

Índice de láminas y recuadros

Capítulo 1	Introducción a las células	1
Lámina 1-1	Microscopia	8-9
Lámina 1-2	Arquitectura celular	25
Biología experimental: mecanismos comunes de la vida		30-31
Capítulo 2	Componentes químicos de las células	39
Biología experimental: ¿qué son las macromoléculas?		60-61
Lámina 2-1	Enlaces y grupos químicos	64-65
Lámina 2-2	Propiedades químicas del agua	66-67
Lámina 2-3	Esquema de algunos tipos de azúcares	68-69
Lámina 2-4	Ácidos grasos y otros lípidos	70-71
Lámina 2-5	Los 20 aminoácidos presentes en las proteínas	72-73
Lámina 2-6	Los nucleótidos	74-75
Lámina 2-7	Principales tipos de enlaces no covalentes débiles	76-77
Capítulo 3	Energía, catálisis y biosíntesis	81
Lámina 3-1	Energía libre y reacciones biológicas	94-95
Biología Experimental: utilización de la cinética para modelar y manipular las vías metabólicas		101-103
Capítulo 4	Estructura y función de las proteínas	119
Lámina 4-1	Unos pocos ejemplos de algunas funciones generales de las proteínas	120
Lámina 4-2	Cuatro formas diferentes de representar el pequeño dominio proteico SH2	128-129
Lámina 4-3	Producción y uso de anticuerpos	144-145
Biología experimental: investigación de la estructura proteica		158-160
Lámina 4-4	Rotura celular y fraccionamiento inicial de los extractos celulares	164-165
Lámina 4-5	Separación de las proteínas por cromatografía	166
Lámina 4-6	Separación de proteínas por electroforesis	167
Capítulo 5	DNA y cromosomas	171
Biología experimental: los genes están constituidos por DNA		174-176
Capítulo 6	Replicación, reparación, y recombinación del DNA	197
Biología experimental: la naturaleza de la replicación		200-202
Capítulo 7	Del DNA a la proteína: cómo leen el genoma las células	231
Biología experimental: descifrando el código genético		248-249
Capítulo 8	Control de la expresión génica	269
Biología experimental: la regulación génica - La historia de <i>EVE</i>		282-284

Capítulo 9	Cómo evolucionan los genes y los genomas	297
	Biología experimental: contar genes	318-319
Capítulo 10	Análisis de genes y genomas	327
	Biología experimental: secuenciación del genoma humano	348-349
Capítulo 11	Estructura de la membrana	363
	Biología experimental: medición del flujo a través de la membrana	382-383
Capítulo 12	Transporte de membrana	387
	Biología experimental: el calamar revela secretos relacionados con la excitabilidad de la membrana	412-413
Capítulo 13	Cómo las células obtienen energía de los alimentos	425
	Lámina 13-1 Detalles de los 10 pasos de la glucólisis	430-431
	Biología experimental: esclareciendo el ciclo del ácido cítrico	440-441
	Lámina 13-2 El ciclo del ácido cítrico completo	442-443
Capítulo 14	Generación de energía en mitocondrias y cloroplastos	453
	Biología experimental: cómo el acoplamiento quimiosmótico impulsa la síntesis de ATP	468-469
	Lámina 14-1 Potenciales redox	471
Capítulo 15	Compartimientos y transporte intracelulares	495
	Biología experimental: rastreo de las proteínas y transporte vesicular	520-521
Capítulo 16	Comunicación celular	531
	Biología experimental: dilucidación de las vías de señalización celular	560-562
Capítulo 17	Citoesqueleto	571
	Lámina 17-1 Los tres tipos principales de filamentos proteicos	573
	Biología experimental: persecución de las proteínas motoras	586-588
Capítulo 18	Ciclo de división celular	609
	Biología experimental: descubrimiento de las ciclinas y las Cdk	615-616
	Lámina 18-1 Principales etapas de la fase M en una célula animal	626-627
Capítulo 19	Sexo y genética	651
	Lámina 19-1 Algunos conceptos esenciales de la genética clásica	674
	Biología experimental: utilización de los SNP para esclarecer enfermedades humanas	680-681
Capítulo 20	Comunidades celulares: tejidos, células madre y cáncer	689
	Biología experimental: detección de genes importantes para el desarrollo del cáncer	725-726
	Respuestas	R:1
	Glosario	G:1
	Índice analítico	I:1

