

INDICE

Prefacio a la primera edición	11
Prefacio a la segunda edición	21
Prefacio a la tercera edición	24

PRIMERA PARTE

SURGIMIENTO Y CARÁCTER DE LA CIENCIA

I. Introducción 35

Aspectos de la ciencia, 39.

1.1 La ciencia como institución 41

1.2 Los métodos de la ciencia 46

Observación y experimento, 47. Clasificación y medición, 47. Aparatos, 48. Leyes, hipótesis y teorías, 49. El lenguaje de la ciencia, 50. La estrategia de la ciencia, 50. Ciencia y arte, 53. El científico y el ingeniero, 55.

1.3 La tradición acumulativa de la ciencia 56

La trayectoria del avance científico y técnico, 58.
El papel de los grandes hombres, 60.

1.4 La ciencia y los medios de producción 61

El carácter clasista de la ciencia primitiva, 64.

1.5 La ciencia natural como fuente de ideas generales 67

Materialismo e idealismo, 70.

1.6 Las interacciones de la ciencia y la sociedad . . . 72

SEGUNDA PARTE

LA CIENCIA EN EL MUNDO ANTIGUO

Introducción, 79.

II. Las sociedades humanas primitivas: La Edad Paleolítica 83

2.1 Los orígenes de la sociedad 83

2.2 La base material de la vida primitiva 84

Utensilios y herramientas, 84. Vestidos, 86. El

	fuego y el arte de cocinar, 87. Conocimiento de los animales, 88. Arte primitivo, 89.	
2.3	La base social de la vida primitiva	89
	El lenguaje, 89. Simbolismo, 91. La vida social primitiva, 91. Recolección de alimentos y caza. La división del trabajo, 92. Totemismo y magia, 93. Ritual y mito, 94.	
2.4	Los orígenes de la ciencia racional	96
	La mecánica, 97. La clasificación en la ciencia primitiva, 98. Las sanciones de la tradición, 99.	
2.5	La transformación del medio ambiente	100
	Utensilios al finalizar la edad paleolítica, 101. Projectiles y máquinas, 102.	
2.6	Las organizaciones sociales y las ideas	104
	El hechicero, 105. La teoría de la magia: los espíritus, 106.	
2.7	Las conquistas del hombre primitivo	107
	Las limitaciones de una economía de cazadores, 108.	
III. Agricultura y civilización		110
3.1	El tránsito a la economía productiva	110
	El origen de la agricultura, 110. Oficios agrícolas y artes domésticas, 113. El trabajo, 114. La ciencia y los nuevos oficios, 115. La edad neolítica, 116. La formalización de la religión, 118. La cultura rural, 119.	
3.2	La civilización	119
	Cultura fluvial, 119. Ampliación de la coordinación social, 120. El origen de la ciudad, 121. La evolución de la vivienda, 123. Templos, dioses y sacerdotes, 123. Servidores de los templos y artesanos, 124. Sociedades divididas en clases. Esclavos y siervos, 125. Comercio y mercaderes, 126. El derecho y el Estado, 127.	
3.3	Las técnicas de la civilización	129
	El descubrimiento de los metales, 129. Efectos del empleo de los metales, 130. El oficio del forjador, 131. Transportes, 132. Las embarcaciones, 132. La rueda, 133.	
3.4	El origen de la ciencia cuantitativa	136
	Cálculo, escritura y ciencia, 136. Números y jeroglíficos, 137. Matemáticas, aritmética y geometría, 138. La astronomía y el calendario, 141. La astrología, 142. La medicina, 144. La química primitiva, 145.	

3.5	Los orígenes clasistas de la ciencia primitiva	147
	Escribas y trabajadores, 148. Magia y ciencia, 150.	
3.6	Triunfos y fracasos de las primeras civilizaciones	152
	Estancamiento técnico, 153. La guerra, 154. El arte militar y la técnica: el ingeniero, 155. Comercio e imperio, 156. El imperio y el dios supremo, 157.	
3.7	La propagación de la civilización	157
	Los primeros bárbaros, 158. La esclavitud, 159. La decadencia, 160.	
3.8	El legado de la civilización primitiva	161

