



Roger Penrose

El Camino a la Realidad

Una guía
completa de las
Leyes del
Universo

DEBATE

El camino a la realidad

Una guía completa de las leyes del universo

ROGER PENROSE

Traducción de
Javier García Sanz

SÍGUENOS EN
megustaleer



@Ebooks



@megustaleer



@megustaleer

| Penguin
Random House
Grupo Editorial |

Índice

El camino a la realidad

Prefacio

Agradecimientos

Notación

Prólogo

1. Las raíces de la ciencia

1.1. La búsqueda de las fuerzas que configuran el mundo

1.2. La verdad matemática

1.3. ¿Es «real» el mundo matemático de Platón?

1.4. Tres mundos y tres profundos misterios

1.5. Lo bueno, lo verdadero y lo bello

2. Un teorema antiguo y una pregunta moderna

2.1. El teorema de Pitágoras

2.2. Los postulados de Euclides

2.3. La demostración del teorema de Pitágoras por áreas semejantes

2.4. Geometría hiperbólica: imagen conforme

2.5. Otras representaciones de la geometría hiperbólica

2.6. Aspectos históricos de la geometría hiperbólica

2.7. ¿Relación con el espacio físico?

3. Tipos de números en el mundo físico

- 3.1. ¿Una catástrofe pitagórica?
- 3.2. El sistema de los números reales
- 3.3. Los números reales en el mundo físico
- 3.4. ¿Necesitan los números naturales al mundo físico?
- 3.5. Números discretos en el mundo físico
4. Los mágicos números complejos
 - 4.1. El mágico número « i »
 - 4.2. Resolviendo ecuaciones con números complejos
 - 4.3. Convergencia de series de potencias
 - 4.4. El plano complejo de Caspar Wessel
 - 4.5. Cómo se construye el conjunto de Mandelbrot
5. Geometría de logaritmos, potencias y raíces
 - 5.1. La geometría del álgebra compleja
 - 5.2. La idea del logaritmo complejo
 - 5.3. Multivaluación, logaritmos naturales
 - 5.4. Potencias complejas
 - 5.5. Algunas relaciones con la física de partículas moderna
6. Cálculo infinitesimal con números reales
 - 6.1. ¿Qué hace respetable a una función?
 - 6.2. Pendientes de funciones
 - 6.3. Derivadas de orden superior; funciones C^∞ -suaves
 - 6.4. ¿La noción «euleriana» de función?
 - 6.5. Las reglas de diferenciación
 - 6.6. Integración

7. Cálculo infinitesimal con números complejos

7.1. Suavidad compleja; funciones holomorfas

7.2. Integración de contorno

7.3. Series de potencias a partir de la suavidad compleja

7.4. Prolongación analítica

8. Superficies de Riemann y aplicaciones complejas

8.1. La idea de una superficie de Riemann

8.2. Aplicaciones conformes

8.3. La esfera de Riemann

8.4. El género de una superficie de Riemann compacta

8.5. El teorema de la aplicación de Riemann

9. Descomposición de Fourier e hiperfunciones

9.1. Series de Fourier

9.2. Funciones sobre un círculo

9.3. Separación de frecuencias sobre la esfera de Riemann

9.4. La transformada de Fourier

9.5. Separación de frecuencias a partir de la transformada de Fourier

9.6. ¿Qué tipo de función es apropiada?