Índice

Capítulo 1 Introducción a las células	1	La comparación de la secuencia del genoma revela la herencia común de la vida	33
UNIDAD Y DIVERSIDAD DE LAS CÉLULAS	2	Conceptos esenciales	35
Las células varían muchísimo en su aspecto y su función	2	Preguntas	36
Las células vivas tienen propiedades básicas similares	3		
En apariencia, todas las células actuales han evolucionado a partir del mismo antepasado	5	Capítulo 2 Componentes químicos de las células	39
Los genes proporcionan las instrucciones que determinan la forma, la función y el comportamiento complejo de la célula	5	ENLACES QUÍMICOS	40
	6	Los tipos de átomos que forman las células son relativamente pocos	40
LAS CÉLULAS BAJO EL MICROSCOPIO	6	Los electrones más externos determinan cómo interactúan los átomos	41
La invención del microscopio óptico condujo al descubrimiento de las células	6	Los enlaces iónicos se forman por ganancia o pérdida de electrones	44
Células, orgánulos e incluso moléculas pueden visualizarse con el microscopio	7	Los enlaces covalentes se forman cuando dos átomos comparten electrones	45
	11	Los enlaces covalentes pueden tener distinta fuerza	46
LA CÉLULA PROCARIONTE	14	Existen distintos tipos de enlaces covalentes	47
Las procariontes son las células más diversas	14	Las atracciones electrostáticas ayudan a unir las moléculas de las células	47
El mundo de los procariontes se divide en dos dominios: eubacterias y arqueas	15	El agua se mantiene unida por enlaces de hidrógeno	48
	16	Algunas moléculas polares forman ácidos y bases en agua	49
LA CÉLULA EUKARIONTE	16		
El núcleo es el depósito de información de la célula	16	LAS MOLÉCULAS DE LAS CÉLULAS	50
Las mitocondrias generan energía utilizable del alimento para proporcionársela a la célula	17	La célula está formada por compuestos de carbono	50
Los cloroplastos capturan la energía de la luz solar	18	Las células contienen cuatro familias principales de pequeñas moléculas orgánicas	51
Las membranas internas crean compartimientos intracelulares con diferentes funciones	19	Los azúcares son fuentes de energía para las células y las subunidades de los polisacáridos	52
El citosol es un gel acuoso concentrado de moléculas grandes y pequeñas	21	Los ácidos grasos son componentes de las membranas celulares	54
El citoesqueleto es responsable de dirigir los movimientos celulares	22	Los aminoácidos son las subunidades de las proteínas	55
El citoplasma dista de ser estático	23	Los nucleótidos son las subunidades del DNA y del RNA	56
Las células eucariontes pueden haberse originado como predadores	23	LAS MACROMOLÉCULAS DE LAS CÉLULAS	58
	26	Las macromoléculas contienen una secuencia específica de subunidades	59
ORGANISMOS MODELOS	27	Los enlaces no covalentes especifican la forma precisa de una macromolécula	59
Los biólogos moleculares se concentraron en <i>E. coli</i>	28	Los enlaces no covalentes permiten que una macromolécula se una a otras moléculas seleccionadas	63
La levadura de cerveza es una célula eucarionte simple	28	Preguntas	79
<i>Arabidopsis</i> fue elegida entre 300.000 especies como modelo vegetal	28		
El mundo animal está representado por una mosca, un gusano, un ratón y por la especie humana	29		

Capítulo 3 Energía, catálisis y biosíntesis**UTILIZACIÓN DE ENERGÍA POR LAS CÉLULAS**

- El orden biológico es posible por la liberación de energía calórica de las células
- Los organismos fotosintéticos utilizan luz solar y sintetizan moléculas orgánicas
- Las células obtienen energía por oxidación de moléculas orgánicas
- La oxidación y la reducción implican transferencia de electrones

ENERGÍA LIBRE Y CATALISIS

- Las enzimas disminuyen las barreras que bloquean las reacciones químicas
- La variación de energía libre de una reacción determina si esta reacción puede producirse
- La concentración de los reactivos influye en la variación de energía libre y en la dirección de una reacción
- El cambio de energía libre estándar posibilita comparar las energías de diferentes reacciones
- Las células existen en un estado de desequilibrio químico
- La constante de equilibrio es directamente proporcional a ΔG°
- En relaciones complejas, la constante de equilibrio depende de las concentraciones de todos los reactivos y los productos
- La constante de equilibrio indica la fuerza de las interacciones moleculares
- En las reacciones secuenciales, los cambios de energía libre son aditivos
- La difusión rápida les permite a las enzimas encontrar sus sustratos
- V_{\max} y K_M miden el rendimiento enzimático

MOLÉCULAS TRANSPORTADORAS ACTIVADAS Y BIOSÍNTESIS

- La formación de un transportador activado está acoplada a una reacción energéticamente favorable
- El ATP es la molécula transportadora activada más utilizada
- La energía almacenada en el ATP se suele utilizar para unir dos moléculas
- NADH y NADPH son transportadores importantes de electrones
- En las células hay muchas otras moléculas transportadoras activadas
- La síntesis de los polímeros biológicos exige un aporte de energía
- Conceptos esenciales
- Preguntas

Capítulo 4 Estructura y función de las proteínas**LA FORMA Y LA ESTRUCTURA DE LAS PROTEÍNAS**

- La forma de una proteína es especificada por su secuencia de aminoácidos
- Las proteínas se pliegan en una conformación de mínima energía

