@ucm.es)