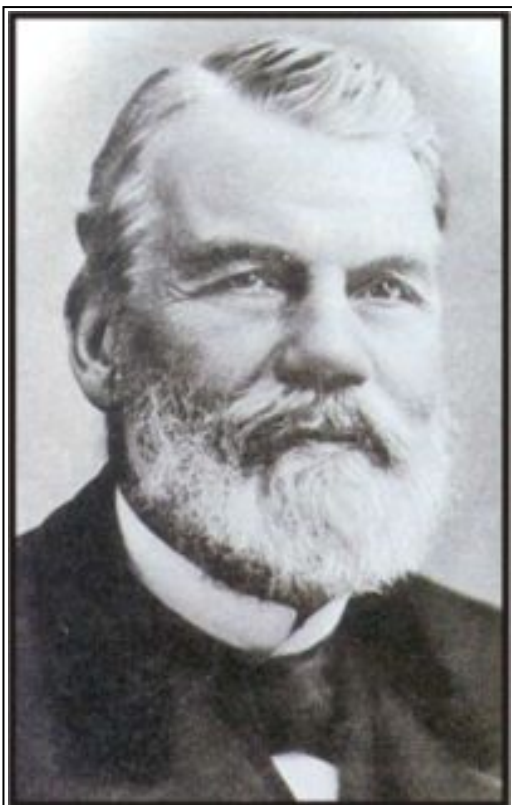


## François Marie Raoult, el mejor químico experimental francés del siglo XIX

Aunque es recordado por todos los estudiantes de química de enseñanzas medias, que aplican sus conocidas leyes, lo que no se dice es que fue el científico que habiendo comenzado en la enseñanza media, y pasando por méritos propios a la enseñanza universitaria, publicó más trabajos científicos en Francia, durante la segunda mitad del siglo XIX.

Nació el 10 de mayo de 1830 en Fournes, un pueblecito norte de Francia, donde su padre estaba destinado como oficial de aduanas. Aunque en principio consideró continuar en el puesto de su padre, al servicio del gobierno, consiguió ir a París, y estudiar en su universidad, donde se graduó en 1853. Una vez graduado, comienza a dar clase en el Lyceo de Reims, y después en el colegio de Saint Dié, como “Regente de Física”. En este centro recibe el título de Bachillerato en Ciencias, y Bachillerato en Letras. Habiendo superado un examen de licenciatura es nombrado “Agregado a la enseñanza secundaria especial”. Nueve años después es desplazado al Lyceo de Sens, donde investigará sobre la fuerza electromotriz en células voltaicas. Esta investigación leída en 1863, le supondrá el título de doctor en Ciencias Físicas por la Universidad de París.

Dos años después es nombrado “oficial de la Academia francesa”, y en 1867, ya aparece encargado de impartir un curso de Química en la Universidad de Grenoble, donde realmente comienza su actividad científica que siempre se realizó desde dicha Universidad. En los tres próximos años publicará en Comptes rendus y en los Annales de chimie, 20 trabajos experimentales, sobre termodinámica y electroquímica. En este periodo descubrirá que el calor de reacción desarrollado en pilas como la Daniell<sup>1</sup>, es diferente del trabajo eléctrico producido en dichas pilas, que era menor. Estos experimentos serían valorados y aprovechados posteriormente, por los químicos teóricos como Gibbs, Helmholtz, Arrhenius y Nernst.



Raoult en la universidad de Grenoble

Entre 1870 y 1882, publica nada menos que 50 trabajos. En los primeros seis años, sobre los efectos del dióxido de carbono sobre la respiración animal, en la absorción de amoníaco por nitrato amónico, sobre la inversión del azúcar de caña por la acción de la luz solar, y otro temas que no fueron estudiados y seguidos por Raoult, posteriormente.

