

# ¡Qué grande es Avogadro!

## How great is Avogadro!

José Elguero\*

Instituto de Química Médica, CSIC.

**PALABRAS CLAVE:**

Navier-Stokes  
Gota de agua  
Avogadro

**RESUMEN:**

El texto muestra un ejemplo de la dificultad de abordar el estudio de fenómenos microscópicos con herramientas diseñadas para el estudio de moléculas como consecuencia de la magnitud del número de Avogadro.

**KEYWORDS:**

Navier-Stokes  
Drop of water  
Avogadro

**ABSTRACT:**

The text is an example of the difficulty of studying microscopic phenomena with tools designed for the study of molecules, due to the magnitude of Avogadro's number.

### Introducción

Uno de los grandes problemas matemáticos a cuyo avance ha contribuido un español, Diego Córdoba, es la relación que hay entre una gota de agua y las ecuaciones de Navier-Stokes (véanse sus conferencias en la red, Real Academia de Ciencias y CSIC-La Residencia de Estudiantes)<sup>[1,2,3]</sup> ¿Es posible abordar dicho problema por medio de la química computacional?

Para que una gota se desprenda de su "pedúnculo" hay que romper muchos enlaces de hidrógeno. ¿Cuántas moléculas de agua son necesarias para que la gota pese tanto que se rompan los enlaces de hidrógeno, se desprenda del resto y caiga? Es un problema clásico-cuántico.

Hoy en día se pueden realizar cálculos teóricos de hidratos, solvatando diferentes moléculas, hasta con 500.000 moléculas de agua.<sup>[4]</sup> Es pues factible pensar en cálculos que impliquen un millón ( $10^6$ ) o cien millones ( $10^8$ ) de moléculas de agua.

¿Pero cuántas moléculas de agua hay en una gota? En la red se encuentra una respuesta aproximada, pues la masa de una gota de agua es un valor que tiene mucha variabilidad. Se estima en 0,065 g. El número de Avogadro dice que hay  $6,023 \times 10^{23}$  moléculas de agua en 18,02 g; es decir,  $2,173 \times 10^{21}$  moléculas en una gota. Se llega al mismo resultado si se sabe una molécula de agua pesa  $\approx 3 \times 10^{-23}$  g.

El número de Avogadro es tan grande que nos encontramos muy lejos de  $10^6$ ,  $10^8$ ,  $10^{10}$ , ... y por lo tanto de un cálculo teórico explícito.

### Bibliografía

[1] D. Córdoba, "En plena carrera para resolver uno de los problemas del Milenio: ¿existen singularidades para Euler y Navier-Stokes?" RACEFYn, disponible en <https://www.youtube.com/watch?v=9syabVS-VhU>, 7 feb. 2024 (consultado: 13/02/2025).

[2] D. Córdoba, "Formación de singularidades en la dinámica de fluidos: torbellinos y gotas", CSIC y Residencia de Estudiantes, disponible en <https://residenciadeestudiantes.com/actividades/formacion-de-singularidades-en-la-dinamica-de-fluidos-torbellinos-y-gotas>, 16 abr. 2024 (consultado: 13/02/2025).

[3] D. Córdoba, M. A. Fontelos, J. L. Rodrigo. *La Gaceta de la RSME*, 2005, 8(3), 565–595.

[4] B. Ruscic, R.E. Pinzon, G. von Laszewski, D. Kodeboyina, A. Burcat, D. Leahy, D. Montoy, A.F. Wagner, *J. Phys.: Conf. Ser.* 2005, 16, 561–570, <https://doi.org/10.1088/1742-6596/16/1/078>.



**José Elguero Bertolini**

Instituto de Química Médica, CSIC, Juan de la Cierva, 3, E-28006 Madrid

C-e: [igmbel17@iqm.csic.es](mailto:igmbel17@iqm.csic.es)  
ORCID: 0000-0002-9213-6858

Licenciado (Universidad Central, 1957) y Doctor en Ciencias Químicas (Universidad de Montpellier, 1961; Universidad Complutense, 1971). Investigador del CNRS (1959-1979). Profesor de Investigación del CSIC (1980-2005). Profesor Emérito del Instituto de Química Médica del CSIC (desde 2005). Presidente de la Real Academia de Ciencias Exactas Físicas y Naturales entre 2015 y 2018. Presidente del Consejo Social de la Universidad Autónoma de Madrid (1986-1990); presidente del Foro Química y Sociedad (2008-2010). Miembro del Comité Científico Internacional del Instituto de Investigación Biomédica (IRB Barcelona) (2007-2011). Autor de unos 2045 trabajos entre artículos científicos, libros, capítulos de libros, artículos de divulgación, entrevistas y discursos.