

# Índice



Prefacio	19
Introducción	27
<b>El camino a la teoría de la evolución</b>	27
La evolución antes de Darwin	28
La edad de la Tierra	28
El registro fósil	29
Catastrofismo	29
Los conceptos de Lamarck	29
<b>Desarrollo de la teoría de Darwin</b>	30
La Tierra tiene una historia	30
El viaje del <i>Beagle</i>	31
La teoría de Darwin	32
Los desafíos a la teoría de la evolución	33
ENSAYO: <i>La larga demora de Darwin</i>	34
<b>Principios unificadores de la biología moderna</b>	35
Todos los organismos están formados por células	35
Todos los organismos obedecen a las leyes de la Física y de la Química	36
<b>Las formas de vida</b>	38
<b>La naturaleza de la ciencia</b>	39
La ciencia y los valores humanos	41
ENSAYO: <i>Algunos comentarios sobre la ciencia y los científicos</i>	42
La ciencia como proceso	43
<b>Sugerencias de lecturas complementarias</b>	44

PARTE I	
<b>Biología de las células</b>	47
SECCIÓN 1	La unidad de la vida
	47



Capítulo 1	
Átomos y moléculas	49
Átomos	49
Isótopos	50

Modelos de estructura atómica	51
ENSAYO: <i>Los signos de vida</i>	52
<b>Electrones y energía</b>	54
La distribución de los electrones	55
<b>Enlaces y moléculas</b>	56
Enlaces iónicos	56
Enlaces covalentes	57
<b>Reacciones químicas</b>	59
Tipos de reacción	60
<b>Los elementos biológicamente importantes</b>	60
<b>Niveles de organización biológica</b>	61
<b>Resumen</b>	62

## Capítulo 2

Agua	65
<b>La estructura del agua</b>	66
<b>Consecuencias del puente de hidrógeno</b>	67
Tensión superficial	67
Acción capilar e imbibición	67
Resistencia a los cambios de temperatura	68
Vaporización	68
Congelamiento	69
<b>El agua como solvente</b>	70
ENSAYO: <i>El ciclo estacional de un lago</i>	71
<b>Ionización del agua: ácidos y bases</b>	72
Ácidos y bases fuertes y débiles	73
La escala de pH	73
ENSAYO: <i>Lluvia ácida</i>	75
Amortiguadores (buffer)	77
<b>El ciclo del agua</b>	77
<b>Resumen</b>	78

## Capítulo 3

Moléculas orgánicas	80
<b>El papel central del carbono</b>	80
El esqueleto de carbono	80
Grupos funcionales	81
El factor energético	82
ENSAYO: <i>¿Por qué no el silicio?</i>	83
<b>Carbohidratos: azúcares y polímeros de azúcares</b>	84
Los monosacáridos: energía lista para los sistemas vivos	85
Disacáridos: formas de transporte	86



<b>Oxidación-reducción</b>	192
<b>Metabolismo</b>	193
<b>Enzimas</b>	195
Estructura y función de las enzimas	196
Cofactores en la acción enzimática	197
ENSAYO: <i>Auxótrofos</i>	199
Vías enzimáticas	199
Regulación de la actividad enzimática	201
Nueva visita a las proteínas de transporte de membrana y a los receptores	204
ENSAYO: <i>A algunos les gusta el frío</i>	205
<b>ATP: la moneda energética de la célula</b>	206
El ATP en acción	207
<b>Resumen</b>	208

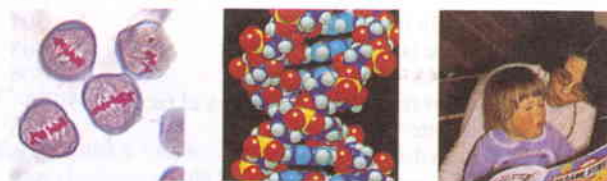
Capítulo 9

Cómo hacen ATP las células: glucólisis y respiración	212
<b>Un panorama general de la oxidación de la glucosa</b>	212
<b>Glucólisis</b>	213
Resumen de la glucólisis	215
<b>Vías anaerobias</b>	215
<b>Respiración</b>	216
Un paso preliminar: la oxidación del ácido pirúvico	217
ENSAYO: <i>Diseción de la célula</i>	218
El ciclo de Krebs	219
Transporte de electrones	220
Mecanismo de fosforilación oxidativa: el acoplamiento quimiosmótico	222
<b>Rendimiento energético global</b>	226
<b>Otras vías catabólicas</b>	227
<b>Biosíntesis</b>	227
ENSAYO: <i>El etanol, el NADH y el hígado</i>	228
<b>Resumen</b>	229

Capítulo 10

Fotosíntesis, luz y vida	232
<b>La naturaleza de la luz</b>	233
ENSAYO: <i>Ningún vegetal crece en vano</i>	234
La aptitud de la luz	235
<b>La clorofila y otros pigmentos</b>	237
<b>Las membranas fotosintéticas: el tilacoide</b>	238
La estructura del cloroplasto	238
<b>Las etapas de la fotosíntesis</b>	238
ENSAYO: <i>La hipótesis de van Niel</i>	243
<b>Reacciones que capturan energía</b>	244
Los fotosistemas	244
Las reacciones que atrapan luz	244
Flujo cíclico de electrones	245
Fosforilación fotosintética	245
ENSAYO: <i>Fotosíntesis sin clorofila</i>	247
<b>Reacciones que fijan carbono</b>	248
El ciclo de Calvin: la vía de los tres carbonos	248
La vía de cuatro carbonos	249
ENSAYO: <i>El ciclo del carbono</i>	252
<b>Los productos de la fotosíntesis</b>	253
<b>Resumen</b>	254
<b>Sugerencias de lecturas adicionales</b>	256