81	Las proteínas adoptan una amplia variedad de formas complejas	125
82	La hélice α y la hoja β son patrones de plegamiento comunes	127
82	Las hélices se forman fácilmente en las estructuras biológicas	131
84	Las hojas β forman estructuras rígidas centrales en muchas proteínas	131
86	Las proteínas tienen varios niveles de organización	132
87	Pocas de las numerosas cadenas polipeptídicas posibles serán útiles	134
	Las proteínas pueden clasificarse en familias	134
88	Las moléculas grandes de proteínas con frecuencia contienen más de una cadena polipeptídica	135
89	Las proteínas pueden ensamblarse en filamentos, láminas o esferas	136
91	Algunos tipos de proteínas tienen formas fibrosas alargadas	137
92	Las proteínas extracelulares con frecuencia se estabilizan mediante enlaces cruzados covalentes	138
92	CÓMO FUNCIONAN LAS PROTEÍNAS	140
92	Todas las proteínas se unen a otras moléculas	140
93	Los sitios de unión de los anticuerpos son especialmente versátiles	142
96	Las enzimas son catalizadores potentes y muy específicos	143
	La lisozima ilustra cómo funciona una enzima	143
96	La mayoría de los fármacos inhiben a las enzimas	148
97	Moléculas pequeñas estrechamente unidas agregan funciones adicionales a las proteínas	148
98	CÓMO SE CONTROLAN LAS PROTEÍNAS	149
99	Las actividades catalíticas de las enzimas suelen ser reguladas por otras moléculas	150
	Las enzimas alostéricas tienen dos sitios de unión que influyen uno en el otro	150
	La fosforilación puede controlar la actividad proteica mediante la inducción de un cambio conformacional	152
104	Las proteínas que unen GTP también se regulan por la ganancia y pérdida cíclica de un grupo fosfato	153
105	La hidrólisis de nucleótidos permite a las proteínas motoras producir grandes movimientos en las células	154
106	Las proteínas suelen formar grandes complejos que funcionan como maquinarias proteicas	155
107	La modificación covalente controla la localización y el ensamblaje de las maquinarias proteicas	156
109	CÓMO SE ESTUDIAN LAS PROTEÍNAS	157
110	Las células pueden crecer en una placa de cultivo	157
114	Las técnicas de purificación permiten obtener preparados proteicos homogéneos a partir de homogeneizados celulares	161
115	Se pueden producir grandes cantidades de casi cualquier proteína mediante técnicas de ingeniería genética	163
119	Los estudios automatizados de la estructura y la función de las proteínas están acelerando el ritmo de los descubrimientos	163
	Conceptos esenciales	168
	Preguntas	169

Capítulo 5 DNA y cromosomas 171

LA ESTRUCTURA Y LA FUNCIÓN DEL DNA 172

- Una molécula de DNA consiste en dos cadenas de nucleótidos complementarias 173
- La estructura del DNA provee un mecanismo para la herencia 178

LA ESTRUCTURA DE LOS CROMOSOMAS EUCARIÓTICOS 179

- El DNA eucariótico se condensa en muchos cromosomas 179
- Los cromosomas contienen largas hileras de genes 181
- Los cromosomas se encuentran en estados diferentes durante la vida de una célula 182
- Los cromosomas interfásicos están organizados dentro del núcleo 184
- El DNA en los cromosomas está muy condensado 184
- Los nucleosomas son las unidades básicas de la estructura cromosómica eucariótica 185
- La condensación cromosómica ocurre en muchos niveles 187

LA REGULACIÓN DE LA ESTRUCTURA CROMOSÓMICA 188

- Los cambios en la estructura del nucleosoma permiten el acceso al DNA 188
- Los cromosomas interfásicos contienen formas de cromatina tanto condensada como más extendida 190
- Los cambios de la estructura cromatínica pueden heredarse 191
- Conceptos esenciales 192
- Preguntas 193

Capítulo 6 Replicación, reparación, y recombinación del DNA 197

REPLICACIÓN DEL DNA 198

- El apareamiento de bases permite la replicación del DNA 198
- La síntesis del DNA comienza en los orígenes de replicación 199
- La síntesis de DNA nuevo se produce en las horquillas de replicación 203
- La horquilla de replicación es asimétrica 204
- La DNA polimerasa es autocorrectora 205
- Los RNA de longitudes cortas actúan como cebadores para la síntesis de DNA 206
- Las proteínas en una horquilla de replicación cooperan formando una maquinaria de replicación 208
- Las telomerasas replican los extremos de los cromosomas eucariontes 210

REPARACIÓN DEL DNA 211

- Las mutaciones pueden tener consecuencias graves para una célula u organismo 211
- Un sistema de reparación de apareamientos erróneos del DNA elimina los errores de replicación que escapan a la maquinaria de replicación 212
- El DNA sufre daño continuamente en las células 213
- La estabilidad de los genes depende de la reparación del DNA 215

- Las rupturas de cadena doble se pueden reparar rápidamente pero de manera imperfecta 216
- En las secuencias genómicas se preserva un registro de la fidelidad de la replicación y la reparación del DNA 217

RECOMBINACIÓN HOMÓLOGA 217

- La recombinación homóloga requiere regiones extensas de similitud de secuencia 218
- La recombinación homóloga puede reparar perfectamente las rupturas del DNA bicatenario 218
- La recombinación homóloga intercambia información genética durante la meiosis 219

ELEMENTOS GENÉTICOS MÓVILES Y VIRUS 220

- Los elementos genéticos móviles codifican los componentes que necesitan para el movimiento 221
- El genoma humano contiene dos familias principales de secuencias transponibles 222
- Los virus son elementos genéticos completamente móviles que pueden escapar de las células 223
- Los retrovirus invierten el flujo normal de la información genética 225
- Conceptos esenciales 227
- Preguntas 228

