

Los antecedentes de la teoría cinética

Por César Tomé, SEP, 2017

Recordemos brevemente dónde estamos. Hasta ahora la termodinámica que hemos visto se basa en la observación de máquinas térmicas, algunas gigantescas. En este estudio no nos ha importado, porque es irrelevante, que existan las moléculas o no. Pero ahora estamos intentando desarrollar esas mismas leyes termodinámicas precisamente suponiendo que existen las moléculas. Para ello hemos elegido el sistema más simple, un gas, para el que hemos descrito un modelo también muy simple y nos disponemos a ver qué podemos deducir de la hipótesis de que las moléculas no solo existen, sino que se mueven. Y todo con matemáticas de primaria, para centrarnos en los conceptos.

La idea básica de la teoría cinética de la materia es que la energía térmica está relacionada con la energía cinética de las moléculas en movimiento. Como veremos, esto es correcto. Esta idea se había sugerido frecuentemente antes de que resurgiera con fuerza a finales del siglo XIX. Sin embargo, hubo muchas dificultades que obstaculizaron su aceptación general. Algunas de estas dificultades merecen que las mencionemos brevemente. La teoría cinética es un ejemplo de una buena idea que no se acepta fácilmente por la comunidad científica o, si se prefiere, de sociología de la ciencia.

En 1738 Daniel Bernoulli demostró (era matemático y se lo podía permitir) que un modelo cinético podría explicar una propiedad de los gases muy conocida. Esta propiedad se describe como una variante de la ley de Boyle: siempre y cuando la temperatura no cambie, la presión del gas es proporcional a su densidad.

$P \propto D$, si T es constante

Definimos la densidad, D , como la cantidad de masa (m) por unidad de volumen (V), $D = m/V$. Y, efectivamente, como habíamos expresado la ley de Boyle como $P = a/V$, si T es constante, entonces $P = a D / m$.

Bernoulli asumió que la presión de un gas es simplemente el resultado de los impactos de las moléculas individuales en la pared del contenedor. Si la densidad del gas fuera dos veces mayor, habría dos veces más moléculas por centímetro cúbico. Así, deducía Bernoulli, habría dos veces más moléculas golpeando la pared por segundo y por lo tanto la presión sería doble.

La propuesta de Bernoulli podría haber sido el primer paso hacia la moderna teoría cinética de los gases. Sin embargo, la idea fue ignorada (por no decir despreciada) por la comunidad científica en el siglo XVIII. Una razón no menor para ello fue que Newton había propuesto una teoría diferente en sus *Principia* (1687). Newton mostró que la ley de Boyle podría explicarse por un modelo en el cual las partículas en reposo ejercen fuerzas que repelen a las partículas vecinas. Newton no decía, en absoluto, que hubiese demostrado que

los gases realmente están compuestos de esas partículas fijas mutuamente repulsivas. Pero eso daba igual. La mayoría de los científicos, impresionados por los descubrimientos de Newton, simplemente asumieron que su tratamiento de la presión del gas también era correcto.

Pero la idea era demasiado buena como para desaparecer así como así. La teoría cinética de los gases fue propuesta de nuevo en 1820 por el físico inglés John Herapath. Herapath, por su cuenta, redescubrió las conclusiones de Bernoulli sobre las relaciones entre la presión y la densidad, o el volumen, de un gas y las velocidades de las partículas. De nuevo, el trabajo de Herapath también fue ignorado por la mayoría de científicos.

La mayoría no son todos. James Prescott Joule vio el valor de la obra de Herapath. En 1848, leyó un artículo en la Sociedad Literaria y Filosófica de Manchester en el que trataba de revivir la teoría cinética. Este artículo, también, fue ignorado por otros científicos. Quizás a ello contribuyó el hecho de que los físicos no suelen buscar documentos científicamente relevantes en las publicaciones de una “sociedad literaria y filosófica”.

Sin embargo, las pruebas a favor de la equivalencia de calor y energía mecánica continuaban acumulándose. Como consecuencia varios otros físicos calcularon independientemente las consecuencias de la hipótesis de que la energía calorífica en un gas es explicada y dada por la energía cinética de sus moléculas.

Rudolf Clausius, a la sazón profesor en el Politécnico de Zúrich, publicó un artículo en 1857 en *Annalen der Physik* titulado “La naturaleza del movimiento que llamamos calor”, en el que desarrollaba un modelo cinético simple propuesto por Arthur Krönig. Este artículo estableció los principios básicos de la teoría cinética esencialmente en la forma aceptada hoy y lo cambió todo. Poco después, James Clerk Maxwell en Gran Bretaña y Ludwig Boltzmann en Austria desarrollarían los detalles matemáticos completos de la teoría.

Sobre el autor: César Tomé López es divulgador científico y editor de *Mapping Ignorance*.

Fuente: Tomé López, C. (2017). “Los antecedentes de la teoría cinética”. *Cuaderno de Cultura Científica*. Disponible en: <https://goo.gl/b7Zc8r> (Consulta: 11 de mayo de 2018).