SECCIÓN 3 Genética



Capítulo 11

En el jardín de un monasterio: el comienzo de la genética	261
<b>Primeras ideas acerca de la herencia</b>	262
<b>Las primeras observaciones</b>	262
<b>Herencia por mezcla</b>	263
<b>Las contribuciones de Mendel</b>	263
El método experimental de Mendel	264
El principio de segregación	264
El principio de distribución independiente	266
<b>Mutaciones</b>	269
ENSAYO: <i>Mendel y las leyes de probabilidad</i>	270
Mutaciones y teoría de la evolución	270
<b>La influencia de Mendel</b>	271
<b>Resumen</b>	272

Capítulo 12

Meiosis y reproducción sexual	274
<b>Haploide y diploide</b>	274
<b>La meiosis y el ciclo vital</b>	275
<b>Meiosis y mitosis</b>	277
<b>Las fases de la meiosis</b>	278
La meiosis en la especie humana	282
ENSAYO: <i>Las consecuencias de la reproducción sexual</i>	283
<b>La citología y la genética se unen: la hipótesis de Sutton</b>	284
<b>Resumen</b>	285

Capítulo 13

Genes e interacciones génicas	287
<b>La realidad del gen</b>	287
Determinación del sexo	288
Ligamiento al sexo	288
ENSAYO: <i>Gatos barcos, cuerpos de Barr y la hipótesis de Lyon</i>	291
<b>Ampliando el concepto de gen</b>	291
Interacciones entre alelos	292
Interacciones génicas	292
Los genes y el ambiente	295
Expresividad y penetrancia	295
Herencia poligénica	295
Pleiotropía	296
<b>Genes y cromosomas</b>	297
Ligamiento	297
Recombinación	298
Mapeo de cromosomas	299
<b>Anormalidades en la estructura del cromosoma</b>	301
<b>Resumen</b>	302



## Capítulo 14

Las bases químicas de la herencia: la doble hélice	305
<b>La química de la herencia</b>	305
El lenguaje de la vida	305
<b>La pista del DNA</b>	306
Los microbios revestidos de azúcar y el factor transformante	306
La naturaleza del DNA	306
Experimentos con bacteriófagos	308
Evidencia adicional en favor del DNA	309
La hipótesis se confirma	310
<b>El modelo de Watson y Crick</b>	311
Los datos conocidos	311
Construcción del modelo	312
ENSAYO: <i>¿Quién habría podido descubrirlo?</i>	314
<b>Replicación del DNA</b>	315
Una confirmación de la replicación semiconservadora	315
La mecánica de la replicación del DNA	317
Energética de la replicación del DNA	321
<b>El DNA como portador de información</b>	322
<b>Resumen</b>	322

## Capítulo 15

El código genético y su traducción	325
<b>Genes y proteínas</b>	325
Errores innatos del metabolismo	325
Un gen - Una enzima	325
La estructura de la hemoglobina	328
La cubierta viral	328
<b>Del DNA a la proteína: el papel del RNA</b>	328
El dogma central	329
El RNA como mensajero	330
<b>El código genético</b>	331
Descifrando el código	331
ENSAYO: <i>El mensajero evasivo</i>	332
<b>Síntesis de proteínas</b>	333
ENSAYO: <i>AGA - GAG - AGA</i>	334
Traducción	336
<b>Redefiniendo las mutaciones</b>	338
<b>Universalidad del código genético</b>	338
<b>Resumen</b>	339

## Capítulo 16

La genética molecular de los procariontes y los virus	342
<b>La genética molecular de los procariontes y los virus</b>	342
<b>El cromosoma de <i>E. coli</i></b>	342
<b>La transcripción y su regulación</b>	343
La necesidad de regulación	343
El operón	345
<b>Plásmidos y conjugación</b>	348
El plásmido F	349
Plásmidos R	350
<b>Virus</b>	351
Los virus como vectores	353
ENSAYO: <i>"Señor, estoy completamente lisada"</i>	354

Presentando el lambda	356
<b>Transposones</b>	357
<b>Estrategias de recombinación</b>	358
<b>Resumen</b>	358

## Capítulo 17

DNA recombinante: las herramientas del oficio	361
<b>Aislamiento de segmentos específicos de DNA</b>	361
Enzimas de restricción: gDNA	361
Transcriptasa inversa: cDNA	362
Oligonucleótidos sintéticos	363
<b>Clones y vectores</b>	364
Plásmidos como vectores	364
Lambda y cósmidos	365
<b>Hibridación de ácidos nucleicos</b>	366
Sondas radiactivas	366
<b>Secuenciación del DNA</b>	368
<b>Biotecnología</b>	370
ENSAYO: <i>El bacteriófago <math>\phi</math>X174 rompe las reglas</i>	371
<b>Transferencia de genes: el caso de la planta de tabaco resplandeciente</b>	373
<b>Resumen</b>	373