Capítulo 7 Del DNA a la proteína: cómo leen el genoma las células 231

DEL DNA AL RNA 232

- Fragmentos de la secuencia de DNA son transcritos a RNA 232
- La transcripción produce RNA complementario de una cadena de DNA 233
- En las células se producen distintos tipos de RNA 235
- Las señales en el DNA le dicen a la RNA polimerasa dónde comenzar y dónde terminar 236
- La iniciación de la transcripción de genes eucariontes es un proceso complejo 238
- La RNA polimerasa eucarionte requiere factores de transcripción general 239
- Los RNA eucariontes son transcritos y procesados simultáneamente en el núcleo 240
- Los genes eucariontes están interrumpidos por secuencias no codificadoras 241
- Los intrones son eliminados por el corte y empalme del RNA 242
- Los mRNA eucariontes maduros son exportados selectivamente del núcleo 243
- Las moléculas de mRNA finalmente son degradadas por la célula 244
- Las primeras células pueden haber tenido intrones en sus genes 245

DEL RNA A LA PROTEÍNA 246

- Una secuencia de mRNA es decodificada en grupos de tres nucleótidos 246
- Las moléculas de tRNA acoplan aminoácidos con los codones del mRNA 247
- Enzimas específicas acoplan los tRNA al aminoácido correcto 250

El RNA mensajero es decodificado en los ribosomas	251	CONTROLES POSTRANSCRIPCIÓN	288
El ribosoma es una ribozima	253	Los ribointerruptores proporcionan una solución económica para la regulación génica	289
Los codones del mRNA señalan dónde empieza y dónde termina la síntesis proteica	254	Las regiones no traducidas de los mRNA pueden controlar su traducción	290
Las proteínas son elaboradas en polirribosomas	256	Los RNA regulatorios pequeños controlan la expresión de miles de genes de animales y plantas	290
Los inhibidores de la síntesis de proteínas procariontes se utilizan como antibióticos	257	La interferencia por RNA destruye los RNA bicatenarios extraños	291
La degradación proteica controlada cuidadosamente ayuda a regular la cantidad de cada proteína en una célula	258	Los científicos pueden utilizar la interferencia por RNA para inactivar genes	292
Hay muchos pasos entre el DNA y la proteína	259	Conceptos esenciales	293
EL RNA Y LOS ORÍGENES DE LA VIDA	260	Preguntas	294
La vida requiere autocatálisis	261	Capítulo 9 Cómo evolucionan los genes y los genomas	297
El RNA puede almacenar información y catalizar reacciones químicas	261	GENERACIÓN DE LA VARIACIÓN GENÉTICA	298
Se considera que el RNA precedió al DNA en la evolución	263	En los organismos de reproducción sexual, sólo pasan a la progenie los cambios en la línea germinal	299
Conceptos esenciales	264	Las mutaciones puntuales son causadas por fallas de los mecanismos normales de copia y mantenimiento del DNA	300
Preguntas	266	Las mutaciones puntuales pueden cambiar la regulación de un gen	301
Capítulo 8 Control de la expresión génica	269	Las duplicaciones del DNA dan origen a familias de genes relativos	302
PANORAMA GENERAL DE LA EXPRESIÓN GÉNICA	270	La evolución de la familia del gen de la globina muestra cómo la duplicación y la divergencia pueden dar origen a proteínas adaptadas a un organismo y su desarrollo	304
Los diferentes tipos celulares de un organismo multicelular contienen el mismo DNA	270	Las duplicaciones del genoma entero han modelado la historia evolutiva de muchas especies	305
Diferentes tipos celulares producen distintos grupos de proteínas	270	Se pueden generar nuevos genes por repetición del mismo exón	306
Una célula puede cambiar la expresión de sus genes en respuesta a las señales externas	271	También pueden crearse nuevos genes mediante el barajado de exones	306
La expresión génica puede ser regulada en muchas etapas en la vía del DNA al RNA y a la proteína	272	La evolución de los genomas se ha visto acelerada por el movimiento de los elementos genéticos móviles	307
CÓMO FUNCIONAN LOS INTERRUPTORES DE LA TRANSCRIPCIÓN	273	Los genes pueden intercambiarse entre organismos por transferencia génica horizontal	308
La transcripción es controlada por proteínas de unión a las secuencias del DNA regulatorias	273	RECONSTRUCCIÓN DEL ÁRBOL GENEALÓGICO DE LA VIDA	309
Los interruptores de la transcripción permiten que las células respondan a los cambios ambientales	275	Los cambios genéticos que proporcionan ventajas selectivas probablemente tiendan a ser preservados	309
Los represores inhiben la expresión de los genes y los activadores la estimulan	276	Los genomas de seres humanos y de chimpancés son similares en la organización así como en las secuencias detalladas	310
Un activador y un represor controlan al operón <i>Lac</i>	277	Las regiones importantes desde el punto de vista funcional se destacan como islas de secuencias de DNA conservada	310
Los reguladores de la transcripción eucariontes controlan la expresión génica a distancia	278	Las comparaciones de genoma demuestran que los vertebrados ganan y pierden DNA rápidamente	312
El empaquetamiento del promotor de DNA en los nucleosomas afecta la iniciación de la transcripción	279	La conservación de secuencias permite trazar incluso las relaciones evolutivas más distantes	313
LOS MECANISMOS MOLECULARES QUE CREAN TIPOS DE CÉLULAS ESPECIALIZADAS	280	INVESTIGACIÓN DEL GENOMA HUMANO	315
Los genes de eucariontes se regulan por combinaciones de proteínas	280	La secuencia de nucleótidos del genoma humano muestra cómo están organizados nuestros genes	315
La expresión de diferentes genes puede ser coordinada por una única proteína	281		
El control combinatorio puede crear diferentes tipos celulares	285		
Los patrones estables de expresión génica pueden transmitirse a las células hijas	286		
La formación de un órgano entero puede ser desencadenada por un único regulador de la transcripción	288		