IV. La Edad de Hierro: la Cultura Clásica 163

4.1	Orígenes de las culturas de la Edad de Hierro	164
	El impacto del descubrimiento del hierro, 164. La metalurgia del hierro, 165. El hacha y el arado, 167. Navíos y comercio, 167.	
4.2	Las ciudades de la Edad de Hierro	169
	La política, 169. El dinero y las deudas, 171. El alfabeto y la literatura, 173.	
4.3	Fenicios y hebreos	173
	La Biblia: la ley y la virtud, 174. El Génesis, 175.	
4.4	Los griegos	176
	La cultura clásica, 177. El nacimiento de la ciencia abstracta, 177. Las bases económicas de la ciudad griega, 179. Arte y dialéctica, 180. La separación de la ciencia y la técnica, 181. Arquitectura, 183. Contenido y método en la ciencia griega, 184. Las etapas en el desarrollo de la ciencia griega, 185.	
4.5	La ciencia griega primitiva	186
	Naturalismo jónico, 186. Filósofos y sabios, 187. El mundo y sus elementos: Tales, Heráclito y Empédocles, 189. Cantidad y número: Pitágoras, 191. Las razones y los irracionales, 193. El misticismo ingresa en la ciencia, 194. La influencia de Pitágoras, 195. Parménides, 196. Los átomos y el vacío: Demócrito, 198. La época de Pericles, 199. El triunfo de la geometría, 200. Astronomía esférica, 201. La medicina griega: Hipócrates, 202. La doctrina de los humores, 204.	
4.6	La proeza ateniense	206
	La filosofía social de Atenas, 206. Los filósofos de la reacción, 207. Sócrates y la lógica, 207. Platón, 209. El idealismo platónico, 211. La astrología, 212. La Academia, 213. El platonismo, 214. Aris-	

- tóteles, 214. Clasificación y lógica formal, 215. La física aristotélica, 216. Las causas finales, 218. El movimiento y el vacío, 218. Biología: la escala de la naturaleza, 219. Materia y forma, 220. Sustancia y esencia, 221. El hombre y Dios, 221. La influencia de Aristóteles, 223.
- 4.7 El Imperio Alejandrino 224
La ciencia helenística, 224. La ciudad helenística y los imperios macedónicos, 226. Las filosofías de la aceptación, 227. Desarrollo científico, 228. El Museo de Alejandría, 229. Matemáticas helenísticas: Euclides, 232. Astronomía helenística: Hiparco y Ptolomeo, 233. Geografía científica, 236. Mecánica helenística: Arquímedes, 236. Estática e hidrostática, 238. Neumática, 238. La aurora de la química científica, 239. Historia natural, 240. Medicina helenística: Galeno, 240.
- 4.8 Roma y la decadencia de la ciencia clásica 241
Obras públicas y comercio, 244. Arquitectura, 245. Agricultura, 245. Administración y legislación, 245. Decadencia y ocaso, 246. Decadencia económica e intelectual, 247. El misticismo y la religión organizada, 247. Los bárbaros, 249. Desaparición de la organización y de la técnica, 250.
- 4.9 El legado del mundo clásico 250

TERCERA PARTE

LA CIENCIA EN LA EDAD DE LA FE

Introducción, 263.

V. La ciencia en la transición hacia el feudalismo 266

- 5.1 El desarrollo de la civilización después de la caída del Imperio Romano 266
La transición al feudalismo, 269.
- 5.2 La edad de la fe 270
Cristianismo primitivo, 272. Organización eclesiástica, 274. El fin del paganismo, 275.
- 5.3 Dogma y ciencia 276
Ortodoxia y herejía, 276.
- 5.4 La reacción contra el helenismo 278
La ciencia en Siria y Egipto, 278. El florecimiento

de la cultura en la India, 280. Números hindúes: el cero, 280. La cultura de Bizancio, 281. La transmisión de la cultura clásica, 282.