## Capítulo 18

La genética molecular de los eucariotas	376
<b>El cromosoma eucariótico</b>	376
Estructura del cromosoma	377
Replicación del cromosoma	379
<b>La regulación de la expresión génica en los eucariotas</b>	380
La condensación del cromosoma y la expresión génica	380
Metilación y expresión génica	381
Regulación por proteínas de unión específicas	381
ENSAYO: <i>El DNA de los organelos energéticos</i>	382
<b>El genoma eucariótico</b>	382
Intrones	383
Clases de DNA: repeticiones y no repeticiones	384
ENSAYO: <i>El nucléolo</i>	387
Familias génicas	387
<b>Transcripción y procesamiento de mRNA en eucariotas</b>	389
Modificación y corrección del mRNA	389
<b>Genes en movimiento</b>	390
Genes que codifican anticuerpos	390
ENSAYO: <i>El RNA y el origen de la vida</i>	391
Virus	393
Transposones eucarióticos	394
<b>Genes, virus y cáncer</b>	394
ENSAYO: <i>"Era divertido..."</i>	395
<b>Transferencia de genes entre células eucarióticas</b>	397
A células en tubos de ensayo	397
A óvulos de ratón fecundados	397
A embriones de <i>Drosophila</i>	398
<b>Resumen</b>	399

Capítulo 19

Genética humana: pasado, presente y futuro 401

**El cariotipo humano** 402

  ENSAYO: *Preparación de un cariotipo* 403

  Anormalidades cromosómicas 404

**PKU, anemia drepanocítica y otros**

**recesivos** 406

  Fenilcetonuria 407

  Albinismo 408

  Enfermedad de Tay-Sachs 408

  Anemia drepanocítica 408

**Enanos y otros dominantes** 409

**Caracteres ligados al sexo** 410

  Ceguera a los colores 410

  Hemofilia 411

  Distrofia muscular 411

**Diagnóstico de enfermedades genéticas:**

**RFLPs** 413

  Anemia drepanocítica 413

  Enfermedad de Huntington 414

  ENSAYO: *Testigo de cargo* 415

**Diagnóstico de enfermedades genéticas:**

**sondas radiactivas** 416

**El "libro del hombre"** 416

  ENSAYO: *Algunos dilemas éticos* 417

**Resumen** 418

**Sugerencias de lecturas adicionales** 419

PARTE II

**Biología de los organismos** 423

---

SECCIÓN 4 La diversidad de la vida 423



Capítulo 20

La clasificación de los organismos 425

**La necesidad de una clasificación** 425

**¿Qué es una especie?** 425

  Designación de las especies 426

**Clasificación jerárquica** 428

**Sistemática evolutiva** 430

  El ideal monofilético 430

  Homología y filogenia 431

**Métodos taxonómicos** 432

  Metodologías alternativas 433

**Taxonomía molecular** 434

  ENSAYO: *Cómo construir un cladograma* 435

  Secuencias de aminoácidos 436

  Secuencias de nucleótidos 436

Hibridación DNA-DNA 438

  ENSAYO: *El enigma del panda gigante* 439

**Una cuestión de reinos** 441

**Resumen** 443

Capítulo 21

Procariotas y virus 445

**La clasificación de los procariotas** 446

**La célula procariótica** 447

  La membrana celular 448

  La pared celular 448

  Flagelos y pelos 449

**Diversidad de formas** 451

  ENSAYO: *Navegación por los polos* 452

**Formas reproductivas y latentes** 453

**Nutrición de los procariotas** 455

  Heterótrofos 455

  Autótrofos quimiosintéticos 456

  Autótrofos fotosintéticos 456

**Los virus: unidades desprendidas de información genética** 457

  ENSAYO: *Dos procariotas fotosintéticos inusuales* 459

  Viroides y priones: lo máximo en simplicidad 462

**Microorganismos y ecología humana** 464

  Simbiosis 464

  Cómo causan enfermedad los microbios 464

  Prevención y control de las enfermedades infecciosas 465

**Resumen** 466

Capítulo 22

Los protistas 468

**La evolución de los protistas** 468

  Clasificación de los protistas 470

**Autótrofos fotosintéticos** 471

  Características de los protistas fotosintéticos 472

  División Euglenophyta: euglenoides 473

  División Chrysophyta: diatomeas y algas pardo-doradas 474

  División Dinoflagellata: flagelados "giratorios" 475

  División Chlorophyta: algas verdes 476

  División Phaeophyta: algas pardas 480

  División Rhodophyta: algas rojas 480

**Heterótrofos multinucleados y multicelulares** 481

  Los mohos mucilaginosos 481

  Los mohos acuáticos 481

**Heterótrofos unicelulares** 483

  Filum Mastigophora 484

  Filum Sarcodina 485

  Filum Ciliophora 485

  ENSAYO: *La evolución de la mitosis* 487

  Filum Opalinida 488

  Filum Sporozoa 488

**Patrones de comportamiento de los protistas** 489

  Reacción de huida en *Paramecium* 490

**Resumen** 491

## Capítulo 23

Los hongos (fungi)	494
<b>Características de los hongos</b>	495
Reproducción de los hongos	496
<b>Clasificación de los hongos</b>	496
<b>División Zygomycota</b>	497
ENSAYO: <i>¡Listos, apunten, fuego!</i>	499
<b>División Ascomycota</b>	499
<b>División Basidiomycota</b>	501
<b>División Deuteromycota</b>	502
<b>Relaciones simbióticas de los hongos</b>	502
Los líquenes	503
ENSAYO: <i>Hongos depredadores</i>	504
Micorrizas	505
<b>Resumen</b>	506

