

D'Alembert: la física en la Enciclopedia

“El sistema gravitatorio newtoniano puede ser considerado como verdadero sólo después de que ha sido demostrado mediante cálculos precisos, que concuerdan exactamente con los fenómenos naturales; en caso contrario, la hipótesis newtoniana no merecería ninguna preferencia respecto a la teoría cartesiana de los vórtices, con la que puede explicarse muy bien el movimiento de los planetas, pero de una forma tan incompleta, tan imprecisa, que si los fenómenos fueran totalmente diferentes, podrían explicarse a menudo igual de bien de esa forma y a veces incluso mejor”

D'Alembert, *Mélanges*, IV, 231

Jean Le Rond d'Alembert (1717-1783) debe su nombre a que fue abandonado cuando era un bebé en las escaleras de la capilla de Saint Jean Le Rond en París. Se licenció en leyes al tiempo que aprendía matemáticas y mecánica por su cuenta leyendo directamente los trabajos de Varignon, L'Hôpital y Newton. Ingresó a la edad de 24 años en la Academia Francesa de Ciencias y en 1772 fue nombrado secretario perpetuo de la misma.

D'Alembert fue más un matemático que un físico. Sus trabajos en la física matemática fueron pioneros en diversos temas de mecánica e hidrodinámica, así como en la formulación de los problemas físicos mediante ecuaciones en derivadas parciales, que más tarde Euler desarrollará brillantemente. Intervino en la polémica de las “fuerzas vivas”, que durante treinta años mantuvo en discusión a cartesianos y leibnicians, afirmando que era un simple problema de nombres y que ambas visiones eran formas equivalentes de enfocar los problemas físicos de la mecánica.

En relación con el controvertido tema del espacio, D'Alembert no toma partido en la discusión entre leibnicians y newtonianos, entre los que mantienen que el espacio es una abstracción del espíritu, el orden de las cosas en tanto que ellas coexisten, y los que estiman que es un ser absoluto y real, un gran recipiente, una especie de fluido infinito en el que los cuerpos nadan. Para D'Alembert, este es un tema que pertenece a la metafísica, una cuestión oscura y que es inútil para la Geometría y para la Física.

En el *Traité de Dynamique* (1743), su obra más representativa, critica severamente por considerar, de nuevo, “oscuro y metafísico” el concepto de fuerza newtoniano, aunque después se permite usarlo y pese a tener a Newton como ideal de científico. En el *Discours Préliminaire*, D'Alembert aborda la cuestión propuesta por la Academia Real de Ciencias de Prusia sobre “si las leyes de la Estática y de la Mecánica son verdad necesaria o contin-



D'Alembert

gente”. D'Alembert dice que un metafísico seguramente se contentaría, para probar que tales leyes son verdad necesaria, con decir, que corresponde a la sabiduría del Creador y a la simplicidad de su proyecto el no establecer otras leyes que aquellas que resultan de la existencia misma de los cuerpos y de su impenetrabilidad mutua, pero, arguye D'Alembert, la naturaleza del Ser Supremo nos está demasiado oculta como para que podamos conocer lo que está o no conforme con su sabiduría. Lo que podemos entrever, nosotros los humanos, de esa sabiduría es únicamente

a través de la observación y de los razonamientos matemáticos.

En 1749 se incorpora como asistente al proyecto de la *Encyclopédie*, donde coincide con su amigo Diderot. Ambos son elegidos editores en 1750 y a partir de este momento el proyecto cobra gran fuerza, especialmente cuando se publica el primer volumen en 1751. Pero la *Encyclopédie* tiene también sus detractores, entre ellos los poderosos jesuitas.

Abandona la empresa en 1758, entre otras cosas por las crecientes discrepancias con las ideas de Diderot, y justo antes de que el Rey dictase la parada de la obra en 1759. Diderot continuará la empresa en la clandestinidad.

La visión filosófica de D'Alembert la podríamos enmarcar en el más puro positivismo.

En su discurso preliminar de la *Encyclopédie*, abogaba por la búsqueda de unos pocos principios simples y abstractos, en los que se asentase el conocimiento general de la naturaleza. Sus discípulos Lagrange y Laplace continuarán su obra, llevando a la cúspide el desarrollo de la mecánica teórica y el modelo mecanicista de la filosofía natural.

José Andrés Oliva
Fundación Canaria Orotava de Historia de la Ciencia

El descubrimiento de la radiación de Fondo y la Teoría del Big Bang

En alguna ocasión nos hemos referido en estas mismas páginas a lo que se ha dado en llamar “serendipia”: el descubrimiento de algo importante cuando se busca otra cosa, junto con la capacidad de reconocer esa importancia. Esa facultad de reconocer lo inesperado es determinante en muchos descubrimientos científicos y el ejemplo que hoy traemos a colación ha determinado nuestra concepción actual de cómo empezó el Universo.