9.7. Hiperfunciones

10. Superficies

10.1. Dimensiones complejas y dimensiones reales

10.2. Suavidad, derivadas parciales

10.3. Campos vectoriales y 1-formas

- 10.4. Componentes, productos escalares
- 10.5. Las ecuaciones de Cauchy-Riemann
- 11. Números hipercomplejos
 - 11.1. El álgebra de los cuaterniones
 - 11.2. ¿Hay un papel físico para los cuaterniones?
 - 11.3. Geometría de cuaterniones
 - 11.4. ¿Cómo componer rotaciones?
 - 11.5. Álgebras de Clifford
 - 11.6. Álgebras de Grassmann
- 12. Variedades de n dimensiones
 - 12.1. ¿Por qué estudiar variedades de dimensiones más altas?
 - 12.2. Variedades y cartas de coordenadas
 - 12.3. Escalares, vectores y covectores
 - 12.4. Productos de Grassmann
 - 12.5. Integrales de formas
 - 12.6. Derivada exterior
 - 12.7. El elemento de volumen; convenio de suma
 - 12.8. Tensores; notación de índices abstractos y notación diagramática
 - 12.9. Variedades complejas
- 13. Grupos de simetría
 - 13.1. Grupos de transformaciones
 - 13.2. Subgrupos y grupos simples
 - 13.3. Transformaciones lineales y matrices

- 13.4. Determinantes y trazas
- 13.5. Autovalores y autovectores
- 13.6. Teoría de la representación y álgebras de Lie
- 13.7. Espacios de representación tensoriales; reducibilidad
- 13.8. Grupos ortogonales
- 13.9. Grupos unitarios
- 13.10. Grupos simplécticos
- 14. Cálculo infinitesimal en variedades
 - 14.1. ¿Diferenciación en una variedad?
 - 14.2. Transporte paralelo
 - 14.3. Derivada covariante
 - 14.4. Curvatura y torsión
 - 14.5. Geodésicas, paralelogramos y curvatura
 - 14.6. Derivada de Lie
 - 14.7. Lo que una métrica puede hacer por usted
 - 14.8. Variedades simplécticas
- 15. Fibrados y conexiones gauge
 - 15.1. Algunas motivaciones físicas para los fibrados
 - 15.2. La idea matemática de un fibrado
 - 15.3. Secciones transversales de fibrados
 - 15.4. El fibrado de Clifford
 - 15.5. Fibrados vectoriales complejos, fibrados (co)tangentes
 - 15.6. Espacios proyectivos
 - 15.7. No trivialidad en una conexión fibrada

- 15.8. Curvatura fibrada
- 16. La escalera del infinito
 - 16.1. Campos finitos
 - 16.2. ¿Una geometría finita o una geometría infinita para la física?
 - 16.3. Diferentes tamaños de infinito
 - 16.4. El corte diagonal de Cantor
 - 16.5. Enigmas en los fundamentos de las matemáticas
 - 16.6. Las máquinas de Turing y el teorema de Gödel
 - 16.7. Tamaños de infinitos en física
- 17. Espaciotiempo
 - 17.1. El spaciotiempo de la física aristotélica
 - 17.2. El spaciotiempo para la relatividad galileana
 - 17.3. La dinámica newtoniana en términos del spaciotiempo
 - 17.4. El principio de equivalencia
 - 17.5. El «spaciotiempo newtoniano» de Cartan
 - 17.6. La velocidad finita y fija de la luz
 - 17.7. Conos de luz
 - 17.8. El abandono del tiempo absoluto
 - 17.9. El spaciotiempo de la relatividad general de Einstein
- 18. Geometría minkowskiana
 - 18.1. Los 4-espacios euclídeo y minkowskiano
 - 18.2. Los grupos de simetría del espacio de Minkowski
 - 18.3. Ortogonalidad lorentziana; la «paradoja del reloj»