## Capítulo 24

Las plantas	508
<b>El alga ancestral</b>	508
<b>La transición a tierra</b>	509
Diversificación subsiguiente	511
<b>Clasificación de las plantas</b>	511
<b>División Bryophyta: hepáticas, antoceros y musgos</b>	513
Reproducción de los briófitos	514
<b>Las plantas vasculares: introducción</b>	515
Tendencias evolutivas de las plantas vasculares	515
<b>Las plantas vasculares sin semilla</b>	516
División Pterophyta: los helechos	516
<b>Plantas con semillas</b>	517
Gimnospermas	518
ENSAYO: <i>Plantas del período Carbonífero</i>	519
Angiospermas: plantas con flores	523
ENSAYO: <i>Las eras glaciales</i>	524
<b>El papel de las plantas</b>	530
<b>Resumen</b>	531

## Capítulo 25

El reino animal I: presentando a los invertebrados	533
<b>La diversidad de los animales</b>	533
<b>Origen y clasificación de los animales</b>	534
<b>Filum Porifera: esponjas</b>	535
Reproducción de las esponjas	538
<b>Filum Mesozoa: mesozoos</b>	539
<b>Animales de simetría radial</b>	539
Filum Cnidaria (cnidarios)	539
Filum Ctenophora (ctenóforos)	543
ENSAYO: <i>El arrecife de coral</i>	545
<b>Animales con simetría bilateral: introducción</b>	546
<b>Filum Plathelminthes (Platelmintos): gusanos planos</b>	547
Clase Turbellaria (Turbelarios)	548
Clases Trematoda (Trematodos) y Cestoda (Cestodos)	550
ENSAYO: <i>La política de la esquistosomiasis</i>	551
<b>Otros acelomados</b>	552
Filum Gnathostomulida (Gnatostomúlidos)	552

Filum Rhynchocoela (Rincocelos)	552
<b>Seudocelomados</b>	553
Filum Nematoda (Nematodos)	553
Otros filos pseudocelomados	554
<b>Resumen</b>	556

## Capítulo 26

El reino animal II: los celomados protóstomos	558
<b>Filum Mollusca: los moluscos</b>	559
Características de los moluscos	560
Clases menores de moluscos	561
Clase Bivalvia: bivalvos	562
Clase Gastropoda (Gastrópodos)	564
Clase Cephalopoda	565
ENSAYO: <i>Comportamiento del pulpo</i>	566
Afinidad evolutiva de los moluscos	567
<b>Filum Annelida (anélidos): gusanos segmentados</b>	568
Clase Oligochaeta: las lombrices de tierra	568
Clase Polychaeta (Poliquetos)	571
Clase Hirudinea (Hirudíneos)	572
<b>Filos menores de protóstomos</b>	572
<b>Lofoforados</b>	575
<b>Resumen</b>	577

## Capítulo 27

El reino animal III: los artrópodos	579
<b>Características de los artrópodos</b>	579
El exoesqueleto	580
Rasgos internos	581
El sistema nervioso de los artrópodos	582
<b>Subdivisiones del Filum</b>	582
Los quelicerados	582
Los mandibulados acuáticos: clase Crustacea (Crustáceos)	585
Los mandibulados terrestres: miriápodos	587
Los mandibulados terrestres: clase Insecta	587
<b>Razones del éxito de los artrópodos</b>	593
Sentidos y comportamiento de los artrópodos	593
ENSAYO: <i>La luz de la luciérnaga: advertencia, publicidad y trampa</i>	594
<b>Resumen</b>	599

## Capítulo 28

El reino animal IV: los deuteróstomos	601
<b>Filum Echinodermata (Equinodermos): animales de "piel espinosa"</b>	601
Clase Stellerioidea (Esteleroideos): estrella de mar y estrellas frágiles	602
Otros equinodermos	603
<b>Filum Chaetognatha (Quetognatos): gusanos flecha</b>	604
<b>Filum Hemichordata (Hemicordados): gusanos bellota</b>	605
<b>Filum Chordata (Cordados): los cefalocordados y los urocordados</b>	605



**Filum Chordata (Cordados):**  
**los vertebrados** 606  
 Clases Agnatha (Agnatos), Chondrichthyes (Condrictios) y Osteichthyes (Osteictios):  
   los peces 607  
 Clase Amphibia: los anfibios 609  
 Clase Reptilia: los reptiles 610  
 Clase Aves 612  
 Clase Mammalia: los mamíferos 613  
**Resumen** 618  
**Sugerencias de lecturas adicionales** 619

SECCIÓN 5 Biología de las plantas 625



Capítulo 29

Las plantas con flores: introducción 627  
**Reproducción sexual: la flor** 627  
   El grano de polen 629  
   Fecundación 629  
**El embrión** 631  
**La semilla y el fruto** 633  
   Tipos de frutos 633  
**Adaptaciones a los cambios estacionales** 634  
   Latencia y ciclo vital 635  
   ENSAYO: *El alimento básico* 636  
   Latencia de las semillas 637  
**Resumen** 638

Capítulo 30

El cuerpo de la planta y su desarrollo 639  
**Las células y los tejidos del cuerpo vegetal** 639  
**Hojas** 641  
   Estructura de la hoja 641  
   Adaptaciones y modificaciones de las hojas 642  
**Características del crecimiento de la planta** 644  
**Raíces** 644  
   Estructura de la raíz 645  
   Crecimiento primario de la raíz 647  
   Patrones de crecimiento de la raíz 648  
**Tallos** 650  
   Estructura del tallo 650  
**Crecimiento primario del sistema del vástago** 654  
   Modificaciones del patrón de crecimiento del vástago 655  
   Reproducción vegetativa 656