Cambios acelerados en las secuencias conservadas del genoma ayudan a revelar lo que nos convierte en seres humanos	317	Capítulo 11 Estructura de la membrana	363
La variación genética dentro del genoma humano contribuye a nuestra individualidad	320	BICAPA LIPÍDICA	364
El genoma humano contiene abundante información que aún debe ser descifrada	321	Los lípidos de las membranas forman bicapas en el agua	364
Conceptos esenciales	323	La bicapa lipídica es un fluido bidimensional	368
Preguntas	324	La fluidez de una bicapa lipídica depende de su composición	369
Capítulo 10 Análisis de genes y genomas	327	La bicapa lipídica es asimétrica	370
MANIPULACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS MOLÉCULAS DE DNA	329	La asimetría lipídica se conserva durante el transporte de membrana	371
Las nucleasas de restricción cortan moléculas de DNA en sitios específicos	329	PROTEÍNAS DE MEMBRANA	372
La electroforesis en gel separa fragmentos de DNA de diferentes tamaños	330	Las proteínas de membrana se asocian con la bicapa lipídica de diversas maneras	372
La hibridación proporciona un método sensible para detectar secuencias nucleotídicas específicas	331	Una cadena polipeptídica suele atravesar la bicapa lipídica adoptando la conformación de hélice α	374
La hibridación se realiza con el uso de sondas de DNA diseñadas para reconocer una secuencia deseada de nucleótidos	332	Las proteínas de membrana se pueden solubilizar y purificar mediante detergentes	375
CLONACIÓN DE DNA	333	La estructura completa de las proteínas de membrana se conoce en muy pocos casos	376
La DNA ligasa une fragmentos de DNA entre sí para producir una molécula de DNA recombinante	334	La membrana plasmática está reforzada por la corteza celular	377
El DNA recombinante puede copiarse dentro de las células bacterianas	334	Las células pueden limitar el movimiento de las proteínas de membrana	379
Se emplean vectores plasmídicos especializados para clonar DNA	335	La superficie de la célula está recubierta de hidratos de carbono	381
Los genes pueden aislarse a partir de una genoteca de DNA	336	Conceptos esenciales	384
Las genotecas de cDNA representan el mRNA producido por un tejido en particular	338	Preguntas	385
La reacción en cadena de la polimerasa amplifica determinadas secuencias de DNA	340	Capítulo 12 Transporte de membrana	387
DESCIFRAMIENTO Y UTILIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN GENÉTICA	343	PRINCIPIOS DEL TRANSPORTE DE MEMBRANA	388
El DNA puede ser secuenciado con rapidez	345	Las concentraciones de iones en el interior de una célula son muy diferentes de las presentes en el exterior de la célula	388
Es posible construir moléculas de DNA completamente nuevas	347	Las bicapas lipídicas son impermeables a los solutos y a los iones	389
Proteínas celulares poco frecuentes pueden elaborarse en grandes cantidades utilizando DNA clonado	347	Las proteínas de transporte de membrana pertenecen a dos clases: proteínas transportadoras y proteínas de canales	389
Los genes indicadores y la hibridación in situ pueden revelar cuándo y dónde se expresa un gen	350	Los solutos atraviesan las membranas mediante transporte pasivo o transporte activo	390
La hibridación sobre micromatrices de DNA permite analizar la expresión de miles de genes al mismo tiempo	352	Proteínas transportadoras y sus funciones	391
Los enfoques genéticos pueden revelar la función de un gen	353	El transporte pasivo puede ser impulsado por gradientes de concentración y por fuerzas eléctricas	392
Los animales pueden alterarse genéticamente	354	El transporte activo moviliza solutos en contra de sus gradientes electroquímicos	393
La interferencia por RNA proporciona una manera simple de probar la función génica	354	Las células animales utilizan la energía derivada de la hidrólisis del ATP para bombear Na^+ hacia el exterior	394
Las plantas transgénicas son importantes para la biología celular y la agricultura	357	La bomba de $\text{Na}^+\text{-K}^+$ es impulsada por el agregado transitorio de un grupo fosfato	395
Conceptos esenciales	358	La bomba de $\text{Na}^+\text{-K}^+$ contribuye al mantenimiento del equilibrio osmótico de las células animales	396
Preguntas	360	Las concentraciones intracelulares de Ca^{2+} se mantienen en un nivel reducido por la acción de bombas de Ca^{2+}	397
		Los gradientes favorecen que los transportadores acoplados capten nutrientes en forma activa	398
		Los gradientes de H^+ impulsan el transporte a través de la membrana en vegetales, hongos y bacterias	400

CANALES IÓNICOS Y POTENCIAL DE MEMBRANA 400

- Los canales iónicos son selectivos para los distintos iones y están regulados 401
- Los canales iónicos fluctúan en forma aleatoria entre los estados abierto y cerrado 403
- Distintos tipos de estímulos afectan la apertura y el cierre de los canales iónicos 405
- Los canales iónicos regulados por voltaje responden al potencial de membrana 405
- El potencial de membrana está gobernado por la permeabilidad de la membrana a iones específicos 407

