

De las matemáticas, la física y los físicos

Antonio Fernández-Rañada

(Revista Española de Física, 14 (5) 47-48, 2000)

Hay tres puntos de vista sobre la relación de las matemáticas con la realidad, conocidos como platonismo (los objetos matemáticos existen en un mundo ideal, de modo que no son inventados sino descubiertos), formalismo (son construcciones formales creadas libremente por la mente) e intuicionismo (con raíces en Aristóteles, opuesto al platonismo, y cuyo énfasis se pone en la construcción intuitiva mediante algoritmos finitos). Aún sin haber pensado mucho en ello a veces o de modo poco reflexivo, los teóricos tendemos a alinearnos con uno de los dos primeros; los experimentales, en cambio, con el tercero.

Si bien esta diferencia de percepción entre los físicos viene de lejos, es especialmente importante ahora entender sus razones (y sus sinrazones) en estos momentos de crisis de la física, fenómeno que parece ser universal.

La percepción social de la Física cambió radicalmente tras la Segunda Guerra Mundial. Sus aplicaciones fueron decisivas para ganar la guerra y tuvieron luego efectos tecnológicos de gran importancia económica en la posguerra, creándose la imagen de una ciencia salvadora cuyos resultados serán siempre útiles a los países que la cultivan. Un destacado político dijo entonces aquello de “Cincuenta físicos en un laboratorio son más importantes para la seguridad nacional que cincuenta divisiones”. Y así, hasta hace un par de décadas, los físicos se acostumbraron, en EEUU y en otros países dirigentes, a no tener que explicar las razones de lo que hacían. Puesto que estudiaban los secretos de la materia, la sociedad tenía la obligación de pagar sus investigaciones, y en efecto lo hacía sin discutir mucho.

Pero ya no es así. El fin de la Guerra Fría ha provocado cambios hacia un nuevo pragmatismo, a veces estrecho, de modo que el valor verdad pierde terreno frente al valor utilidad. Aun sin negar su conveniencia para la vida práctica, se aprecia menos la racionalidad científica por parte del llamado mundo intelectual o de la de la cultura (o incluso se rechaza de modo explícito y manifiesto por el pensamiento posmoderno). Los poderes públicos examinan con mucho más detalle los proyectos antes de financiarlos. La cancelación del gran acelerador SSC que se iba a construir en Texas es un símbolo expresivo de estos tiempos.

En el consiguiente debate que ese cambio provoca, especialmente intenso en EEUU, son muchos quienes señalan la necesidad de una redefinición de la imagen de la Física, para hacerla más próxima e interesante a políticos, economistas, otros intelectuales o a la opinión pública en general. Y eso es difícil de conseguir sin un cambio de actitud de los físicos, que los haga huir del excesivo especialismo y de la acusación de casta cerrada y críptica. Conviene, en cambio, definirnos por nuestro tronco común, antes que cómo termodinámicos, ópticos o físicos de la atmósfera. Desde esa perspectiva, una formación fuerte en matemática aplicada debe seguir siendo una de las señas de identidad de los físicos, con la misma importancia que sus conocimientos amplios en las ramas tradicionales, Dinámica, Electromagnetismo, Electrónica, Física Estadística, Óptica o Física Cuántica. También se sugiere con insistencia la necesidad de acentuar más los elementos intuitivos o experimentales en la enseñanza de la física, pues ello la acercaría a otras ciencias, impulsaría sus aplicaciones o la haría más próxima a la gente. Sin duda ello es una exigencia de los tiempos, cuando las zonas interdisciplinarias o fronterizas resultan tan fecundas y cuando las especialidades académicas se desdibujan fuera de la universidad.

Naturalmente, eso no resolvería por sí mismo los problemas. En particular, en el caso de la relación física-matemática, si tiene muchos aspectos brillantes, no está exenta de tensiones, muy intensas a veces. Algunas se deben a la interpretación del formalismo o del método axiomático.

El formalismo es a menudo necesario, imprescindible incluso, pero se le debe dar el carácter de medio de trabajo, no de fin. Si resulta especialmente adecuado en algunas áreas — así sucede en Partículas Elementales o en Relatividad General pero no en Plasmas o en Materiales —, ello no significa que la forma deba prevalecer sobre el significado. Hay que saber volar alto, pero también bajar hasta poner los pies en el suelo, como advertía Ludwig Boltzmann, uno de los grandes teóricos de la historia, al decir¹ “...llama la atención que las teorías sean difíciles de entender y que estén llenas de un montón de fórmulas ... Sin embargo esa no es su esencia, ya que el verdadero teórico ahorra en lo posible este tipo de medios. *Lo que se puede decir con palabras se dice con palabras*” (la cursiva es mía).

La preocupación excesiva por el formalismo o el método axiomático lleva a veces al reduccionismo lógico, o sea a esperar que todas las leyes de la física se puedan reducir a un solo principio básico, a unas pocas ecuaciones, de las que se deduzcan todas las demás. O sea, a lo que hoy se llama TOE (Theory of everything) o teoría final. Sin embargo muchos opinan que ese objetivo es una quimera y, peor aún, puede resultar esterilizante pues la naturaleza es demasiado complicada para que basten los razonamientos abstractos a priori.