**Crecimiento secundario** 657  
**Resumen** 659  
   ENSAYO: *El registro de los anillos* 660

Capítulo 31

Procesos de transporte en las plantas 664  
**Movimiento de agua y minerales** 664  
   Transpiración 664  
   La absorción de agua 664  
   La teoría de la cohesión-tensión 665  
   Factores que influyen en la transpiración 665  
   La absorción de minerales 669  
   Requerimientos minerales de las plantas 670  
**El movimiento de los azúcares: translocación** 671  
   Evidencia sobre el papel del floema 671  
   ENSAYO: *Halófitas: ¿un recurso del futuro?* 672  
   La hipótesis de la corriente por presión 674  
   ENSAYO: *Isótopos radiactivos en la investigación vegetal* 675  
**Factores que influyen en la nutrición de las plantas** 676  
   Composición del suelo 676  
   El papel de la simbiosis 678  
   ENSAYO: *Plantas carnívoras* 680  
**Resumen** 683

Capítulo 32

Respuesta de las plantas y regulación del crecimiento 685  
**Fototropismo y el descubrimiento de las hormonas vegetales** 685  
**Hormonas y la regulación del crecimiento vegetal** 687  
   Auxinas 687  
   Citocininas 689  
   Etileno 691  
   ENSAYO: *Plantas en tubos de ensayo* 692  
   Ácido abscísico 693  
   Giberelinas 694  
   Oligosacarinas 695  
**Geotropismo** 695  
**Fotoperiodicidad** 697  
   Fotoperiodicidad y floración 697  
   Fotoperiodicidad y fitocromo 699  
   Otras respuestas del fitocromo 700  
   ENSAYO: *¿Hay una hormona de floración?* 701  
**Ritmos circadianos** 702  
   Relojes biológicos 702  
**Respuestas táctiles** 704  
   Torsión y enrollamiento 704  
   Movimientos rápidos en la planta sensitiva 704  
   Movimientos rápidos en las plantas carnívoras 705  
   Efectos generalizados del tacto en el crecimiento de la planta 706  
**Comunicación química entre las plantas** 706  
**Resumen** 707  
**Sugerencias de lecturas complementarias** 709



## Capítulo 33

El animal vertebrado: introducción	715
<b>Características del <i>Homo Sapiens</i></b>	715
<b>Células y tejidos</b>	716
Tejidos epiteliales	716
Tejidos conectivos	717
Tejido muscular	718
ENSAYO: <i>La rodilla prona a las lesiones</i>	721
Tejido nervioso	722
<b>Niveles de organización</b>	723
<b>Funciones del organismo</b>	723
Energía y metabolismo	724
Homeostasis	725
Integración y control	726
Continuidad de la vida	726
<b>Resumen</b>	726

## Capítulo 34

Energía y metabolismo I: Digestión	728
<b>El tubo digestivo de los vertebrados</b>	728
La cavidad oral: procesamiento inicial	729
La faringe y el esófago: deglución	730
El estómago: almacenamiento y licuación	731
ENSAYO: <i>La maniobra de Heimlich</i>	732
El intestino delgado: digestión y absorción	733
ENSAYO: <i>Auxiliares de la digestión</i>	736
El intestino grueso: absorción ulterior y eliminación	737
<b>Principales glándulas accesorias</b>	737
El páncreas	737
El hígado	737
<b>Regulación de la glucosa sanguínea</b>	738
<b>Algunos requerimientos nutricionales</b>	738
ENSAYO: <i>Leche materna: el alimento genuino</i>	739
El precio de la abundancia	740
<b>Resumen</b>	742

## Capítulo 35

Energía y metabolismo II: Respiración	744
<b>Difusión y presión de aire</b>	745
<b>Evolución de los sistemas respiratorios</b>	746
Evolución de las branquias	746
Evolución de los pulmones	748
Respiración en animales grandes: algunos principios	749
<b>El sistema respiratorio humano</b>	750
ENSAYO: <i>Cáncer de pulmón</i>	751
<b>Mecanismo de la respiración</b>	752

<b>Transporte e intercambio de gases</b>	753
La hemoglobina y su función	753
La mioglobina y su función	755
ENSAYO: <i>Mamíferos buceadores</i>	756
<b>Control de respiración</b>	757
ENSAYO: <i>En las alturas del Monte Everest</i>	758
<b>Resumen</b>	759

## Capítulo 36

Energía y metabolismo III: Circulación	761
<b>La sangre</b>	762
Plasma	762
Glóbulos rojos	762
Glóbulos blancos	762
Plaquetas	763
Coagulación de la sangre	763
<b>El sistema cardiovascular</b>	764
<b>Los vasos sanguíneos</b>	765
Los capilares y la difusión	765
<b>El corazón</b>	766
Evolución del corazón	766
El corazón humano	766
Regulación del latido cardíaco	768
<b>El circuito vascular</b>	769
<b>Presión sanguínea</b>	771
ENSAYO: <i>Enfermedades del corazón y de los vasos sanguíneos</i>	772
El centro de regulación cardiovascular	774
<b>El sistema linfático</b>	774
<b>Resumen</b>	775

## Capítulo 37

Homeostasis I: Excreción y balance de agua	777
<b>Regulación del ambiente químico</b>	777
Sustancias reguladas por los riñones	778
<b>Balance hídrico</b>	778
Perspectiva evolutiva	778
Fuentes de ganancia y pérdida de agua en los animales terrestres	779
Compartimientos hídricos	780
<b>El riñón</b>	781
Función del riñón	781
Control de la función renal: el papel de las hormonas	786
<b>Resumen</b>	787

