

"Yo soy uno de los muchos que esperábamos que los fascículos que Leonardo Moledo –con la coautoría de Nicolás Olszevicki– publicó en *Página/12* se reunieran en un libro. Por fin, nuestro deseo se realiza, y además se interpreta así la voluntad de los fascículos, que quieren juntarse y juntos vivir y decir. El libro es una hazaña doble: prueba que la ciencia puede ser muy seria sin perder el sentido del humor, y además, por si eso fuera poco, aunque el libro se lea de un tirón, perdurará siglos en el lector."

**EDUARDO GALEANO**

Este libro, la primera historia general de la ciencia ensayada en la Argentina en los últimos cincuenta años, es la narración del esfuerzo intelectual del hombre por comprender el mundo en el que le tocó vivir, desde aquel lejano momento en que logró dominar el fuego mediante el golpe inteligente de dos piedras de sílex hasta la Máquina de Dios, el gigantesco proyecto que indaga las profundidades de la materia.

A través de un recorrido salpicado de anécdotas, poemas, milongas, escenas teatrales y viajes en el tiempo, el lector podrá comprender los grandes momentos de las ideas científicas: el heliocentrismo de Copérnico, la teoría del movimiento de Galileo, la ley de gravedad de Newton, la teoría de la evolución de Darwin, la teoría de la relatividad de Einstein, el *big bang*, la mecánica cuántica... Y así siguiendo. No se trata, sin embargo, de una epopeya protagonizada por héroes. Trazando linajes que articulan el pensamiento antiguo con el medieval, el medieval con el moderno y el moderno con el contemporáneo, los autores reconstruyen los hilos que forman nuestra cosmovisión actual y, así, logran despojar a la ciencia de su carácter solemne y mostrar su historia como un interminable y luminoso diálogo.

Leonardo Moledo y Nicolás Olszevicki han escrito un libro apasionante, que se lee con fruición, como las mejores novelas de aventuras. *Historia de las ideas científicas* no está pensado para especialistas. Es, más bien, un texto ideal para todo aquel que alguna vez se haya inquietado, como lo hicieron los protagonistas de esta historia, por el funcionamiento del mundo que lo rodea.

## Índice

<i>Muy breve introducción</i> .....	9
<i>Algunas aclaraciones preliminares</i> .....	13

### UN LARGO AMANECER

1. La ciencia antes de la ciencia .....	17
Océanos de tiempo .....	17
Revolución .....	20
Mesopotamia .....	21
Egipto es un don del Nilo .....	24
Cosmologías precientíficas y mitológicas .....	25
La ciencia en la Antigüedad .....	
2. El eclipse .....	31
La ciudad de Mileto .....	32
Vida de Tales .....	33
Tales toma una decisión .....	35
Los discípulos de Tales: Anaximandro y lo ilimitado .....	37
Anaxímenes: el aire .....	38
Balance de la escuela de Mileto .....	39
3. Ser o no ser .....	41
Parménides conduce a la ciencia a un callejón sin salida .....	42
Aquiles y la tortuga: Zenón de Elea .....	47
Meliso de Samos .....	49
Todos contra el ser: Leucipo, Demócrito y el atomismo .....	49
La solución de Empédocles: los cuatro elementos (la fractura de lo Uno) .....	52
Pitágoras y el camino de los números .....	55

4. Platón y Aristóteles .....	61
La muerte de Sócrates .....	61
Atenas, capital del siglo V .....	64
Platón y sus andanzas .....	65
Anaxágoras: el <i>nous</i> .....	65
Los «dos mundos» de Platón .....	67
El conocimiento .....	70
Explicar el mundo: Aristóteles, un sistema completo .....	72
Aristóteles y Platón .....	73
La física de Aristóteles .....	75
El problema del movimiento .....	76
Biólogo, químico, geólogo, minerólogo .....	82
 5. La escuela de Alejandría .....	84
El carácter de la ciencia alejandrina .....	85
Medir el mundo: varillas y camellos .....	87
Euclides: axiomatizar la realidad .....	90
El oráculo de Delfos .....	94
Las cónicas de Apolonio .....	95
Arquímedes de Siracusa: llegar al límite .....	96
El destino de los espejos .....	100
El arenario y el infinito .....	101
Los juguetes de Herón .....	101
Diofanto: el canto del cisne .....	103
Decadencia de la Biblioteca .....	103
Interludio: La biblioteca de Alejandría y el fuego .....	106
 6. La medicina antigua de Hipócrates a Galeno .....	107
Retrocedamos un poco .....	108
El papiro Ebers .....	109
Primitiva medicina griega .....	110
Hipócrates de Cos .....	114
Alejandría .....	116
Un poco de medicina romana .....	118
Vida de Galeno .....	121
Balance .....	124
 7. El asalto al cielo .....	126
No es tan simple .....	129
La astronomía heredada .....	131
Los primeros intentos .....	133

