

# **HISTORIA DE LA FÍSICA**

## **De Arquímedes a Einstein**

PROYECTO EDITORIAL  
FÍSICA

COORDINADOR:  
Francisco Sánchez Quesada



Queda prohibida, salvo excepción prevista en la ley, cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública y transformación de esta obra sin contar con autorización de los titulares de la propiedad intelectual. La infracción de los

derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual (arts. 270 y sigs. Código Penal). El Centro Español de Derechos Reprográficos ([www.cedro.org](http://www.cedro.org)) vela por el respeto de los citados derechos.

# HISTORIA DE LA FÍSICA

## De Arquímedes a Einstein

Agustín Udías Vallina



Consulte nuestra página web: [www.sintesis.com](http://www.sintesis.com)  
En ella encontrará el catálogo completo y comentado

© Agustín Udías Vallina

© EDITORIAL SÍNTESIS, S. A.  
Vallehermoso, 34 - 28015 Madrid  
Teléf.: 91 593 20 98  
<http://www.sintesis.com>

Depósito Legal: M. 40.205-2004  
ISBN: 84-9756-176-7

Impreso en España - Printed in Spain

Reservados todos los derechos. Está prohibido, bajo las sanciones penales y el resarcimiento civil previstos en las leyes, reproducir, registrar o transmitir esta publicación, íntegra o parcialmente por cualquier sistema de recuperación y por cualquier medio, sea mecánico, electrónico, magnético, electroóptico, por fotocopia o por cualquier otro, sin la autorización previa por escrito de Editorial Síntesis, S. A.

# ÍNDICE

PRÓLOGO .....	9
1. LOS ORÍGENES DE LA CIENCIA. EGIPTO Y MESOPOTAMIA .....	13
1.1. La ciencia y sus presupuestos culturales .....	13
1.2. Las explicaciones mitológicas .....	15
1.3. El proceso de desmitificación .....	17
1.4. Egipto .....	18
1.4.1. Las matemáticas .....	19
1.4.2. El calendario y la astronomía .....	22
1.5. Mesopotamia .....	23
1.5.1. Las matemáticas .....	23
1.5.2. La astronomía y la astrología .....	25
2. MATEMÁTICAS Y ASTRONOMÍA EN GRECIA .....	29
2.1. El camino de la razón .....	29
2.2. Aritmética y geometría .....	31
2.2.1. Pitágoras y su escuela .....	31
2.2.2. La Escuela de Atenas .....	32
2.2.3. Euclides y la Escuela de Alejandría .....	33
2.2.4. Arquímedes y Apolonio .....	35
2.2.5. El segundo período de la Escuela de Alejandría .....	36
2.3. Astronomía .....	37
2.3.1. Presocráticos y pitagóricos .....	38
2.3.2. La Escuela geocéntrica, Eudoxo e Hiparco .....	39
2.3.3. Tolomeo, el <i>Almagesto</i> .....	41
2.3.4. Astronomía no geocéntrica. Aristarco .....	44
2.4. Dimensiones del espacio astronómico .....	45
2.4.1. El tamaño de la Tierra y del universo. Eratóstenes y Arquímedes .....	46
3. FÍSICA Y FILOSOFÍA GRIEGAS. EL PRINCIPIO ÚLTIMO .....	49
3.1. La física matemática. Óptica y mecánica .....	49
3.2. Filosofía de la naturaleza .....	52
3.3. El principio de unidad material. Los presocráticos .....	53
3.4. La unidad en la racionalidad .....	54
3.5. La Escuela atomista. Demócrito .....	56
3.6. Las tradiciones platónica y aristotélica .....	57
3.6.1. Platón. El mundo de las ideas .....	58
3.6.2. Aristóteles. Física y cosmología .....	60
3.7. El Jardín y el Pórtico .....	64

