



## El experimento crucial de Proust en Segovia

En la ciencia se dice que un experimento es crucial cuando su realización determina el desarrollo de la una rama de conocimiento. Para la Química el experimento de Louis Proust en Segovia con los óxidos de hierro y mercurio fue crucial.

Poner los cimientos de la Química no era tarea fácil en sí misma; el analista tenía que ser extremadamente cuidadoso. El discípulo más reconocido de Lavoisier, el profesor Bertholet no realizó los experimentos con el rigor necesario y fue un obstáculo adicional que Proust tuvo que vencer.

### El experimento con los óxidos de hierro con ojos de hoy

El hierro (Fe) es un metal, elemento de transición que se encuentra en la columna VIIIb de la *Tabla periódica*, sus números de oxidación son 2 y 3. Por ello forma los óxidos de Hierro (II) (FeO) y de Hierro III (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). En la naturaleza aparece una unión de los dos que es la magnetita (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>), de propiedades magnéticas naturales.

Hoy no necesitamos hacer experimentos para conocer los porcentajes en peso, estequiométricos, de hierro y oxígeno en cada óxido. Tomamos de la tabla periódica las masas atómicas (*ma*) y calculamos la masa molecular (*Mm*).

$$ma(\text{Fe}) = 55,85 \text{ u} \quad ma(\text{O}) = 16 \text{ u}$$

$$\text{Masa molecular del FeO: } Mm(\text{FeO}) = 55,85 + 16 = 71,85 \text{ u}$$

Calculando los porcentajes:

$$\frac{\% \text{Fe}}{100} = \frac{m\text{Fe}}{Mm}; \quad \frac{\% \text{Fe}}{100} \approx \frac{55,85}{71,85}; \quad \% \text{Fe} \approx \frac{55,85}{71,85} \approx 77,73\%$$

$$\frac{\% \text{O}}{100} = \frac{m\text{O}}{Mm}; \quad \frac{\% \text{O}}{100} \approx \frac{16}{71,85}; \quad \% \text{O} \approx \frac{16,00}{71,85} \approx 22,27\%$$

$$\text{Masa molecular del Fe}_2\text{O}_3: Mm(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 55,85 \times 2 + 16 \times 3 = 159,7 \text{ u}$$

Calculando los porcentajes:

$$\frac{\% \text{Fe}}{100} = \frac{m\text{Fe}}{Mm}; \quad \frac{\% \text{Fe}}{100} \approx \frac{55,85 \times 2}{159,7}; \quad \% \text{Fe} \approx \frac{111,70}{159,7} \approx 69,94\%$$

$$\frac{\% \text{O}}{100} = \frac{m\text{O}}{Mm}; \quad \frac{\% \text{O}}{100} \approx \frac{16 \times 3}{159,7}; \quad \% \text{O} \approx \frac{48,00}{159,7} \approx 30,06\%$$



Si dejamos la magnetita aparte, cualquier persona con conocimientos básicos sabe que los óxidos de hierro se forman con cantidades estrictas: **la ley de las proporciones definidas**. Los óxidos de hierro tienen un 77'73% o un 69'94% de hierro

### El experimento con ojos de ayer

Con lo que hoy sabemos, teoría atómica incluida, es fácil deducir la fórmula pero en su momento había que dar un salto de gigantes. De lo que partía Proust era de los porcentajes obtenidos analizando.

Veamos como se procedía:

- 1) Calculamos la relación entre los dos porcentajes de hierro:  $\frac{77'73}{69'94} \approx 1'11$
- 2) Calculamos la relación entre los dos porcentajes de oxígeno:  $\frac{22'26}{30'06} \approx 0'74$
- 3) Haciendo el oxígeno unidad, dividimos los dos números anteriores:  $\frac{1'11}{0'74} \approx 1,5$
- 4) Vemos que en el compuesto segundo de hierro hay 1,5 veces más hierro que en el primero. En efecto en uno el número de oxidación es 2 y en el otro es 3 (2 x 1,5)

¡De los porcentajes deducimos la fórmula!

### Práctica de los óxidos de mercurio

Proust realizó los análisis de los óxidos de hierro y mercurio. Te toca a ti repetir los cálculos y deducir la fórmula de los dos óxidos mercurio I (**Hg<sub>2</sub>O**) y mercurio II (**HgO**).

Tomando los datos de la *tabla periódica* completa los espacios en blanco del cuadro:

	Masa molecular	%Hg	%O	Relación para un O
Hg <sub>2</sub> O				
HgO				
Cociente de %		A=	B=	
Dividamos A/B				A/B=

### El error de Bertholet

Bertholet hacía los mismos experimentos que Proust pero no tuvo en cuenta la posible hidratación de los óxidos.

Un óxido hidratado puede ser: **Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + n(H<sub>2</sub>O)**. Si n toma cualquier valor, el % de oxígeno va cambiando según el grado de hidratación. La naturaleza engañó a Bertholet y mostró a Proust sus secretos.

Calcula los porcentajes de oxígeno para n=1, n=5 y n= 10 verás como oscila la composición.