La cosmología pitagórica .....	135
El mandato de Platón .....	139
Las esferas de Eudoxo .....	141
Una novedad interesante .....	143
Hiparco y la astronomía observacional: el cielo como herencia ..	146
Un viejo amigo aporta una idea innovadora .....	148
Tolomeo resuelve el problema y marca el final de la ciencia griega	150

## LUCES Y SOMBRA DE LA EDAD MEDIA Y EL RENACIMIENTO

8. Plantas, animales y lugares que nunca existieron .....	155
El ocaso del Imperio .....	158
La nueva religión .....	159
Herbarios y bestiarios .....	163
Monasterios .....	168
El renacimiento carolingio .....	170
Tiempo y espacio: el cosmos medieval .....	172
Geografías imaginarias .....	175
Finale .....	178
9. En la taberna .....	179
I. El Islam .....	180
La ciencia árabe .....	182
Astronomía y óptica .....	184
Alquimias .....	184
La medicina .....	186
II. La revolución del siglo XI .....	187
Desde Chartres le contestan a un tal Pedro Damián.....	189
Nacen las universidades y los universitarios .....	191
La escolástica tiene mala fama y es injusto .....	192
III. En la taberna .....	193
El nombre de la rosa .....	195
La vuelta de Aristóteles .....	196
La escuela de Oxford y el resurgimiento de la empiria...	198
Un mundo de luz .....	199
Submarinos y máquinas voladoras .....	200
IV. La navaja de Ockham .....	202
Nicolás de Cusa: el universo indeterminado .....	205
V. Finale .....	206

10. Magos, brujas, humanistas e ingenieros:	
de la Edad Media al Renacimiento .....	207
Un navegante afortunado .....	209
Los humanistas .....	212
Paracelso: no hay tutía .....	214
Volar es para los pájaros .....	218
El martillo de las brujas .....	223
El prestigio del demonio .....	227
11. Un sinuoso camino hacia la Revolución Científica .....	229
La Reforma .....	230
La gran cadena del ser .....	234
El desarrollo de las «ciencias de la naturaleza» .....	236
La lección de anatomía .....	239
Pólvora y aceite hirviendo .....	242
Conejos y ecuaciones .....	247
La primavera de Botticelli .....	250
Vivir geométricamente: la silla vacía .....	253
12. El problema del movimiento .....	255
La mano y la piedra .....	256
La piedra y la flecha: los movimientos violentos .....	261
La escuela de Oxford y el estudio matemático del movimiento .....	265
El cañón y la bala: la caída de los cuerpos y la acción a distancia .....	268
Benedetti llega a un paso de Galileo .....	273
¿Qué estaba pasando? .....	274
LA REVOLUCIÓN CIENTÍFICA	
13. El hombre que movió al mundo .....	279
La astronomía en tiempos de Copérnico .....	282
Gerolamo Fracastoro, esferas y medicina .....	285
La rotación terrestre .....	287
Pequeños avatares de un gran científico .....	290
El nuevo sistema .....	293
Las dificultades .....	295
El prólogo fraguado .....	298
El libro no fue un bestseller .....	300
Elogio de Copérnico y despedida provisoria .....	301

14.	La derrota del círculo .....	303
	Tycho Brahe mira el cielo y ve algo raro .....	303
	Un gran observador .....	307
	La supernova de Tycho (y algunas más) .....	308
	El examen del cielo .....	309
	El ocaso de las esferas .....	310
	El sistema de Tycho .....	312
	Johannes Kepler .....	314
	El misterio del Universo .....	317
	Kepler hereda el cielo de Tycho .....	321
	La órbita de Marte: contra el círculo .....	322
	El <i>anima motrix</i> .....	326
15.	Galileo .....	328
	Vida de Galileo .....	329
	Pisa: ¿nos perdimos un buen médico? .....	330
	Padua .....	331
	El problema del movimiento .....	333
	Planos inclinados y la ley de caída de los cuerpos .....	335
	El principio de inercia .....	339
	El principio de relatividad .....	340
	El telescopio .....	343
	Galileo defiende a Copérnico .....	346
16.	El conflicto con la Iglesia .....	349
	I. Escena inicial .....	349
	II. El primer conflicto .....	354
	Un trágico antecedente .....	356
	Volvemos a Galileo, Roma, 1616 .....	358
	III. Intermedio .....	362
	IV. El segundo proceso .....	364
	El diálogo .....	365
	Galileo era «culpable» .....	367
	Balance: los dos juicios .....	370
	VI. Final .....	372
	INTERLUDIO: MILONGA DE GALILEO .....	374
17.	Newton, hacedor de universos .....	378
	Vida de Newton .....	380
	El Trinity College .....	381
	Manzanas .....	382