CANALES IÓNICOS Y TRANSMISIÓN DE SEÑALES EN LAS CÉLULAS NERVIOSAS 409

- Los potenciales de acción permiten una comunicación rápida a larga distancia 410
- Los potenciales de acción en general están mediados por canales de Na^+ regulados por voltaje 410
- Los canales de Ca^{2+} regulados por voltaje convierten las señales eléctricas en señales químicas en las terminaciones nerviosas 415
- Los canales regulados por transmisores convierten nuevamente las señales químicas en señales eléctricas en las células diana 416
- Las neuronas reciben señales excitadoras e inhibitoras 417
- Los canales iónicos regulados por transmisores representan sitios de acción importantes de los fármacos psicoactivos 419
- Las conexiones sinápticas nos permiten pensar, actuar y recordar 419
- Conceptos esenciales 420
- Preguntas 422

Capítulo 13 Cómo las células obtienen energía de los alimentos 425**LA DEGRADACIÓN Y LA UTILIZACIÓN DE LOS CARBOHIDRATOS Y LAS GRASAS 426**

- Las moléculas de alimento se degradan en tres etapas 426
- La glucólisis es una vía central de producción de ATP 427
- Las fermentaciones permiten que se produzca ATP en ausencia de oxígeno 432
- La glucólisis ilustra cómo las enzimas acoplan la oxidación al almacenamiento de energía 433
- Tanto los carbohidratos como las grasas se degradan a acetil CoA en las mitocondrias 433
- El ciclo del ácido cítrico genera NADH mediante la oxidación de grupos acetilo a CO_2 436
- Muchas vías biosintéticas comienzan con la glucólisis o con el ciclo del ácido cítrico 439
- El transporte de electrones impulsa la síntesis de la mayor parte del ATP en la mayoría de las células 439

REGULACIÓN DEL METABOLISMO 445

- Las reacciones catabólicas y anabólicas están organizadas y reguladas 445
- La regulación por retrocontrol permite que las células pasen de degradación a biosíntesis de glucosa 446

- Las células almacenan moléculas de alimento en reservorios especiales que se utiliza en los periodos de necesidad 448
- Conceptos esenciales 450
- Preguntas 451

Capítulo 14 Generación de energía en mitocondrias y cloroplastos 453

- Las células obtienen la mayor parte de su energía por un mecanismo que ocurre en la membrana 454

MITOCONDRIAS Y FOSFORILACIÓN OXIDATIVA 456

- La mitocondria tiene una membrana externa, una membrana interna y dos compartimientos internos 456
- El ciclo del ácido cítrico genera electrones de alta energía 458
- Un proceso quimiosmótico convierte la energía proveniente de las moléculas transportadoras activadas en ATP 458
- La cadena de transporte de electrones bombea protones a través de la membrana mitocondrial interna 460
- El bombeo de protones crea un marcado gradiente electroquímico de protones a través de la membrana mitocondrial interna 460
- El gradiente electroquímico de protones impulsa la síntesis de ATP 461
- El transporte acoplado a través de la membrana mitocondrial interna es impulsado por el gradiente electroquímico de protones 463
- Los gradientes de protones producen la mayor parte del ATP de las células 464
- La conversión rápida de ADP en ATP en las mitocondrias mantiene una elevada relación ATP/ADP en las células 465

MECANISMOS MOLECULARES DEL TRANSPORTE DE ELECTRONES Y BOMBEO DE PROTONES 466

- Los protones se desplazan con facilidad mediante la transferencia de electrones 466
- El potencial redox es una medida de las afinidades de los electrones 467
- La transferencia de electrones libera grandes cantidades de energía 470
- Los metales unidos estrechamente a las proteínas constituyen transportadores de electrones versátiles 470
- La citocromo oxidasa cataliza la reducción del oxígeno 473
- El mecanismo de bombeo de H^+ puede estudiarse en el nivel atómico 474
- La respiración es extraordinariamente eficiente 475

CLOROPLASTOS Y FOTOSÍNTESIS 476

- Los cloroplastos se asemejan a las mitocondrias pero tienen un compartimiento adicional 476
- Los cloroplastos capturan la energía de la luz solar y la usan en la fijación de carbono 478
- La luz visible es absorbida por moléculas de clorofila 479
- Las moléculas de clorofila excitadas canalizan la energía hacia un centro de reacción 480
- La energía lumínica dirige la síntesis de ATP y NADPH 481
- Los cloroplastos pueden ajustar su producción de ATP 483

La fijación de carbono utiliza ATP y NADPH en la conversión de CO₂ en azúcares 484

Los azúcares generados por la fijación de carbono pueden ser almacenados como almidón o consumidos liberando ATP 486

ORIGEN DE LOS CLOROPLASTOS Y LAS MITOCONDRIAS 486

La fosforilación oxidativa les otorgó a las bacterias primitivas una ventaja evolutiva 487

Las bacterias fotosintéticas tienen aún demandas menores de su medio ambiente 488

Las condiciones en las que vive *Methanococcus* sugieren que el acoplamiento quimiosmótico es un proceso antiguo 490