- 5.5 Mahoma y el surgimiento del Islam 283
El renacimiento árabe, 286. El nuevo impulso a la ciencia clásica, 287.
- 5.6 La ciencia islámica 289
El carácter de la ciencia islámica, 291. Matemáticas, 292. Astronomía, 293. Geografía, 293. Medicina islámica, 294. Óptica, 294. El comienzo de la química científica, 295. El legado de la ciencia islámica, 298.
- 5.7 La decadencia de la cultura islámica 299

VI. Ciencia y técnica medievales 304

- 6.1 La edad del oscurantismo en Europa Occidental 304
- 6.2 El sistema feudal 306
Las poblaciones medievales, 309.
- 6.3 La Iglesia en la Edad Media 311
El advenimiento de los frailes, 313.
- 6.4 La escolástica y las universidades 315
El impacto de los conocimientos árabes y griegos, 316. La fe y la razón, 317. La oposición nominalista, 319.
- 6.5 La ciencia medieval 320
Matemáticas y astronomía, 322. Limitaciones de la ciencia medieval, 323. La concepción medieval del mundo, 326. Jerarquía, 327.
- 6.6 La transformación de la economía medieval por las nuevas técnicas 328
Arquitectura medieval, 330. Innovaciones técnicas provenientes del Oriente y la China, 330. Las nuevas guarniciones para las caballerías, 334. Molinos de agua y molinos de viento, 334. El reloj, 336. La brújula de los navegantes, 337. El timón de codaste, 338. La navegación, 339. Lentes y espejos, 339. La pólvora y el cañón, 340. Las consecuencias científicas —químicas y físicas— de la pólvora, 341. La destilación y el alcohol, 343. El papel, 344. La imprenta, 345. Los libros baratos, la religión y el nuevo saber, 345.
- 6.7 El desarrollo de la última fase de la economía medieval 346
Comercio y matemáticas, 348. Arte y ciencia, 349.
- 6.8 Los frutos de la Edad Media 349

CUARTA PARTE

EL NACIMIENTO DE LA CIENCIA MODERNA

Introducción, 359. La revolución científica, 361. Las fases principales en la transformación de la ciencia, 364.

VII. La Revolución Científica 366

7.1 La primera fase: El Renacimiento (1440-1540) 366
La revolución humanista en las actitudes y en las ideas, 369. Placer, arte y dinero, 370. La unión íntima entre el artesano y el sabio, 371. La exploración del mundo, 372.

7.2 Arte, naturaleza y medicina 375
El arte renacentista, 375. Perspectiva y visión, 376. Naturaleza y hombre, 377. Medicina renacentista, 378. Los ingenieros: Leonardo da Vinci, 379. Tecnología renacentista, 381. Metalurgia y química, 381. Paracelso y la doctrina de los espíritus, 382.

7.3 Navegación y Astronomía 385
Viajes y descubrimientos, 385. Cristóbal Colón y el Nuevo Mundo, 386. Efectos económicos y científicos, 388. La revolución copernicana, 390. Las conquistas del Renacimiento, 392.

7.4 La segunda fase: La ciencia durante las primeras revoluciones burguesas (1540-1650) 393
El avance de la tecnología, 395. Los altos hornos y el vaciado del hierro, 396. El uso de la hulla, 397. Los proyectistas: Simon Sturtevant, 398. Los nuevos filósofos experimentales, 400. Educación científica: el Gresham College, 402.

7.5 La justificación del sistema solar 403
Uraniemburgo y Tycho Brahe, 404. Kepler, 405. El telescopio, 406. Galileo Galilei, 407. La caída de los cuerpos: la dinámica, 409. Física experimental, 410. El renacimiento de las matemáticas, 411. Estática y dinámica: propiedades primarias y secundarias, 412. Destrucción de la antigua cosmología, 413. El proceso de Galileo, 413. El magnetismo: Norman y Gilbert, 415. La mecánica del cuerpo humano, 417. Harvey y la circulación de la sangre, 417. La química, 419.

7.6 La nueva filosofía 419
Los profetas: Bacon y Descartes, 420. El *Novum*

Organum y el *Discours de la Méthode*, 421. Propiedades primarias y secundarias, 425. Separación de religión y ciencia, 426.

7.7 La tercera fase: La ciencia alcanza su mayoría de edad (1650-1690) 428

Le Grand Siècle, 430. Fundación de las sociedades científicas, 431. Promesas y realizaciones: primeros fracasos y éxitos ulteriores, 436. La ciencia se convierte en una institución, 437. Centros de interés en la técnica 440. Robert Boyle, 441. Robert Hooke, 443.

7.8 La formación de la nueva concepción del mundo 444
La filosofía corpuscular: Gassendi, 445. Instrumentos físicos: lentes ópticos, 446. La óptica de Newton: la doctrina de los colores, 447. La luz como corpúsculos o como ondas: Huygens, 448. El microscopio: el nuevo mundo de los objetos pequeños, 448. El vacío y el barómetro, 449. Von Guericke y la máquina neumática, 450. El falso amanecer de la química racional, 452. La biología del siglo xvii, 454.