Óptica .....	384
El embrollo de la fuerza centrífuga .....	385
Los <i>Principia</i> .....	388
La ley de gravitación universal .....	391
Después de los <i>Principia</i> .....	392
Sin lugar para los ángeles: espacio y tiempo absolutos .....	393
El regreso del cometa Halley .....	396
 18. En busca de la certidumbre: el compromiso de 1758 .....	398
Francis Bacon y el programa inductivo .....	399
El problema de la inducción .....	400
Descartes: el entronamiento de la razón y el universo mecánico .....	404
Rehacer la filosofía .....	405
Física cartesiana .....	409
El hombre máquina .....	412
La geometría analítica .....	413
Conclusión cartesiana .....	414
Avatares y conflictos .....	415
El compromiso de 1687 .....	415
El compromiso de 1758 .....	417
 LA CIENCIA ILUSTRADA: EL TRIUNFO DE LAS DISCIPLINAS PARTICULARES	
 19. Los éxitos de la ciencia experimental .....	421
William Gilbert y el magnetismo .....	421
La Royal Society y las primeras academias .....	426
El triunfo del vacío .....	429
 20. La circulación de la sangre y las nuevas polémicas biológicas...	434
William Harvey .....	434
La circulación de la sangre .....	435
Las ideas biológicas después de Harvey: iatroquímicos, iatromecánicos y clínicos .....	441
Vitalismo y mecanicismo .....	444
Los microscopistas .....	446
Ovistas y espermatistas .....	450
La generación espontánea .....	453
El fin de la generación espontánea .....	459

21.	Todos los fuegos el fuego: la revolución química .....	462
	Historia del fuego .....	463
	Átomos de fuego .....	465
	El fuego resiste a la Revolución Científica .....	468
	La doctrina del flogisto .....	469
	Priestley encuentra un nuevo y sorprendente gas .....	473
	Un punto débil: el enigma de la calcinación de los metales .....	474
	Lavoisier decide revolucionar la química .....	476
	Se resuelve el problema de la combustión .....	478
	El flogisto se defiende .....	480
	El fin de Lavoisier y el flogisto .....	481
22.	El tiempo profundo .....	483
	La clasificación del mundo natural y el concepto de especie .....	484
	La polémica de la fijeza .....	484
	La ciencia de la Tierra .....	487
	El problema de los fósiles .....	488
	Nostalgias del Diluvio .....	491
	La teoría del océano en retirada .....	492
	Los fuegos infernales .....	495
	Uniformismo .....	497
	El tiempo profundo .....	500
	La edad de la Tierra .....	501
23.	La luz, el calor, la electricidad .....	504
	La luz: ondas o corpúsculos .....	504
	La teoría corpuscular .....	504
	La teoría ondulatoria .....	506
	Thomas Young y la doble ranura .....	507
	La velocidad de la luz .....	508
	El triunfo de la teoría ondulatoria .....	510
	El calor: sustancia o movimiento .....	511
	El calórico .....	512
	Rumford: el fin del calórico y el triunfo de la teoría cinética .....	513
	La electricidad .....	515
	Prehistoria .....	515
	Los efluvios eléctricos de Gilbert .....	516
	El fluido eléctrico .....	518
	La rana de Galvani y la pila de Volta .....	521
	Oersted y Faraday .....	523