## Capítulo 38

Homeostasis II: La regulación de la temperatura	789
<b>Principios del balance calórico</b>	790
Tamaño del cuerpo y transferencia de calor	791
“Sangre fría” versus “sangre caliente”	791
<b>Poiquilotermos</b>	792
<b>Homeotermos</b>	793
El termostato	794
ENSAYO: <i>Las aves como ingenieros mecánicos</i>	795
Recortando el costo energético	798



**Adaptaciones a las temperaturas**  
**extremas** 799  
 Adaptaciones al frío extremo 799  
 Adaptaciones al calor extremo 800  
**Resumen** 801

Capítulo 39

Homeostasis III: La respuesta inmune 803  
**Defensas no específicas** 803  
 Barreras anatómicas 803  
 La respuesta inflamatoria 803  
 Interferones 805  
**El sistema inmune** 805  
**Los linfocitos B y la formación de anticuerpos** 806  
 El linfocito B: historia de su vida 807  
 ENSAYO: *Certificado de defunción para la viruela* 808  
 La acción de los anticuerpos 808  
 La estructura de los anticuerpos 809  
 La teoría de la selección clonal en la formación de los anticuerpos 811  
**Los linfocitos T y la inmunidad mediada por células** 813  
 El linfocito T: la historia de su ciclo de vida 813  
 ENSAYO: *Anticuerpos monoclonales* 814  
 ENSAYO: *Los hijos de los desaparecidos: una aplicación de las pruebas del CMH* 818  
 Las funciones de los linfocitos T 818  
**El cáncer y la respuesta inmune** 820  
**Trasplantes de tejido** 822  
 Trasplantes de órganos 822  
 Transfusiones de sangre 822  
**Enfermedades del sistema inmune** 824  
 Enfermedades autoinmunes 824  
 Alergias 824  
 Síndrome de Inmunodeficiencia Adquirida (SIDA) 825  
**Resumen** 829

Capítulo 40

Integración y control I: El sistema endocrino 832  
**Las glándulas y sus productos: un vistazo general** 834  
**La glándula hipófisis** 836  
 El lóbulo anterior 836  
 Los lóbulos intermedio y posterior 836  
**El hipotálamo** 837  
 El eje hipófisis-hipotálamo 837  
 Otras hormonas hipotalámicas 838  
**La glándula tiroides** 839  
**Las glándulas paratiroides** 840  
**Corteza suprarrenal** 840  
 Glucocorticoides 840  
 ENSAYO: *Regulación de la densidad ósea* 841  
 Mineralocorticoides 842  
**Médula suprarrenal** 842  
**Páncreas** 842  
**La glándula pineal** 843  
**Prostaglandinas** 843  
 ENSAYO: *Ritmos circadianos* 844

Estimulación del músculo liso 845  
 Otros efectos de las prostaglandinas 845  
**Mecanismos de acción de las hormonas** 846  
 Receptores intracelulares 846  
 Receptores de membrana 847  
**Resumen** 848

Capítulo 41

Integración y control II: El sistema nervioso 851  
**Evolución de los sistemas nerviosos** 851  
**Organización del sistema nervioso de los vertebrados** 852  
 El sistema nervioso central 852  
 El sistema nervioso periférico 854  
**El impulso nervioso** 857  
 Las bases iónicas del potencial de acción 858  
 Propagación del impulso 860  
**Las sinapsis** 861  
 Neurotransmisores 862  
 La integración de la información 863  
 ENSAYO: *Opiáceos internos: las endorfinas* 864  
**Resumen** 865

Capítulo 42

Integración y control III: Percepción sensorial y respuesta motora 868  
**Los receptores sensoriales y la iniciación de los impulsos nerviosos** 868  
 Tipos de receptores sensoriales 869  
 Quimiorrecepción: gusto y olfato 870  
 ENSAYO: *Comunicación química en los mamíferos* 873  
 Mecanorrecepción: equilibrio y audición 873  
 Fotorrecepción: visión 875  
 ENSAYO: *Lo que el ojo de la rana le dice a su cerebro* 880  
**La respuesta a la información sensorial: contracción muscular** 882  
 La estructura del músculo esquelético 882  
 La maquinaria contráctil 883  
 La unión neuromuscular 885  
 ENSAYO: *Contráigase ahora, pague después* 887  
 La unidad motora 888  
**Resumen** 888

Capítulo 43

Integración y control IV: El cerebro de los vertebrados 891  
**La organización estructural del cerebro: una perspectiva evolutiva** 891  
 Rombencéfalo y mesencéfalo 892  
 Prosencéfalo 893  
**Circuitos cerebrales** 894  
 El sistema activador reticular 894  
 El sistema límbico 895  
**La corteza cerebral** 895  
 Cortezas motora y sensorial 895

Cerebro izquierdo/cerebro derecho	897
Áreas de procesamiento intrínseco	899
ENSAYO: <i>Actividad eléctrica del cerebro</i>	900
<b>Aprendizaje y memoria</b>	902
Vías anatómicas de la memoria	903
Modificación sináptica	904
ENSAYO: <i>La enfermedad de Alzheimer</i>	905
<b>Resumen</b>	907

## Capítulo 44

La continuidad de la vida I:	
Reproducción	909
<b>El sistema reproductor masculino</b>	910
Espmatogénesis	910
Trayecto del espermatozoide	912
El papel de las hormonas	914
<b>El sistema reproductor femenino</b>	916
ENSAYO: <i>Sexo y cerebro</i>	917
Ovogénesis	918
Trayecto del ovocito	919
Regulación hormonal en las hembras	922
<b>Técnicas anticonceptivas</b>	925
<b>Resumen</b>	925