- 18.4. Geometría hiperbólica en el espacio de Minkowski
- 18.5. La esfera celeste como una esfera de Riemann
- 18.6. Energía y momento (angular) newtonianos
- 18.7. Energía y momento (angular) relativistas
- 19. Los campos clásicos de Maxwell y Einstein
 - 19.1. Evolución fuera de la dinámica newtoniana
 - 19.2. La teoría electromagnética de Maxwell
 - 19.3. Leyes de conservación y de flujo en la teoría de Maxwell
 - 19.4. El campo de Maxwell como curvatura gauge
 - 19.5. El tensor energía-momento
 - 19.6. La ecuación de campo de Einstein
 - 19.7. Cuestiones adicionales: la constante cosmológica, el tensor de Weyl
 - 19.8. La energía del campo gravitatorio
- 20. Lagrangianos y hamiltonianos
 - 20.1. El mágico formalismo lagrangiano
 - 20.2. La más simétrica imagen hamiltoniana
 - 20.3. Pequeñas oscilaciones
 - 20.4. La dinámica hamiltoniana como geometría simpléctica
 - 20.5. Tratamiento lagrangiano de los campos
 - 20.6. Cómo impulsan los lagrangianos la teoría moderna
- 21. La partícula cuántica
 - 21.1. Variables no conmutativas
 - 21.2. Hamiltonianos cuánticos

- 21.3. La ecuación de Schrödinger
- 21.4. La base experimental de la teoría cuántica
- 21.5. Comprendiendo la dualidad onda-partícula
- 21.6. ¿Qué es la «realidad» cuántica?
- 21.7. La naturaleza «holística» de una función de onda
- 21.8. Los misteriosos «saltos cuánticos»
- 21.9. Distribución de probabilidad en una función de onda
- 21.10. Estados de posición
- 21.11. Descripción en el espacio de momentos
- 22. Álgebra, geometría y espín cuánticos
 - 22.1. Los procedimientos cuánticos U y R
 - 22.2. La linealidad de U y sus problemas para R
 - 22.3. Estructura unitaria, espacio de Hilbert, notación de Dirac
 - 22.4. Evolución unitaria: Schrödinger y Heisenberg
 - 22.5. «Observables» cuánticos
 - 22.6. Medidas sí/no; proyectores
 - 22.7. Medidas nulas, helicidad
 - 22.8. Espín y espinores
 - 22.9. La esfera de Riemann de los sistemas de dos estados
 - 22.10. Espín más alto: la imagen de Majorana
 - 22.11. Armónicos esféricos
 - 22.12. Momento angular cuántico relativista
 - 22.13. El objeto cuántico aislado general
- 23. El entrelazado mundo cuántico

- 23.1. Mecánica cuántica de sistemas de muchas partículas
- 23.2. La enormidad del espacio de estados de muchas partículas
- 23.3. Entrelazamiento cuántico; desigualdades de Bell
- 23.4. Experimentos EPR tipo Bohm
- 23.5. El ejemplo EPR de Hardy: casi libre de probabilidad
- 23.6. Dos misterios del entrelazamiento cuántico
- 23.7. Bosones y fermiones
- 23.8. Los estados cuánticos de los bosones y los fermiones
- 23.9. Teleportación cuántica
- 23.10. Cuanlazamiento
- 24. El electrón y las antipartículas de Dirac
 - 24.1. Tensión entre la teoría cuántica y la relatividad
 - 24.2. ¿Por qué las antipartículas implican campos cuánticos?
 - 24.3. Positividad de la energía en mecánica cuántica
 - 24.4. Dificultades con la fórmula de la energía relativista
 - 24.5. La no invariancia de d/dt
 - 24.6. La raíz cuadrada de Clifford-Dirac de un operador de ondas
 - 24.7. La ecuación de Dirac
 - 24.8. La ruta de Dirac al positrón
- 25. El modelo estándar de la física de partículas
 - 25.1. Los orígenes de la moderna física de partículas
 - 25.2. La imagen zigzag del electrón
 - 25.3. Interacciones electrodébiles, asimetría de reflexión
 - 25.4. Conjugación de carga, paridad e inversión temporal