24.	La forma del cielo y la filosofía natural .....	527
	William Herschel .....	529
	Un nuevo planeta .....	530
	Estrellas dobles .....	531
	La galaxia .....	532
	Las nebulosas y la teoría del universo-isla .....	534
	Un sacudón político: la Revolución Francesa .....	536
	Una nueva manera de medir .....	538
	La filosofía de la naturaleza .....	540
	Saint-Hilaire: los arquetipos .....	541
	Cuvier .....	543
 EN BUSCA DE LA UNIDAD		
25.	La teoría de la evolución .....	551
	La tradición transformacionista .....	552
	Erasmus Darwin .....	553
	La polémica de 1830 entre Cuvier y Saint-Hilaire .....	556
	El transformacionismo y su época .....	559
	Lamarck .....	560
	Darwin emprende un viaje alrededor del mundo .....	561
	La teoría de la evolución estaba incompleta .....	568
	Pero no para todos .....	569
	Una confusión sobre la supervivencia del más apto .....	570
	Balance .....	572
	INTERLUDIO: MILONGA DARWINIANA .....	573
26.	La república celular y la invasión microbiana .....	577
	I. La teoría celular .....	578
	Las fibras de Von Haller .....	578
	Los tejidos de Bichat .....	580
	Schleiden y Schwann y la generalización de las células .....	582
	La república celular de Virchow .....	584
	II. Pasteur y la teoría de la infección microbiana .....	586
	Inesperados fabricantes de cerveza .....	587
	Se ocupa de los gusanos de seda y los cura .....	588
	Epidemias, contagio .....	589
	Una alianza entre Jenner y las vacas derrota a la viruela .....	593
	Las gallinas colaboran con Pasteur .....	594
	Pasteur recibe ayuda de un gigante: Robert Koch .....	595

El turno de los perros .....	596
La teoría de la infección microbiana .....	597
 27. El triunfo de los átomos .....	599
La primera teoría atómica .....	600
Un señor que confundía los colores .....	602
La hipótesis de Prout .....	604
El enigma de los elementos .....	606
Mendeleiev resuelve el problema .....	609
Sueños .....	611
Aunque persistían ciertas incógnitas .....	612
Los físicos juegan con los tubos de vacío .....	613
El asunto no terminaba ahí .....	614
Nada es perfecto .....	617

## DE LOS RAYOS X A LA DOBLE HÉLICE

 28. Los rayos X y la radiactividad .....	623
Una novedad insólita .....	624
El gran descubrimiento: la radiactividad .....	626
Las andanzas de Marie Curie .....	627
Espectros .....	632
Los años locos .....	634
Fotografiar lo invisible .....	636
La radiactividad y el tiempo .....	638
Peligros .....	639
Una estabilización (precaria) .....	640
 29. El anhelo de la conservación y la ley de leyes .....	644
La búsqueda de invariantes: Descartes y Leibniz .....	645
La causa de Mayer .....	647
La forma de las fuerzas .....	649
La fuerza de Joule .....	652
Helmholtz y, finalmente, la Gran Ley .....	654
Era la ley de leyes .....	655
Carnot sienta las bases .....	656
William Thomson (Lord Kelvin) y las leyes de la termodinámica .....	657
Boltzmann y la interpretación estadística de la entropía .....	660
Síntomas .....	661
INTERLUDIO: CÓMO SE FABRICÓ EL FIN DEL MUNDO .....	663

30. El mapa y el territorio: las geometrías no euclidianas, el infinito y el éter .....	666
I. Las geometrías no euclidianas .....	667
Recordando a Euclides .....	667
El misterio del quinto postulado .....	668
Lobachevski y Bolyai: las geometrías no euclidianas ..	670
II. El triunfo del infinito .....	673
El cálculo infinitesimal .....	674
Cantor y los infinitos .....	675
III. El éter .....	679
Biografía del etér .....	679
El experimento de Michelson-Morley .....	682
La solución de Fitzgerald-Lorentz .....	684
INTERLUDIO: LA BIBLIOTECA DE BABEL Y EL INFINITO .....	687
 31. Einstein y la Teoría de la Relatividad .....	690
La crisis del fin del siglo XIX .....	690
El año milagroso de 1905 .....	695
La Teoría de la Relatividad Especial .....	697
El principio de relatividad .....	701
Equivalencia de la masa y la energía .....	702
Apologías y rechazos .....	703
La relatividad se vuelve general .....	704
Nuevamente, un eclipse .....	705
El significado de la relatividad. ¿Fue un cambio de paradigma?	706
Una vuelta de tuerca sobre el vacío .....	708
Balance .....	709
INTERLUDIO: MILONGA RELATIVISTA .....	710
 32. La teoría de la deriva continental y la estabilización de la geología .....	712
Repasemos un poco .....	712
Las glaciaciones confirman lo que se suponía .....	714
La teoría de la Tierra que se contrae .....	715
Hacia la síntesis .....	717
Wegener .....	718
A la deriva .....	719
Pero había un problema .....	721
Aparece una posibilidad: las placas tectónicas .....	722
La estructura de la Tierra .....	725
Un planeta con su historia .....	727
Interludio: Canción de cuna del volcán (glosa) .....	729