## Capítulo 45

La continuidad de la vida II:	
Desarrollo	928
<b>Desarrollo del erizo de mar</b>	929
Fecundación y activación del huevo	929
Del cigoto al plúteo	930
ENSAYO: <i>Determinación citoplasmática de las células germinales</i>	933
La influencia del citoplasma	933
<b>Desarrollo del anfibio</b>	935
Segmentación y formación de la blástula	936
Gastrulación y formación del tubo neural	936
El papel de la interacción de los tejidos	938
<b>Desarrollo del pollo</b>	940
Membranas extraembrionarias del pollo	941
Organogénesis: la formación de los sistemas de órganos	943
Morfogénesis: la determinación de la forma del cuerpo	947
<b>Desarrollo del embrión humano</b>	949
Membranas extraembrionarias	950
ENSAYO: <i>Control genético de desarrollo: el dominio homeo</i>	951
La placenta	953
El primer trimestre	954
El segundo trimestre	956
El trimestre final	957
Nacimiento	958
<b>Epílogo</b>	960
<b>Resumen</b>	960
<b>Sugerencias de lecturas complementarias</b>	962

## PARTE III

<b>Biología de poblaciones</b>	967
--------------------------------	-----

SECCIÓN 7 Evolución	967
---------------------	-----



## Capítulo 46

Evolución: Teoría y evidencia	969
<b>La teoría de Darwin</b>	969
<b>Evidencia de la microevolución</b>	970
La polilla géometra del abedul	970
Resistencia a los insecticidas	971
Resistencia a las drogas en las bacterias	972
<b>Evidencia de la macroevolución</b>	973
El número de especies	973
Biogeografía	973
El registro fósil	974
Homología	976
La imperfección de la adaptación	976
ENSAYO: <i>El registro en las rocas</i>	978
<b>La teoría en la actualidad</b>	980
<b>Resumen</b>	981

## Capítulo 47

Las bases genéticas de la evolución	982
ENSAYO: <i>Supervivencia del más apto</i>	983
<b>La amplitud de la variación</b>	983
Experimentos de reproducción	983
Cuantificación de la variabilidad	986
Explicando la amplitud de la variación	987
<b>Un estado estacionario: el equilibrio de Hardy-Weinberg</b>	987
Derivación de la ecuación de Hardy-Weinberg	988
El efecto de los alelos múltiples	989
El significado del equilibrio de Hardy-Weinberg	989
<b>Los agentes del cambio</b>	989
Mutaciones	990
Flujo de genes	990
Deriva genética	991
Apareamiento no aleatorio	992
<b>Preservación y promoción de la variabilidad</b>	992
Reproducción sexual	992
Mecanismos que promueven la exogamia	992
ENSAYO: <i>¿Por qué sexo?</i>	994
Diploidía	994
Superioridad de los heterocigotos	995
<b>El origen de la variación genética</b>	996
<b>Resumen</b>	997

Capítulo 48

La selección natural	999
<b>La selección natural y el mantenimiento de la variabilidad</b>	999
Polimorfismo balanceado: color y patrón de bandas en las conchas de los caracoles	1000
<b>¿Qué se selecciona?</b>	1001
<b>Tipos de selección</b>	1002
Selección estabilizadora	1003
ENSAYO: <i>Grupos sanguíneos humanos: un acertijo</i>	1004
Selección desorganizadora	1004
Selección direccional	1005
Selección dependiente de la frecuencia	1005
Selección sexual	1006
ENSAYO: <i>Ornamentación de los machos: el papel de la preferencia de las hembras</i>	1008
<b>El resultado de la selección natural: la adaptación</b>	1008
Adaptación al ambiente físico: clines y ecotipos	1009
Adaptación al ambiente biológico: coevolución	1011
<b>Evolución y la idea de progreso</b>	1012
Restricciones estructurales y del desarrollo	1014
Artrópodos sin ojos y otras degeneraciones	1014
<b>Patrones de evolución</b>	1015
Evolución convergente	1015
Evolución divergente	1016
<b>Resumen</b>	1016

Capítulo 49

Sobre el origen de las especies	1018
<b>Modos de especiación</b>	1018
Especiación alopátrica	1018
ENSAYO: <i>La desintegración de la Pangaea</i>	1020
Especiación simpátrica	1020
<b>Mantenimiento del aislamiento genético</b>	1023
Mecanismos de aislamiento preapareamiento	1024
Mecanismos de aislamiento posapareamiento	1024
ENSAYO: <i>Creación del caos sexual</i>	1025
<b>Un ejemplo: los pinzones de Darwin</b>	1025
El efecto de la selección natural sobre el tamaño del cuerpo y del pico	1028
<b>La evidencia del registro fósil</b>	1029
Cambio filético	1029
Cladogénesis	1029
Radiación adaptativa	1030
Extinción	1030
<b>Equus: estudio de un modelo</b>	1033
Equilibrios intermitentes	1035
<b>Resumen</b>	1037