- 25.5. El grupo de simetría electrodébil
- 25.6. Partículas fuertemente interactuantes
- 25.7. «Quarks coloreados»
- 25.8. ¿Más allá del modelo estándar?
- 26. Teoría cuántica de campos
 - 26.1. El estatus fundamental de la QFT en la teoría moderna
 - 26.2. Operadores de creación y aniquilación
 - 26.3. Álgebras de dimensión infinita
 - 26.4. Antipartículas en QFT
 - 26.5. Vacíos alternativos
 - 26.6. Interacciones: lagrangianos e integrales de camino
 - 26.7. Integrales de camino divergentes: la respuesta de Feynman
 - 26.8. Construyendo diagramas de Feynman; la matriz S
 - 26.9. Renormalización
 - 26.10. Diagramas de Feynman a partir de lagrangianos
 - 26.11. Los diagramas de Feynman y la elección del vacío
- 27. El big bang y su legado termodinámico
 - 27.1. Simetría temporal en la evolución dinámica
 - 27.2. Ingredientes submicroscópicos
 - 27.3. Entropía
 - 27.4. El carácter robusto del concepto de entropía
 - 27.5. Derivación de la segunda ley... ¿o no?
 - 27.6. ¿Es el universo en su conjunto un «sistema aislado»?
 - 27.7. El papel del big bang

- 27.8. Agujeros negros
- 27.9. Horizontes de sucesos y singularidades espaciotemporales
- 27.10. Entropía de agujero negro
- 27.11. Cosmología
- 27.12. Diagramas conformes
- 27.13. Nuestro extraordinariamente especial big bang
- 28. Teorías especulativas del universo primitivo
 - 28.1. Ruptura espontánea de simetría en el universo primitivo
 - 28.2. Defectos topológicos cósmicos
 - 28.3. Problemas para la ruptura de simetría en el universo primitivo
 - 28.4. Cosmología inflacionaria
 - 28.5. ¿Son válidos los motivos para la inflación?
 - 28.6. El principio antrópico
 - 28.7. La naturaleza especial del big bang: ¿una clave antrópica?
 - 28.8. La hipótesis de curvatura de Weyl
 - 28.9. La propuesta de «ausencia de frontera» de Hartle-Hawking
 - 28.10. Parámetros cosmológicos: ¿estatus observacional?
- 29. La paradoja de la medida
 - 29.1. Las ontologías convencionales de la mecánica cuántica
 - 29.2. Ontologías no convencionales para la mecánica cuántica
 - 29.3. La matriz densidad
 - 29.4. Matrices densidad para espín 1/2: la esfera de Bloch
 - 29.5. La matriz densidad en situaciones EPR

- 29.6. Filosofía FAPP de la decoherencia por el entorno
- 29.7. El gato de Schrödinger con la ontología «de Copenhague»
- 29.8. ¿Pueden las ontologías (b) y (c) resolver el «gato»?
- 29.9. ¿Qué ontologías no convencionales pueden ayudar?
- 30. El papel de la gravedad en la reducción del estado cuántico
 - 30.1. ¿Va a quedarse aquí la teoría cuántica actual?
 - 30.2. Claves de una asimetría temporal cosmológica
 - 30.3. Asimetría temporal en la reducción del estado cuántico
 - 30.4. Temperatura del agujero negro de Hawking
 - 30.5. Temperatura del agujero negro a partir de la periodicidad compleja
 - 30.6. Vectores de Killing, flujo de energía... ¡y viaje en el tiempo!
 - 30.7. Flujo de energía saliente de órbitas de energía negativa
 - 30.8. Explosiones de Hawking
 - 30.9. Una perspectiva más radical
 - 30.10. El bulto de Schrödinger
 - 30.11. Conflicto fundamental con los principios de Einstein
 - 30.12. ¿Estados de Schrödinger-Newton preferidos?
 - 30.13. La propuesta FELIX y otras relacionadas
 - 30.14. Origen de las fluctuaciones en el universo primitivo
- 31. Supersimetría, supradimensionalidad y cuerdas
 - 31.1. Parámetros inexplicados
 - 31.2. Supersimetría
 - 31.3. El álgebra y la geometría de la supersimetría