En 1964 dos jóvenes investigadores de los laboratorios Bell, Arnold Penzias y Robert Wilson, estaban poniendo a punto una antena de alta sensibilidad en Holmdel (New Jersey). El motivo era que la compañía telefónica americana ATT iba a poner en órbita el primer satélite de comunicaciones (Echo I), y necesitaba determinar los factores que pudieran provocar interferencias.

El excelente diseño reveló pronto una anomalía. De un modo inesperado, y más allá de lo que en teoría debería ocurrir dada la sensibilidad de la antena, se aparecía un molesto ruido de producido por alguna interferencia. El ruido en cuestión aparecía a una longitud de onda de 7,35 centímetros (que corresponde a las microondas) y provenía de todas las direcciones del cielo. Según la Física, eso corresponde a la emisión electromagnética de un cuerpo que está a una temperatura de 3° Kelvin (-270° C), como se sabía bien desde la época de Planck.

Wilson y Penzias fueron incapaces de eliminar el ruido. Entre las diversas explicaciones que manejaron especularon que la señal podía estar causada por lo que eufemísti-

camente, llamaban un “blanco material dieléctrico”, esto es, excremento de palomas o el propio calor generado por los cuerpos de estas aves. Después de limpiar el interior de la antena, armados como una pistola eliminaron a la pareja de palomas acusadas, injustamente, de causar el problema. Este persistía.

Penzias y Wilson decidieron consultar al radioastrónomo Bernard Burke del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT), quien sugirió que la señal presentaba claros indicios de naturaleza cósmica y les aconsejó que se pusieran en contacto con los astrofísicos Robert Dicke y James Peebles, los cuales habían pronosticado que si la teoría del Big Bang era correcta, debía perdurar una radiación fósil de la primitiva explosión cósmica que, ahora enfriada, conservaría una temperatura residual de unos 10° K.

En abril de 1965, estando Dicke en su despacho universitario junto a sus colegas Peebles, Wilkinson y Roll, sonó el teléfono y Dicke contestó. Los tres científicos le oyeron pronunciar palabras como “radiación de fondo” y “tres Kelvin”. Luego Dicke se despidió y colgó el auricular, se volvió a sus colegas y les dijo: “Se nos han adelantado”. La caprichosa serendipia les había arrebatado el ansiado hallazgo. La llamada era de Penzias y Wilson, que accidentalmente habían descubierto, sin buscarlo y sin estar en su programa de trabajo, la radiación de fondo isotrópica (de intensidad uniforme en todo el cielo). Esta radiación cósmica de fondo era la “prueba-reliquia” del estallido expansivo del Big Bang.

La constatación de esta radiación fósil (de cuerpo negro)

supuso la muerte de la teoría del estado estable (universo de tiempo infinito) propuesta por Fred Hoyle y mantenida por Dennis Sciama. Como también la concesión, merecida o no, del Premio Nobel de Física de 1978 a sus descubridores involuntarios Penzias y Wilson. Así, James Peebles y su equipo se tuvieron que resignar con publicar en la *Astrophysical Journal Letters* la interpretación de los resultados obtenidos por Penzias y Wilson.

La importancia del descubrimiento reside en lo siguiente: si hace 14.500 millones de años se produjo la gran explosión que creó el Universo actual, en el día de hoy nosotros (en realidad cualquier observador en nuestro Universo) al mirar al cielo, debe ver la “bola de fuego” de la explosión, puesto que estamos en el interior de donde se produjo la explosión. Esa bola de fuego, que inicialmente estaría a una temperatura inimaginablemente alta, se irá enfriando a medida que emite radiación. Los cálculos a partir de nuestras teorías nos dicen que la temperatura que debería tener esa bola de fuego en la actualidad es de unos pocos grados Kelvin. Eso es lo que descubrieron Penzias y Wilson.

El motivo por el que aún nos llegan estas ondas de radiación del Big Bang y no se hayan difuminado o perdido más allá del universo, no es otro que el mismo Big Bang, que ocurrió en su integridad aquí dentro y por todas partes. Fuera no había nada, ni tan siquiera espacio vacío. Para dejar más claro este concepto, digamos que la expansión del Big Bang crece con y junto al universo. Cada año nos topamos con nueva radiación cósmica de fondo, pero ésta ha tenido que recorrer 1 año-luz más hacia nosotros.

Resulta curioso que, quien bautizó la expresión “Big Bang” en 1950, desde su popular programa divulgativo de radio de la BBC, lo hiciera de una forma tan burlesca y despectiva. Ese fue el propio Fred Hoyle, el más despiadado enemigo a esta teoría.

Luis Vega
Profesor de Física Aplicada de la Universidad de La Laguna