

# Las ecuaciones matemáticas en las ciencias naturales: su fortaleza y su debilidad

Alfredo Esteve Martí<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Filosofía, Letras y Humanidades, Instituto Filosofía y Ciencia, Universidad Católica de Valencia

[alfredo.esteve@ucv.es](mailto:alfredo.esteve@ucv.es)

SCIHUM: Revista de Cultura, Ciencias y Humanidades

Sección: Ciencia y Medio Ambiente

Año 2026, Número 2

## Resumen

Las ecuaciones matemáticas constituyen uno de los instrumentos más poderosos del conocimiento científico moderno. Su capacidad para condensar en una expresión formal las relaciones entre magnitudes físicas ha permitido describir y predecir fenómenos naturales con una precisión sorprendente. Sin embargo, este mismo éxito lleva aparejado una reducción relevante del ámbito de estudio y de aplicación de la ciencia: no toda la realidad es expresable matemáticamente, ni siquiera medible experimentalmente. El presente artículo explora, a través de ejemplos históricos paradigmáticos —como la constante de Planck, la ecuación  $E = mc^2$ , o la relatividad general de Einstein—, tanto la fortaleza como los límites del lenguaje matemático en las ciencias naturales. Se concluye que la matematización de la ciencia, aun siendo un logro extraordinario, no agota la realidad ni el conocimiento humano, y que la filosofía —en diálogo con la ciencia— tiene un papel irremplazable para pensar aquello que la metodología científica no puede alcanzar.

**Palabras clave:** Ecuaciones matemáticas, Ciencias naturales, Filosofía de la ciencia, Física teórica, Ciencia, Medio Ambiente

## Las ecuaciones matemáticas en las ciencias naturales: su fortaleza y su debilidad

En el Prefacio a su libro *Fórmulas elegantes*, Graham Farmelo, apoyándose en algún otro autor, habla de las ecuaciones científicas desde cierta afinidad con la poesía: «la poesía de la ciencia está contenida, en cierto modo, en las grandes ecuaciones» [1]. Una idea con la que cualquiera que se sienta próximo al ámbito de las ciencias, sobre todo las que tienen que ver con la realidad física, se sentirá fácilmente identificado. Igual que una poesía, una ecuación condensa en ‘pocas palabras’ una carga excedente de significado, difícilmente acotable: de un modo muy escueto, no hay pocos casos en los que su aplicabilidad a distintos ámbitos de la naturaleza es sorprendente. Y no menos fascinante es el poder que tienen — igual que la poesía (y que cualquier otro texto, por cierto, como suscribiría Gadamer)— de decir más de lo que en primera instancia su autor trató de plasmar en ella.

Un ejemplo paradigmático fue el ‘artificio matemático’ por parte de Max Planck para cuadrar los resultados experimentales de la radiación del cuerpo negro con su expresión teórica, mejorando las formulaciones que se manejaban en la época, a saber: la de Rayleigh-Jeans y la de su colega y amigo Wilhelm Wien (con quien compartía la dirección de la famosa revista *Annalen der Physik*), ninguna de las cuales acababa de ser adecuada. Ello lo hizo cuantizando la energía mediante la famosa constante que lleva su nombre (constante de Planck,  $h$ ). Pero el caso es que Planck no comprendió el sentido físico de su aportación, algo a lo que dedicó infructuosamente años de su vida, y que sí que conseguiría aclarar Albert Einstein unos pocos años después; y no sólo eso: desde luego que Planck, ni el propio Einstein, se podían imaginar todo lo que supuso esa modesta constante para el giro de la física contemporánea a partir de 1900, giro que muy bien se puede denominar la ‘revolución cuántica’. En este sentido, se puede decir que lo importante de una ecuación no es tanto lo que dice como lo que se deja sin decir, como lo que puede continuar diciendo; lo que puede continuar diciendo a aquellas mentes que están dispuestas a dejarse decir por ellas.