Capítulo 50

La evolución de los homínidos	1039
<b>Tendencias en la evolución de los primates</b>	1039
La mano y el brazo de los primates	1040
Acuidad visual	1041
Cuidado de las crías	1041
Verticalidad	1041
<b>Líneas principales de la evolución de los primates</b>	1042
Prosimios	1042
Monos	1042
Antropomorfos	1043
<b>El surgimiento de los homínidos</b>	1046
Los primeros homínidos	1046
ENSAYO: <i>Las huellas de pisadas</i>	1047
Estado actual de los australopitecinos	1047
<i>Homo habilis</i>	1049
Nuevos conceptos en la evolución de los homínidos	1051
<i>Homo erectus</i>	1053
<i>Homo sapiens</i>	1054
El origen de los humanos modernos	1055
ENSAYO: <i>El arte de las cavernas</i>	1057
<b>Resumen</b>	1058

Capítulo 51

El comportamiento animal y su evolución	1060
<b>Las bases genéticas del comportamiento</b>	1060
<b>Causas inmediatas y causas originales</b>	1061
<b>Patrones de acción fija</b>	1062
<b>Aprendizaje</b>	1063
Aprendizaje asociativo	1063
Troquelado (Impronta)	1064
Aprendizaje imitativo	1065
<b>Comportamiento social: introducción</b>	1066
<b>Sociedades de insectos</b>	1067
Etapas de la socialización	1067
Abejas melíferas	1068
<b>Sociedades de vertebrados</b>	1069
Jerarquías de dominación	1070
Territorios y territorialidad	1071
<b>Selección por parentesco</b>	1073
ENSAYO: <i>Historia de dos territorios</i>	1074
Pruebas de la hipótesis	1077
<b>El gen egoísta</b>	1077
Conflictos de interés	1078
La ventaja de esperar	1080
ENSAYO: <i>Artes y artesanías de los tilonorrincos (pájaros de glorieta)</i>	1081
<b>Altruismo recíproco</b>	1082
ENSAYO: <i>Reconocimiento del parentesco en los renacuajos</i>	1083
<b>La biología de la conducta humana</b>	1083
<b>Resumen</b>	1084
<b>Sugerencias de lecturas complementarias</b>	1087





## Capítulo 52

Dinámica de poblaciones: El número de organismos	1095
<b>Propiedades de las poblaciones</b>	1095
Patrones de crecimiento de la población	1096
ENSAYO: <i>Un ejemplo de modelado ecológico: la transmisión del virus del SIDA</i>	1098
Patrones de mortalidad	1099
Estructura etaria	1100
Densidad y disposición	1100
<b>La regulación del tamaño de la población</b>	1102
Factores limitantes	1103
ENSAYO: <i>La explosión de la población humana</i>	1104
Ciclos de población	1106
<b>Estrategias de reproducción</b>	1107
Las alternativas	1107
La ventaja de ser asexual	1108
Algunas consecuencias de las estrategias reproductoras	1111
<b>Resumen</b>	1111
Capítulo 53	
Interacciones en las comunidades	1114
<b>Competencia</b>	1114
El debate actual	1114
El principio de la exclusión competitiva	1115
Distribución de los recursos	1117
Aproximaciones experimentales al estudio de la competencia	1119
Los ganadores se llevan todo	1121
<b>Depredación</b>	1122
La carrera armamentista	1122
Escape de la depredación	1123
Depredación y dinámica de poblaciones	1124
Depredación y diversidad de especies	1126
<b>Simbiosis</b>	1127
Parasitismo	1127
Mutualismo	1128
<b>Composición de la comunidad y el problema de la estabilidad</b>	1130
El modelo biogeográfico de islas	1130
La hipótesis de la perturbación intermedia	1131
Sucesión ecológica	1132
ENSAYO: <i>Biología de la conservación y el modelo de la biogeografía de islas</i>	1133
<b>Resumen</b>	1136

Ecosistemas	1139
<b>Energía solar</b>	1140
La influencia de la atmósfera	1140
Clima, viento y condiciones meteorológicas	1141
ENSAYO: <i>La capa de ozono amenazada</i>	1142
<b>El flujo de energía</b>	1145
Niveles tróficos	1145
ENSAYO: <i>Ecosistemas quimiosintéticos</i>	1148
Eficiencia de la transferencia energética	1151
Transferencia de energía y estructura del ecosistema	1151
ENSAYO: <i>Costos energéticos de la recolección de alimentos</i>	1152
<b>Ciclos biogeoquímicos</b>	1153
El ciclo del nitrógeno	1154
ENSAYO: <i>Ecosistemas agrícolas y un mundo hambriento</i>	1156
Reciclamiento en un ecosistema boscoso	1156
Concentración de elementos	1158
<b>Resumen</b>	1160
Capítulo 55	
La biosfera	1162
<b>La vida en las aguas</b>	1162
Ríos y cursos de agua	1162
Lagos y estanques	1163
Los océanos	1163
La región litoral	1165
ENSAYO: <i>El Niño</i>	1166
<b>La vida sobre la tierra</b>	1168
El concepto de biomas	1169
Bosque templado	1172
Bosques de coníferas	1174
La tundra	1176
Praderas templadas	1178
Praderas tropicales: las sabanas	1178
El matorral mediterráneo	1179
El desierto	1180
Selvas tropicales	1180
<b>Resumen</b>	1186
<b>Sugerencias de lecturas complementarias</b>	1186
APÉNDICE A <b>Tabla métrica</b>	1190
APÉNDICE B <b>Escala de conversión de temperatura</b>	1191
APÉNDICE C <b>Clasificación de los organismos</b>	1192
GLOSARIO	G-1
PROCEDENCIA DE LAS ILUSTRACIONES	P-1
ÍNDICE ANALÍTICO	I-1