4. ROMA, INDIA Y ARABIA .....	67
4.1. El Imperio romano .....	67
4.1.1. Obras públicas y el calendario .....	68
4.1.2. Las enciclopedias. Lucrecio, Varro y Plinio .....	69
4.2. Aritmética y álgebra en la India .....	73
4.3. La ciencia árabe .....	75
4.3.1. Matemáticas. Alkarismi .....	75
4.3.2. Astronomía. El astrolabio .....	77
4.3.3. Óptica y mecánica. Alhazen .....	79
4.3.4. Comentarios de Aristóteles. Avicena y Averroes .....	80
5. CIENCIA EN LA EDAD MEDIA .....	83
5.1. La época de transición. La tradición cristiana .....	83
5.2. El lento despertar de la ciencia. Isidoro y Beda .....	86
5.3. Las traducciones de la ciencia griega y árabe .....	89
5.4. Las universidades .....	90
5.5. Filósofos y teólogos y el estudio de la naturaleza .....	92
5.6. Filosofía natural y matemáticas .....	96
5.6.1. La doctrina aristotélica. Las cuestiones .....	97
5.7. La astronomía medieval. Sacrobosco y Peurbach .....	98
5.8. Crítica de Aristóteles. La teoría del ímpetus .....	100
5.8.1. Buridan, Oresmes y Soto .....	101
6. ORIGEN DE LA CIENCIA MODERNA. LA NUEVA ASTRONOMÍA .....	103
6.1. El Renacimiento .....	103
6.2. Copérnico y el heliocentrismo .....	104
6.3. La recepción del heliocentrismo .....	108
6.3.1. Gilbert y el magnetismo terrestre .....	109
6.3.2. Clavius y la reforma del calendario .....	109
6.4. Las observaciones y el sistema de Tycho Brahe .....	110
6.5. Kepler. Las leyes del movimiento de los planetas .....	112
6.6. Galileo. La lucha por el heliocentrismo .....	116
6.6.1. Las dos polémicas astronómicas .....	118
6.6.2. La defensa final del heliocentrismo .....	119
6.6.3. El copernicanismo y la Iglesia Católica .....	120
7. ORIGEN DE LA CIENCIA MODERNA. LA NUEVA MECÁNICA .....	123
7.1. El estudio del movimiento. Galileo .....	123
7.2. La visión mecanicista de la naturaleza .....	127
7.3. La Escuela francesa. Pascal .....	128
7.4. El mecanicismo racionalista de Descartes .....	130
7.4.1. Física y cosmología cartesianas .....	131
7.4.2. La geometría analítica .....	134
7.5. El mecanicismo poscartesiano. Huygens .....	135
7.6. La Escuela empirista inglesa. Boyle y Hooke .....	137
7.7. Experimentos y formalización matemática .....	140
7.8. Academias y sociedades científicas .....	140

8. ISAAC NEWTON .....	143
8.1. Vida y obras .....	143
8.2. <i>Principia</i> . Mecánica y gravitación .....	146
8.2.1. Las leyes de la mecánica .....	147
8.2.2. Gravedad y movimiento planetario .....	149
8.3. La naturaleza de la gravitación .....	152
8.4. <i>Óptica</i> . La naturaleza de la luz y los colores .....	154
8.5. Composición atómica de la materia .....	156
8.6. Cálculo infinitesimal. La controversia con Leibniz .....	157
8.7. Filosofía de la ciencia .....	160
9. LA MECÁNICA CLÁSICA .....	163
9.1. La Ilustración y la Revolución industrial .....	163
9.2. El desarrollo del cálculo .....	165
9.3. Trabajo y energía .....	166
9.3.1. Conservación de la energía .....	167
9.4. La mecánica analítica. Euler, Lagrange y Hamilton .....	168
9.5. Teoría de la elasticidad .....	171
9.5.1. Aplicaciones a la sismología .....	173
9.6. Mecánica de fluidos .....	174
9.7. La propagación del sonido .....	175
9.8. La mecánica celeste y terrestre. Laplace .....	176
9.8.1. Los nuevos planetas .....	178
9.8.2. La forma y la rotación de la Tierra .....	179
9.9. Dinámica no lineal y procesos caóticos .....	182
10. CALOR Y TERMODINÁMICA. TEORÍA DE LOS GASES .....	185
10.1. Naturaleza del calor, sustancia o movimiento .....	185
10.1.1. El equivalente mecánico del calor. Joule .....	187
10.2. Calor y temperatura. Fourier .....	188
10.3. Termodinámica. La entropía. Carnot, Clausius y Kelvin .....	190
10.4. La teoría cinético-molecular de los gases. Maxwell y Boltzmann .....	195
10.5. Procesos irreversibles fuera del equilibrio. Prigogine .....	198
10.6. La meteorología .....	199
11. LUZ, ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO .....	201
11.1. Tres fenómenos independientes .....	201
11.2. Vuelta a la teoría ondulatoria de la luz. Young y Fresnel .....	202
11.3. Electricidad, fluido y carga. Coulomb .....	204
11.4. Corriente eléctrica. Volta y Ohm .....	207
11.5. Capacidad y autoinducción eléctrica .....	209
11.6. Magnetismo. Gauss .....	209
11.6.1. El magnetismo terrestre .....	211
11.7. Unificación de la electricidad y el magnetismo. Ampère y Faraday .....	212
11.8. La formalización del electromagnetismo. Las ecuaciones de Maxwell .....	216
11.9. Experimentos con ondas electromagnéticas. Hertz .....	219
11.10. Electrónica .....	220
12. LA NUEVA FÍSICA. EINSTEIN Y LA TEORÍA DE LA RELATIVIDAD .....	223
12.1. Un siglo de cambios .....	223