Las investigaciones importantes comienzan en 1878, cuando estudia el descenso del punto de congelación y de la presión de vapor del agua, producida al disolver 18 sales diferentes. No era pionero en la cuestión. Un siglo antes, Richard Watson y Charles Blagden, habían señalado que el punto de congelación de las sales descendía proporcionalmente al peso de la sal disuelta (se conoció como ley de Blagden). En 1871, el suizo Luis de Coppet reconoce que los descensos en los puntos de congelación del agua producidos por diferentes solutos eran proporcionales a sus “pesos atómicos”. En ese momento existía una gran controversia sobre los pesos atómicos y los pesos equivalentes, postulando algunos importantes científicos franceses (entre ellos el ministro de Educación<sup>2</sup>), que el peso atómico del oxígeno era 8, y que el agua tenía por fórmula OH. Raoult va a demostrar que el descenso del punto de congelación producido por solutos orgánicos en el agua, implicaba que el peso atómico del oxígeno era 16, y el de la molécula de agua 18, y por lo tanto su fórmula H<sub>2</sub>O.

<sup>1</sup> El trabajo publicado en los Annales de chimie de 1864, llevaba por título “Recherches sur les forces électromotrices et les quantités de chaleur dégagées dans les combinaisons chimiques”

<sup>2</sup> El ministro de Educación, dos años mayor que Raoult, era Marcelin Berthelot, otro notable químico físico.

Teóricamente el sueco Guldberg (que también será muy conocido a través de la ley de acción de masas), lo había predicho en 1870. Raoult, recopila todas sus observaciones experimentales y en 1882, publica en Comptes rendus<sup>3</sup>, su famosa ley que llevó por título: "*Loi de congélation des solutions aqueuses des matières organiques*". Dos años después describe el método para determinar el peso molecular de un compuesto orgánico, a partir del descenso del punto de congelación de las disoluciones obtenidas al disolverlo en el agua, estableciendo el coeficiente de descenso del punto de congelación, calculando la "depresión molecular" a partir de la suma de las "depressiones atómicas"<sup>4</sup>. De esta manera el peso molecular M se calculaba por el cociente entre T (depresión molecular) y a coeficiente de descenso del punto de congelación)<sup>5</sup>.

Los resultados obtenidos por Raoult, no fueron muy correctos hasta que se usó el termómetro creado por Beckmann, en 1888. Raoult observó que en el caso de las sales los resultados eran muy superiores a los que cabía esperar, y por eso publica en 1890, un trabajo en el que señala que "*las sales neutras se comportan como si los radicales positivos y negativos, al disolverse en el agua, no se combinaran, comportándose como mezclas*". Lo cual corroboraría la teoría de Arrhenius sobre la ionización. Dos años después, usando disoluciones muy diluidas, encuentra que mientras que la constante para el descenso del punto de congelación en el agua de los compuestos orgánicos era 18,7, con el cloruro sódico y el cloruro potásico eran respectivamente 37,4 y 36,4 (aproximadamente el doble).

No solamente experimenta sobre el punto de congelación sino que también lo hace con la presión de vapor f, estableciendo que el descenso relativo de la presión de vapor del agua por la acción de un soluto no volátil era proporcional a la concentración del soluto, lo cual concreta en la expresión aplicada a descensos de la presión de vapor f-f', en éter:

$$\left(\frac{f-f'}{f}\right)\frac{M}{P}=K$$

Siendo P los gramos de soluto en 100g de disolvente, M el peso molecular del soluto y K una constante. Al año siguiente lo aplica a otros disolventes distintos, formulando la ley que publica en Comptes rendus: "Una molécula de una sustancia no salina disuelta en 100 moléculas de un líquido volátil, disminuye la presión de vapor de este líquido en una fracción constante, aproximadamente 0,0105.

Desde su universidad de Grenoble, de la que no se moverá hasta su muerte, se hace famoso por sus trabajos. En 1892, la Royal Society de Londres, le concede la medalla Davy (la más alta distinción antes de crearse los premios Nobel), y Francia lo condecora con la Legión de Honor (pasando del rango de oficial en 1895, a comandante en 1900). Más de cien publicaciones resumen su vida de investigación. Muere en Grenoble el 1 de abril de 1901.

---

<sup>3</sup> Comptes rendus, era la revista científica mas importante de Francia, publicada por su Academia.

<sup>4</sup> Luis de Coppet, había bautizado esos descensos como "depressiones atómicas".

<sup>5</sup> Este trabajo se publicó en 1886, en los Annales de chimie, con el título: "*Méthode universelle pour la détermination des poids moléculaires*"