El físico teórico de Princeton Freeman Dyson, uno de los creadores de la Electrodinámica Cuántica, está entre estos últimos, pues se declara contrario a una idea como esa que “reduciría toda la física a unas pocas marcas negras en un papel”. Ilustra su opinión con los casos de Einstein y Oppenheimer². En su juventud, Einstein se había preocupado mucho por la observación, tras haber leído con enorme interés a Hume, uno de los grandes filósofos empiristas. Quizá por ello basó su Relatividad Especial en la imposibilidad de dar un sentido observacional a la simultaneidad a distancia, logrando poco después la Relatividad General, gracias a una profunda reflexión sobre la equivalencia empírica entre los efectos locales de la gravedad y la aceleración.

Pero cayó luego en la fascinación de la teoría final y matemáticamente perfecta, dedicando los últimos veinticinco años de su vida a la búsqueda infructuosa de un sistema de ecuaciones matemáticas capaz de describir toda la física, en lo que Dyson califica como historia trágica. Sin duda esa actitud explica en parte su oposición a la teoría cuántica, como se manifiesta en una famosa entrevista con Heisenberg. También, otra historia suya poco conocida: su intensa hostilidad a la idea de agujero negro, cosa muy sorprendente tratándose de una consecuencia de sus propias ecuaciones con una enorme importancia en la Astrofísica y la Cosmología de hoy. Pero para él era una mancha que debería ser eliminada de su Relatividad (cabe añadir que dijo del universo en expansión “esa posibilidad me parece un sinsentido”, sin preocuparse mucho de la evidencia observacional). Oppenheimer, quien se había topado primero con los agujeros negros (en un trabajo de 1940 con Snyder), también fue contrario a ellos, a pesar de ser sin duda su mejor contribución a la ciencia. Dyson cuenta que el mismo Oppenheimer le explicó en persona las razones de su postura: los agujeros negros eran una solución particular y él había llegado a pensar que un físico teórico serio sólo debería ocuparse de descubrir las ecuaciones fundamentales de la física, dejando a cargo de otros de

¹ L. Boltzmann, “Sobre el significado de las teorías”, en “Escritos de Mecánica y Termodinámica”, edición de J. Ordóñez, Alianza, Madrid, 1986.

² F. Dyson, “The scientist as rebel”, en “Nature’s imagination”, editado por J. Cornwell, Oxford University Press, 1995.

menor categoría o incluso de estudiantes el encontrar sus soluciones y aplicarlas a casos concretos. Sin duda Einstein opinaba lo mismo al final de su vida. El señuelo de la teoría matemática final tuvo sobre ellos un efecto muy negativo, al hacerles perder interés en la observación o la fenomenología.

(La pretensión del conocimiento total y absoluto, presente ya en la historia bíblica del Jardín del Edén y la manzana, ha tenido influencia en la cultura de hoy y está en la base de la crítica de muchos posmodernos a la ciencia. El dramaturgo suizo F. Dürrenmatt escribió al inicio de la Guerra Fría una parábola sobre la cultura occidental del momento, titulada significativamente “Los físicos”. Tres físicos de prestigio se fingen locos y entran en un manicomio bajo los nombres de Newton, Einstein y Möbius. Este último afirmaba haber descubierto “el sistema para lograr todos los descubrimientos posibles” (idea probablemente inspirada en una convicción de Hilbert, demostrada errónea por Gödel .))

A Einstein y Oppenheimer se les pueda perdonar esa actitud de sus últimos años, pero es algo especialmente peligroso para los que no somos genios o en un país como España, donde la falta de contacto con las aplicaciones y la empresa hace difícil lograr el equilibrio necesario entre lo abstracto y lo concreto. Además puede dejar a nuestros estudiantes mal pertrechados para el mundo de la empresa (o sea para encontrar trabajo) y hacer que ésta se desentienda de la ciencia.

Antonio Hernando, director del Instituto de Magnetismo Aplicado de la Complutense, escribió no hace mucho un artículo certero y provocador en El País, sobre la contradicción en que caemos a veces los científicos al encerrarnos en un lenguaje críptico en el que nos sentimos muy a gusto. Pues ¿cómo conseguir una mejor atención social si no nos entienden? ¿Quién explicará la ciencia a los demás si no lo hacemos nosotros? Los banqueros, decía Hernando, pueden ser oscuros si les place, al fin y al cabo no necesitan que nadie les financie. Nosotros no podemos permitirnos ese el lujo; sí necesitamos financiación. Pues bien, el exceso de formalismo contribuye muy negativamente a nuestra imagen si olvidamos el consejo de Boltzmann. (Los experimentales tienen también su propia jerga opaca, pero ese no es el tema de hoy.)

La física necesita la comunicación fluida entre lo abstracto y los concreto. Que los teóricos nos acerquemos a lo empírico y los experimentales se interesen por las matemáticas. Ni la teoría matemática ni el experimento son fines. Son sólo dos herramientas complementarias para entender mejor cómo se comporta la materia. Al fin y al cabo, para eso estamos.