7.9 La mecánica celeste: La síntesis newtoniana . . . 455
Determinación de la longitud geográfica, 456. El cronómetro, 457. Los movimientos planetarios: la doctrina de la atracción, 458. Isaac Newton, 459. El cálculo infinitesimal, 461. Los "Principia", 462. Newton sustituye a Aristóteles: un universo establecido frente a un universo afirmado, 464. El prestigio y la influencia de Newton, 467.

7.10 Mirada retrospectiva: El capitalismo y el nacimiento de la ciencia moderna 468
La unidad de la ciencia en el siglo xvii, 468. Filosofía matemática, 469. La ciencia y los problemas técnicos, 469. La ciencia demuestra su valor, 470. Los antiguos y los modernos, 471. La revolución intelectual, 472. La ciencia establecida, 476.

QUINTA PARTE

CIENCIA E INDUSTRIA

Introducción. 481. Técnica y ciencia. 483. La Revolución Científica y la Revolución Industrial, 484. Fases y aspectos en el desarrollo de la industria y la ciencia, 485.

VIII. Antecedentes y consecuencias de la Revolución Industrial	488
8.1 La pausa a comienzos del siglo XVIII (1690-1760)	488
La ciencia se pone de moda en Francia: los filósofos, 491. La propagación de la ciencia en Europa: Prusia, Suecia, Rusia, 492. El establecimiento de la ciencia: la influencia de Newton, 493. Nuevos intereses: la electricidad y la botánica, 494. El nuevo orden en la filosofía, 495.	
8.2 La ciencia y las revoluciones (1760-1830)	496
La Revolución Industrial, 497. Hulla y hierro, 498. Mecanización de la industria textil, 499. Capitalismo industrial, 500. Concentración de la industria, 501. La revolución en la agricultura, 502. Los creadores de la Revolución Industrial, 503. La máquina de vapor, 503. La ciencia en las regiones industriales: la <i>Encyclopédie</i> , 504. Benjamin Franklin, 505. Las academias desidentes y la <i>Lunar Society</i> , 506. La química racional y la revolución neumática, 508. La Edad de la Razón: Joseph Priestley, 509. Antoine Laurent Lavoisier, 512.	
8.3 La Revolución Francesa y sus efectos sobre la ciencia	514
Napoleón: patrocinador de la ciencia, 515. La <i>Royal Institution</i> : el conde Rumford, 517. La reacción posterior a Napoleón, 518.	
8.4 El carácter de la ciencia en la Revolución Industrial	519
8.5 El tercio medio del siglo XIX (1830-1870)	522
Los utilitaristas, 524. El advenimiento de los ingenieros, 525. El ferrocarril y el buque de vapor, 526. El telégrafo, 526. La organización de la ciencia, 528. La Asociación Británica para el Progreso de la Ciencia, 528. Las sociedades científicas, 530. La ciencia en las universidades, 530. La clase media y la ciencia popular, 531.	
8.6 Los progresos de la ciencia en el siglo XIX	532
El triunfo de la química, 533. La conservación de la energía, 533. La evolución, 534. El surgimiento del socialismo, 536. Ciencia y cultura, 537.	
8.7 El final del siglo XIX (1870-1895)	537
La edad del acero, 539. El surgimiento de la industria alemana, 539. La industria eléctrica, 540. La medicina científica, 541. La carrera por las colonias, 544.	