33. La genética .....	731
Breve historia del asunto .....	732
Las arvejas dan la clave .....	735
Una sustancia cualquiera .....	740
Resucitan las leyes de Mendel .....	741
Aparecen candidatos firmes .....	743
El asalto final: la doble hélice .....	745
Reproducción y evolución: la teoría sintética .....	746
Intervalo siniestro: el caso Lysenko .....	747
El proyecto genoma humano .....	750
34. La medicina científica entre la anestesia y los trasplantes .....	752
La teoría microbiana de la enfermedad (revisitada) .....	753
La anestesia .....	755
La controversia del éter .....	760
Lister y la antisepsia .....	764
En busca de las balas mágicas .....	765
Los antibióticos .....	767
La inmunología .....	768
La imposibilidad de resumir .....	770
 PERSIGUIENDO EL ORIGEN: EL CAMINO A LA PARTÍCULA DIVINA	
35. La mecánica cuántica .....	775
El hilo se corta por lo más grueso .....	775
El turno de Einstein y el efecto fotoeléctrico .....	779
El átomo de Bohr, nuevamente .....	782
Impasse: el azar .....	783
De Broglie: partículas y ondas .....	785
Schrödinger .....	787
El experimento de la doble ranura .....	789
La interpretación de Copenhague .....	792
El principio de incertidumbre .....	794
Paradojas y posibilidades .....	796
Intermezzo matemático: la crisis de los fundamentos .....	798
Paradojas .....	798
El teorema de Gödel .....	800

36.	La fisión nuclear y la bomba atómica .....	803
	La fisión del uranio .....	806
	La noticia se extiende .....	806
	El uranio y la energía .....	807
	La guerra .....	809
	La carrera por la bomba .....	811
	El proyecto Manhattan .....	811
	De nuevo en Stalingrado .....	814
	La derrota alemana .....	815
	Más brillante que mil soles .....	817
	Hiroshima .....	819
	Kokura .....	822
	INTERLUDIO: LARGA HISTORIA DE LA BOMBA .....	826
37.	El núcleo atómico y el modelo estándar .....	827
	Los protones .....	828
	Algo llamado neutrón .....	829
	Las cuatro fuerzas .....	833
	El núcleo atómico .....	834
	Un repaso: la radiactividad .....	836
	Materia y energía .....	839
	¿Qué es esa cosa llamada «antimateria»? .....	841
	Un personaje extraño: el neutrino .....	843
	Ensaladas de partículas .....	845
	Los quarks .....	846
	El modelo estándar .....	847
	INTERLUDIO: DIOS Y PAULI .....	849
38.	En busca del origen .....	850
	La arqueología y el azar .....	851
	El descubrimiento de Troya .....	852
	El descubrimiento de la prehistoria .....	855
	El hombre de Neandertal .....	856
	El origen de las especies y el origen del hombre .....	858
	Y mientras tanto... .....	861
	El cuarto hombre: posdata a Piltdown .....	862
	Las huellas de Laetoli .....	863
	Lucy en el África con diamantes .....	866
	El Arca de Noé y el Candelabro .....	868
	El tiempo, un acompañante escurridizo .....	870
	INTERLUDIO: ÉXODO .....	873

39. La estructura del universo y la teoría del Big Bang .....	875
I. La estructura del universo .....	875
El Sol .....	875
Muerte y transfiguración de las estrellas .....	877
Lentes gravitacionales .....	881
Agujeros negros .....	882
Galaxias a escala cósmica .....	884
Esa oscura materia del deseo .....	887
Cantar del Alma que se eleva en pos de la Materia Oscura (glosa) .....	888
II. La teoría del Big Bang y el origen del universo .....	889
Primero fue el espacio y el tiempo .....	889
El Big Bang .....	892
Cosmogonía .....	893
INTERLUDIO: MILONGA DEL BIG BANG .....	896
 40. La «Máquina de Dios» .....	900
El modelo estándar, de nuevo .....	902
El elusivo bosón .....	905
 <i>Finale</i> .....	907
<i>Bibliografía</i> .....	909
<i>Agradecimientos</i> .....	913