12.2. Los premios Nobel .....	225
12.3. Nacimiento de una nueva física .....	226
12.4. Desarrollos precursores de la relatividad .....	226
12.5. Albert Einstein. Vida y obras .....	229
12.6. La teoría especial de la relatividad .....	231
12.7. El mundo absoluto de Minkowski .....	233
12.8. Teoría general de la relatividad .....	234
12.9. Aceptación de la teoría de la relatividad .....	237
12.10. Comprobación experimental .....	237
13. LA FÍSICA CUÁNTICA .....	239
13.1. Planck. El cuanto de acción .....	239
13.2. Einstein. El fenómeno fotoeléctrico .....	242
13.3. Bohr. La cuantificación del átomo .....	243
13.4. Dualidad partícula-onda .....	245
13.5. Formulación de la mecánica cuántica. Heisenberg y Schrödinger .....	246
13.6. Otros desarrollos. Dirac .....	250
13.7. Estadística cuántica .....	251
13.8. Teoría cuántica de campos .....	252
13.9. Interpretaciones de la mecánica cuántica .....	253
14. ESTRUCTURA DE LA MATERIA. ÁTOMOS Y PARTÍCULAS .....	257
14.1. Átomos y moléculas de los químicos .....	257
14.1.1. Espectros de emisión y absorción .....	261
14.2. Radiactividad .....	262
14.3. Primeros modelos del átomo. Rutherford .....	264
14.4. Modelos cuánticos del átomo. El espín .....	267
14.5. Modelos del núcleo. Fuerza nuclear fuerte y débil .....	268
14.6. Física de partículas. Gell-Mann .....	270
14.7. Teoría de los quarks. El modelo estándar .....	272
14.8. Física del estado sólido .....	274
14.9. Teorías de la unificación. Supercuerdas .....	276
15. ESTRUCTURA DEL UNIVERSO. DE LA NEBULOSA AL BIG-BANG .....	279
15.1. El universo newtoniano .....	279
15.2. Estrellas y galaxias. Kant y Herschel .....	280
15.3. Evolución de estrellas y planetas. Russell y Bethe .....	282
15.3.1. De estrellas a agujeros negros .....	284
15.3.2. Origen de los planetas .....	286
15.4. Modelos relativistas del universo. Einstein y De Sitter .....	288
15.4.1. Universos en expansión. Friedmann, Lemaître y Eddington .....	288
15.4.2. El universo estacionario. Bondi, Gold y Hoyle .....	290
15.5. Descubrimientos de observación. Hubble, Penzias y Smoot .....	290
15.6. El modelo estándar del big-bang .....	293
15.7. Cuestiones cosmológicas .....	295
BIBLIOGRAFÍA .....	297
ÍNDICE ONOMÁSTICO .....	299