

## EL CAMINO A LA REALIDAD

**Roger Penrose**

Título Original: *The road to reality*.

Traducción de David García Sanz

Editorial Debate. Barcelona, 2006. 1470 páginas.

### ENCICLOPEDIA FISICOMATEMÁTICA

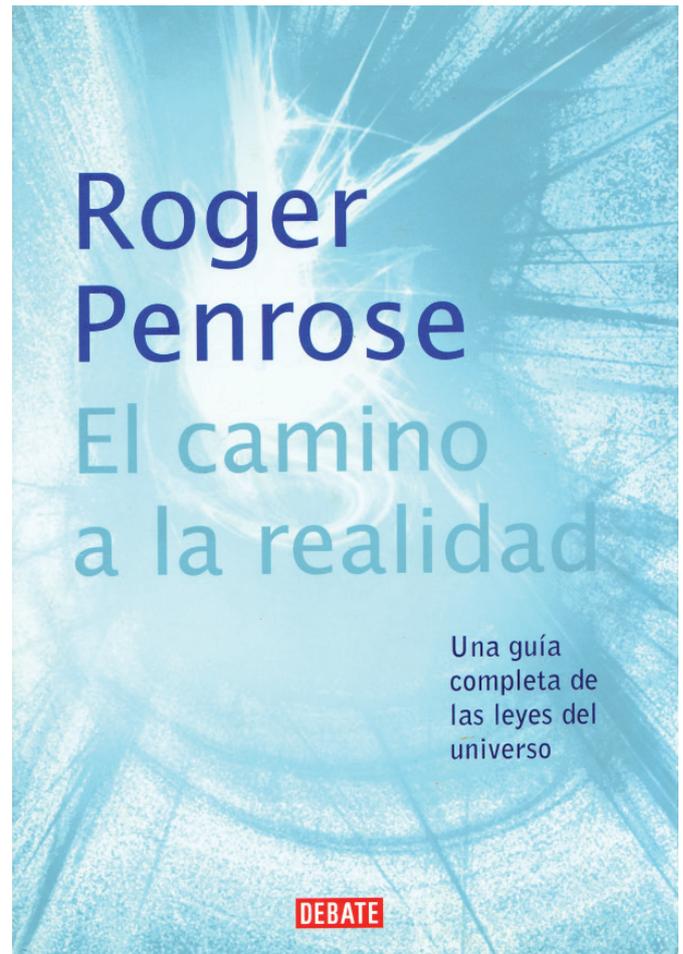
Lo primero que llama la atención de este libro es el peso. Casi mil quinientas páginas de 15x25 centímetros pesan lo suyo, aunque sean de papel de bajo gramaje. Lo segundo —y aquí es cuando empiezas a tener miedo— es el título de los capítulos: «Suavidad compleja», «Funciones holomorfas», «Álgebras de Grassman», «Secciones transversales de fibrados», «La dinámica hamiltoniana como geografía simpléctica»... la pregunta es ¿estaré a la altura? Va a ser que no.

Aunque el título parece de un manual barato de autoayuda mística, lo que esconde el último libro del físico y matemático Roger Penrose es una enciclopedia con toda la información necesaria para conocer el estado actual de la física. Para conocer como funciona el mundo, debemos conocer las ecuaciones que lo describen. Para entender éstas, debemos aprender la matemática que tienen detrás.

**Aviso: No recomendable para el lector de a pie. El nivel de dificultad es alto y hasta se incluyen ejercicios para los lectores valientes.”**

Las primeras quinientas páginas hacen un repaso del aparato matemático más utilizado en la física. El nivel de dificultad es alto y hasta se incluyen ejercicios para los lectores valientes. Confieso haberme perdido en más de un capítulo. Como dice el refrán, quien mucho abarca, poco aprieta. Es complicado meter en pocas páginas temas que suelen darse en un trimestre de universidad. Así que o los conoces o echas mano de ayuda externa o, como he hecho yo, te conformas con enterarte a medias.

Me ha hecho ilusión ver la derivación de la famosa fórmula de Euler  $e^{2\pi i} = 1$ . También es ilustrativo el ejemplo de un objeto *espinorial*. Para mostrar como pueden ser necesarias dar dos vueltas de 360 grados para volver al punto de partida muestra un cinturón largo fijo en un extremo y sujeto entre las páginas de un libro en el otro. Al darle una vuelta al libro el cinturón tiene un giro. Pero al darle otra, los dos giros se cancelan y tenemos el estado inicial (pueden probarlo en casa).



Portada original. [Editorial Debate]

Por desgracia, este tipo de ejemplos escasean y lo que abundan son las ecuaciones puras y duras. Aún así, el libro intenta mantener el tono divulgativo: en medio de una explicación de una *n*-forma *epsilon* representada por una cantidad con *n* subíndices asimétricos añade que algunos preferirían incorporar un factor  $n!$  ¡y nos indica el capítulo donde se explica la notación factorial (!)! Creo que cualquiera que haya llegado hasta aquí es perfectamente capaz de entender esa notación.

**¿Es un libro de divulgación? No. Si no tienes un conocimiento previo de lo que se explica en el libro, lo más seguro es que no te enteres de nada.”**

Una vez superado el Rubicón matemático, se reduce el número de ecuaciones por segundo, aunque el nivel sigue siendo alto. Un breve capítulo introductorio acerca de como era la física antes del siglo XX y enseguida pasa a explicar —con todo lujo de detalles— como funciona la teoría de la relatividad y la mecánica cuántica. En la actualidad son las teorías que utilizan los físicos para describir el mundo, pero tienen sus problemas.