Conceptos esenciales 491

Preguntas 492

Capítulo 15 Compartimientos y transporte intracelulares 495

ORGÁNULOS DELIMITADOS POR MEMBRANAS 496

Las células eucariontes contienen un conjunto básico de orgánulos delimitados por membranas 496

Los orgánulos delimitados por membranas evolucionaron en formas diferentes 498

DISTRIBUCIÓN DE LAS PROTEÍNAS 499

Las proteínas ingresan en los orgánulos por medio de tres mecanismos 500

Las secuencias señal dirigen las proteínas hacia el compartimiento correcto 501

Las proteínas ingresan en el núcleo a través de los poros nucleares 502

Las proteínas se despliegan e ingresan en las mitocondrias y los cloroplastos 504

Las proteínas ingresan en el retículo endoplasmático mientras se sintetizan 505

Las proteínas solubles se liberan dentro de la luz del RE 506

Las señales de comienzo y de detención determinan la disposición de una proteína transmembrana en la bicapa lipídica 508

TRANSPORTE VESICULAR 509

Las vesículas de transporte conducen proteínas solubles y de membrana entre los compartimientos 510

La brotación de la vesícula está inducida por el ensamblado de la cubierta proteica 511

El acoplamiento vesicular depende de las proteínas de reconocimiento inicial y de las SNARE 512

VÍAS SECRETORAS 514

La mayoría de las proteínas son modificadas en forma covalente en el RE 514

El control de la salida del RE garantiza la calidad de la proteína 516

El tamaño del RE es controlado por la cantidad de proteína que fluye a través de él 516

Las proteínas se modifican y se distribuyen aún más en el complejo de Golgi 517

Las proteínas secretoras se liberan de la célula por exocitosis 518

VÍAS ENDOCÍTICAS 522

Las células fagocíticas especializadas ingieren partículas grandes 522

Los líquidos y las macromoléculas son captados por pinocitosis 523

La endocitosis mediada por receptor proporciona una vía específica hacia el interior de las células animales 524

Las macromoléculas endocitadas se distribuyen en los endosomas 525

Los lisosomas son los sitios principales de la digestión intracelular 526

Conceptos esenciales 527

Preguntas 529

Capítulo 16 Comunicación celular 531

PRINCIPIOS GENERALES DE LA SEÑALIZACIÓN CELULAR 532

Las señales pueden actuar a distancias largas o cortas 532

Cada célula responde a un conjunto limitado de señales, lo que depende de su historia y su estado actual 534

La respuesta de una célula a una señal puede ser rápida o lenta 536

Algunas hormonas atraviesan la membrana plasmática y se unen a receptores intracelulares 537

Algunos gases disueltos atraviesan la membrana plasmática y activan directamente enzimas intracelulares 538

Los receptores de la superficie celular transmiten señales extracelulares a través de vías de señalización intracelular 539

Algunas proteínas de señalización intracelular actúan como interruptores moleculares 541

Hay tres clases principales de receptores de la superficie celular 542

Los receptores acoplados a canales iónicos transforman las señales químicas en señales eléctricas 544

RECEPTORES ACOPLADOS A PROTEÍNAS G 544

La estimulación de los GPCR activa las subunidades de las proteínas G 545

Algunas proteínas G regulan directamente canales iónicos 547

Algunas proteínas G activan enzimas unidas a la membrana 547

La vía del AMP cíclico puede activar enzimas y genes 548

La vía del fosfolípido de inositol desencadena un aumento del Ca²⁺ intracelular 551

Una señal de Ca²⁺ desencadena muchos procesos biológicos 552

Las cascadas de señalización intracelular pueden alcanzar una velocidad, una sensibilidad y una adaptabilidad sorprendentes 553

RECEPTORES ACOPLADOS A ENZIMAS 555

Los RTK activados reclutan un complejo de proteínas de señalización intracelular 555