8.8 La ciencia en la última parte del siglo XIX	546
La teoría electromagnética de la luz, 546. La tabla periódica de los elementos, 546. Laboratorios de investigación, 547. Prepotencia de la ciencia alemana, 548. La gran depresión, 548.	
IX. Desenvolvimiento de las ciencias en los siglos XVIII y XIX	551
9.0 Introducción	551
9.1 Calor y energía	554
Evolución de la máquina de vapor, 555. Calor específico y calor latente: Joseph Black, 558. James Watt: el condensador separado, 559. Matthew Boulton: la propagación de la máquina de vapor, 559. La locomotora y el motor marino, 560. Interacción de la técnica y la economía en la Revolución Industrial, 561. Introducción del calórico, 562. Carnot: la máquina térmica reversible, 563. La conservación de la energía: Mayer, Joule, Helmholtz, 564. La energía disponible, 566. La filosofía de la energía: Mach, Ostwald y el neopositivismo, 567.	
9.2 Maquinaria y metalurgia	567
Los ingenieros, 568. Eficiencia y utilidad: la turbina y el motor de combustión interna, 570. Construcción de maquinaria: la máquina-herramienta, 571. La revolución en los metales, 572. La edad del hierro, 573. La edad del acero: Bessemer, Siemens, Gilchrist Thomas, 574.	
9.3 Electricidad y magnetismo	576
Los primeros conocimientos de la electricidad: los efectos de la fricción, 576. Gray: conductores y no-conductores, 577. Dufay: las dos clases de electricidad, 578. La "botella de Leyden" y el choque eléctrico, 578. Franklin: electricidad positiva y negativa, 579. El pararrayos, 579. Coulomb y la ley de la atracción, 580. La electricidad animal: Galvani, 581. La corriente eléctrica y la pila: Volta, 581. Electromagnetismo, 583. ¿Descubrimientos accidentales?, 584. Michael Faraday: la inducción electromagnética, 585. El campo electromagnético: Maxwell, 586. Ondas electromagnéticas, 586. El retardo en la aplicación de la electricidad, 587.	

La luz de arco y la dínamo, 588. La descarga eléctrica y la nueva física, 591.

9.4 Química 592

Fin de la alquimia, 592. La indagación de los principios químicos, 593. Doctrina del flogisto, 593. La lógica del flogisto, 594. La revolución neumática: los indomables espíritus silvestres: van Helmont, 595. Hales y la manipulación de los gases, 596. La medición rigurosa del peso: la conservación de la materia, 596. Joseph Black: el aire fijo, 597. Joseph Priestley y el descubrimiento del oxígeno, 597. Derrumbe de la teoría del flogisto, 598. Los elementos químicos, 599. Primacía de la química, 600. La química de la nutrición y de la respiración, 601. Dalton: la teoría atómica, 601. La cristalografía: Haüy, 602. La electrólisis: Humphry Davy y Faraday, 602. Química inorgánica y mineralogía: Berzelius, 602. Química orgánica: Dumas y von Liebig, 603. La ley de Avogadro, 604. Moléculas asimétricas: Pasteur, 604. Kekulé y el anillo del benceno: la valencia, 605. Van't Hoff y Le Bel: la estereoquímica, 606. Los colorantes sintéticos y la industria química alemana, 606. La físico-química, 607. El comienzo de la bioquímica, 609.

9.5 Biología 610

Historia natural y clasificación: Linneo, 613. Necesidad de un sistema natural: Buffon, 614. Los primeros evolucionistas: Lamarck, 615. La geología especulativa y la creación, 616. Hutton y el sentido común, 616. Los *Principles* de Lyell, 617. Carlos Darwin y la evolución orgánica, 618. La selección natural, 619. El *Origen de las especies* y la controversia sobre la evolución, 619. *Naturphilosophie*, 620. El microscopio: tejidos y células, 620. La teoría celular, 621. Fermentación, 622. Pasteur y la bacteriología, 622. La enfermedad del gusano de seda y la teoría de los gérmenes, 624. Pasteur enfrentado a los médicos, 625. Fundación de la medicina científica, 625. El dominio de las epidemias: la bacteriología, 626. Claude Bernard y la química fisiológica, 627. Neurología, 627. Agricultura científica, 628. La nutrición de animales y plantas, 629. Abonos artificiales, 630.

La industria alimenticia: la refrigeración, 631. Biología aplicada: medicina y agricultura, 631.

9.6 Mirada retrospectiva 632

La ciencia en la época del capitalismo, 632. La clase obrera y el socialismo, 634. La ciencia en el mundo de las ideas, 636. La evolución como fuerza social, 636. La posición social del científico, 640. El ideal de la ciencia pura: el pesimismo cósmico, 644. Los límites de la ciencia, 645.

Bibliografía 647

Esta obra se terminó de imprimir el
5 de mayo de 1979, en las oficinas
de Editorial Mase, S. A., Avenida
Año de Juárez 124-D, México D.F.
D. F. 20 días después de haberse iniciado.