El primero es que son dos teorías incompatibles que describen dos aspectos diferentes de la realidad y que nadie sabe —por el momento— como unir las en una teoría de todo. La tendencia es a intentar *cuantizar* la relatividad, aunque a Penrose no le parece tan claro que ese sea el camino correcto.

El segundo problema es que la mecánica cuántica es la teoría científica más exactamente comprobada, pero es de difícil interpretación. ¿Podemos imaginar un objeto que sea a la vez onda y partícula? Las probabilidades que aparecen en las ecuaciones ¿son reales o sólo revelan que no tenemos una teoría final? Todo esto viene por lo que se conoce como la paradoja de la medida: la evolución de una partícula viene dada por la ecuación de Schrodinger, que es probabilística, pero cuando se realiza una medida se colapsa el estado y tenemos un valor determinado. Antes de la medida ¿estaba la partícula en ese valor o no?, ¿era sólo una función probabilística? Tan liados están los científicos que Penrose enumera hasta seis posibles interpretaciones:

- a) La de Copenhague
- b) Muchos universos
- c) *Decoherencia* por el entorno
- d) Historias consistentes
- e) Onda piloto
- f) Nueva teoría con *R* objetiva

La *Wikipedia* en inglés tiene un artículo entero dedicado al tema: «Interpretation of quantum mechanics». Me gustaría hacer hincapié que la confusión está en la interpretación de las ecuaciones, no en las ecuaciones mismas, que funcionan —como ya he dicho— a la perfección. De ahí la frase «¡Cállate y calcula!» atribuida a Richard Feynman.

Estos problemas han llevado a los físicos a pensar que tiene que existir una teoría que englobe a las dos y que aporte claridad a nuestra interpretación del mundo. Se mencionan las polémicas *super cuerdas*, de las que algunos físicos dicen que son la «física del futuro que ha aterrizado por error» y otros opinan que son pura basura.

A Penrose le gusta la belleza matemática que encierran, y cree que puede salir algo útil de aquí, pero no puede asegurarlo. También menciona su propia teoría de *twistores*, aunque tiene la honradez de decir que a pesar de llevar toda su vida trabajando en ella no está entre las más consideradas en la actualidad.

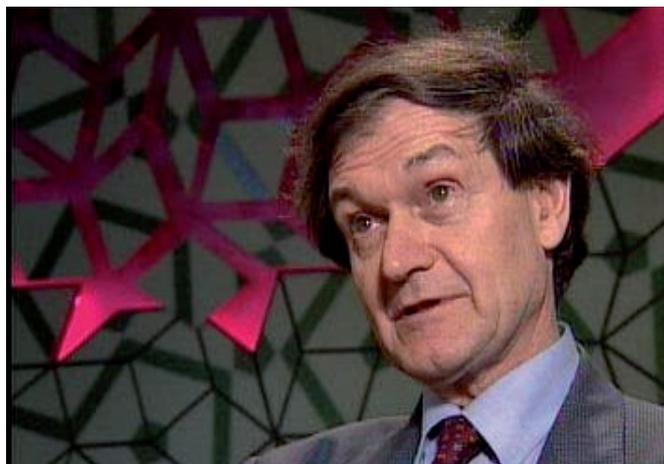
El problema de estos y otros avances es que de momento no hacen predicciones que se puedan comprobar experimentalmente y, como afirma el autor con buen tino, la elegancia matemática puede ser una pista de que estamos en el camino correcto, pero la última palabra la tiene siempre el experimento: «*Creo que no hay que negar el valor de tales consideraciones estéticas [...] Creo que la necesidad de tal coherencia, en cualquier modelo físico propuesto, es indiscutible [...] Pero, a pesar de su indudable valor, la elegancia y la coherencia en las matemáticas de una teoría física están muy lejos de ser suficientes [...] sin las restricciones del experimento y la observación, tales motivaciones llevan con frecuencia mucho más allá de lo que está justificado físicamente*».

Me ha sorprendido que Penrose no sea partidario de la inflación y de la extraña crítica de que la denominación de *up*, *down* y *strange* de los *quarks* sea «bastante poco imaginativa», pero en general —y hasta donde alcanzan mis conocimientos— la presentación que hace del estado actual de la física es completa, rigurosa y equilibrada.

Ahora las críticas. ¿Es un libro de divulgación? No. Si no tienes un conocimiento previo de lo que se explica en el libro, lo más seguro es que no te enteres de nada. Yo he conseguido enterarme de lo que ya sabía y de un poquito más. Para ser un libro de divulgación le sobran páginas técnicas y le faltan aclaraciones. ¿Quién es, entonces, el lector de este libro? Estudiantes de matemáticas que quieran hacer un doctorado en física, o viceversa. Profesionales que quieran saber la opinión de Penrose de las diferentes corrientes en la física. Como dice un amigo mío «Penrose convence por agotamiento»; después de tantas ecuaciones a ver quien es el listo que le dice que no.

No recomendable para el lector de a pie.

Juan Pablo Fuentes



Roger Penrose (Archivo)