Una ecuación no es otra cosa que la expresión de un equilibrio entre dos partes o conjuntos de elementos, tal y como ocurre con una balanza, sólo que en este caso el punto de anclaje de los platillos es el signo ‘=’. No se puede pensar la ciencia moderna sin el empleo de las ecuaciones. Ecuaciones que también se dan en un ámbito específicamente matemático, en el seno del cual las variables y las relaciones que intervienen son de carácter

abstracto, sin mayor referencia con el mundo real. Pero el caso es que estas ecuaciones de carácter abstracto encuentran no pocas veces un correlato con el mundo real, describiendo los fenómenos que en él se observan. Las variables y las relaciones dejan de ser abstractas para convertirse en magnitudes que se pueden medir. Si uno se detiene a pensar en ello, esto no deja de ser asombroso (algo que Xavier Zubiri tratará en profundidad en el segundo tomo, *Inteligencia y logos*, de su famosa trilogía sobre la ‘inteligencia sentiente’). Me refiero no sólo al hecho de que los símbolos abstractos matemáticos se puedan equiparar a variables reales del mundo físico, sino también a que se expresen así lo que se denominan ‘leyes de la naturaleza’.

Esta circunstancia es problemática para una mente filosófica: ¿por qué una ley natural se puede expresar mediante una expresión matemática? Y, si pensamos en las magnitudes puestas en juego en una ecuación científica, ¿cómo pueden expresar adecuadamente las leyes de la naturaleza ecuaciones en las que se vinculan magnitudes cuyo carácter físico es tan dispar? Se me ocurre aquí el ejemplo de la ecuación einsteniana de la relatividad general, en la que a un lado de la misma hay elementos geométricos que describen la curvatura del espacio-tiempo y al otro, elementos físicos que hablan de la densidad de la materia. O, de modo más cercano para todos nosotros, fijémonos en una de las ecuaciones más conocidas de la historia, también suya:  $E = mc^2$ . Que haya una relación entre la masa y la energía, más o menos lo podemos comprender (¡más o menos!), pero que la razón de esa relación se encuentre en el cuadrado de la velocidad de la luz, ya no es tan evidente. ¿Por qué multiplicando una masa por la velocidad de la luz elevada al cuadrado se obtiene la energía que es capaz de producir, o en la que es capaz de convertirse? Podemos estar familiarizados con que, efectivamente, haya una relación entre la masa y la energía, e incluso con que ambas no sean sino dos modos de expresarse algo que las subyace, pero ¿por qué la razón de esa relación tiene que ver precisamente con la velocidad de la luz? Ello nos lleva a cuestionarnos qué sea la luz, más allá de su consideración como fenómeno lumínico. ¿Cuál es el papel de la luz en el universo?, ¿qué representa?, ¿cuál es su naturaleza como vínculo entre la materia y la energía? El propio Einstein reconocía en los últimos años de su vida que, a pesar de haber postulado él la existencia del cuanto de luz, estaba muy lejos de comprender qué era como tal.

Todo esto no deja de ser un asunto fascinante. Fascinación que no debe impedir que nos cuestionemos cuál sea su alcance. Lo digo en el sentido de que, a mi modo de ver, el éxito del conocimiento científico altamente matematizado lleva aparejado una reducción relevante de su ámbito de estudio y de aplicación. Para explicarlo no nos tenemos que salir del seno de la propia ciencia: independientemente de la progresiva matematización de no pocos procesos suyos, la biología no se ajusta tan perfectamente a lo matemático como la física o la química, por ejemplo. Y, yendo más allá, lo cierto es que hay mucha más realidad que la expresable matemáticamente, e incluso que la medible experimentalmente, y que por su propia definición no es alcanzable por la ciencia, requiriendo otros modos de ejercer nuestro conocimiento, lugar en que cobra carta de naturaleza la filosofía. Otro modo de conocimiento que —a mi modo de ver— puede ser enriquecedor ejercerlo en diálogo con la ciencia en sentido amplio, pero no para quedarse en ella, sino para pensar con ella en asuntos estrictamente filosóficos a los que ella, por su propia metodología, difícilmente puede alcanzar. Desde esta perspectiva, disciplinas filosóficas como la metafísica o la antropología alcanzan un horizonte muy interesante.

## Referencias

[1] Farmelo, G. (Ed.). (2004). *Fórmulas elegantes: grandes ecuaciones de la ciencia moderna*. Tusquets.