La mayoría de los RTK activa la GTPasa monomérica Ras 556

Los RTK activa la PI-3 cinasa para producir sitios de acoplamiento lipídicos en la membrana plasmática	558	La contracción muscular es desencadenada por un súbito aumento del nivel de Ca^{2+}	603
Algunos receptores asociados con enzimas activan una vía rápida hacia el núcleo	559	Las células musculares cumplen funciones altamente especializadas en el organismo	604
La pluricelularidad y la comunicación celular evolucionaron en forma independiente en las plantas y los animales	564	Conceptos esenciales	605
Las redes de proteincinasas integran información que controla comportamientos complejos de la célula	564	Preguntas	606
Conceptos esenciales	567	Capítulo 18 Ciclo de división celular	609
Preguntas	568	GENERALIDADES ACERCA DEL CICLO CELULAR	610
Capítulo 17 Citoesqueleto	571	El ciclo celular de las células eucariontes se divide en cuatro fases	610
FILAMENTOS INTERMEDIOS	572	Un sistema de control del ciclo celular desencadena los principales procesos del ciclo celular	612
Los filamentos intermedios son resistentes y se asemejan a cuerdas	574	El sistema de control del ciclo celular es similar en todos los eucariontes	612
Los filamentos intermedios confieren resistencia a las células contra la tensión mecánica	575	SISTEMA DE CONTROL DEL CICLO CELULAR	613
La envoltura nuclear está sostenida por una red de filamentos intermedios	576	El sistema de control del ciclo celular depende de proteincinasas de activación cíclica	613
MICROTÚBULOS	577	La actividad de las Cdk también es regulada por procesos de fosforilación y desfosforilación	614
Los microtúbulos son tubos huecos con extremos estructuralmente distintos	578	Distintos complejos ciclina-Cdk desencadenan diferentes pasos del ciclo celular	614
El centrosoma es el principal centro organizador de microtúbulos en las células animales	579	El sistema de control del ciclo celular también depende de proteólisis cíclica	617
Los microtúbulos en crecimiento presentan inestabilidad dinámica	580	Las proteínas que inhiben las Cdk pueden detener el ciclo celular en puntos de control específicos	618
Los microtúbulos se mantienen por un equilibrio entre el ensamblaje y el desensamblaje	581	FASE S	619
Los microtúbulos se mantienen por un equilibrio entre el ensamblaje y el desensamblaje	582	La Cdk de S inicia la replicación del DNA y contribuye a bloquear un nuevo proceso de replicación	620
Los microtúbulos organizan el interior de la célula	582	Las cohesinas ayudan a mantener juntas las cromátidas hermanas de cada cromosoma replicado	620
Las proteínas motoras impulsan el transporte intracelular	583	Los puntos de control de daño del DNA ayudan a prevenir la replicación de DNA dañado	621
Los orgánulos se desplazan a lo largo de los microtúbulos	584	FASE M	621
Los cilios y los flagelos están formados por microtúbulos estables movidos por la dineína	585	La Cdk de M impulsa el ingreso en la fase M y la mitosis	622
FILAMENTOS DE ACTINA	590	Las condensinas ayudan a configurar los cromosomas duplicados para la separación	623
Los filamentos de actina son delgados y flexibles	591	El citoesqueleto conduce la mitosis y la citocinesis	623
La actina y la tubulina se polimerizan por mecanismos similares	591	La fase M se divide convencionalmente en seis etapas	624
Numerosas proteínas se unen a la actina y modifican sus propiedades	593	MITOSIS	625
Una corteza rica en actina se extiende bajo la membrana plasmática de la mayoría de las células eucariontes	594	Los centrosomas se duplican y ayudan a formar dos polos del huso mitótico	625
El deslizamiento celular depende de la actina	594	El huso mitótico comienza a formarse en la profase	628
La actina se asocia con la miosina y formar estructuras contráctiles	597	Durante la prometafase los cromosomas se unen al huso mitótico	628
Señales extracelulares controlan la disposición de los filamentos de actina	598	Los cromosomas ayudan a ensamblar el huso mitótico	629
CONTRACCIÓN MUSCULAR	599	En la metafase, los cromosomas se alinean en el ecuador del huso	630
La contracción muscular depende de haces de actina y miosina	599	La proteólisis desencadena la separación de cromátidas hermanas y la finalización de la mitosis	631
Durante la contracción muscular los filamentos de actina se deslizan sobre los filamentos de miosina	600	Los cromosomas hijos se segregan en la anafase	631

Los cromosomas no unidos al huso bloquean la separación de cromátidas hermanas 633
 La envoltura nuclear se reconstruye en la telofase 633

CITOCINESIS 634

El huso mitótico determina el plano de segmentación citoplasmático 634
 El anillo contráctil de las células animales está compuesto por actina y miosina 635
 En las células vegetales, la citocinesis implica la formación de una pared celular nueva 636
 Los orgánulos rodeados de membrana se deben distribuir en las células hijas cuando una célula se divide 637

CONTROL DE LA CANTIDAD Y EL TAMAÑO CELULARES 638

La apoptosis ayuda a regular la cantidad de células animales 638
 La apoptosis es mediada por una cascada proteolítica intracelular 639
 El programa de muerte celular está regulado por la familia de proteínas intracelulares Bcl2 640
 Las células animales requieren señales extracelulares para dividirse, crecer y sobrevivir 641
 Las células animales requieren factores de supervivencia que evitan la apoptosis 642
 Los mitógenos estimulan la división celular 643
 Los factores de crecimiento extracelulares estimulan el crecimiento celular 644
 Algunas proteínas de señalización extracelular inhiben la supervivencia, la división o el crecimiento celulares 645
 Conceptos esenciales 646
 Preguntas 648

Capítulo 19 Sexo y genética 651

LOS BENEFICIOS DE LA REPRODUCCIÓN SEXUAL 652

La reproducción sexual implica la existencia de células diploides y haploides 652
 La reproducción sexual otorga a los organismos una ventaja competitiva 654

MEIOSIS Y FECUNDACIÓN 655

Las células germinales haploides se producen por meiosis a partir de células diploides 655
 La meiosis implica un proceso especial de apareamiento de cromosomas 656
 Puede haber entrecruzamiento entre los cromosomas maternos y paternos 657
 El apareamiento y la recombinación de los cromosomas aseguran la correcta segregación de los homólogos 658
 La segunda división meiótica da lugar a células hijas haploides 659
 Las células haploides contienen información genética recombinada 660
 La meiosis no es perfecta 662
 La fecundación reconstituye un genoma diploide completo 663

MENDEL Y LAS LEYES DE LA HERENCIA 663

Mendel optó por estudiar rasgos que se heredan en forma separada 665
 Mendel logró refutar las teorías alternativas de la herencia 665
 Los experimentos de Mendel fueron los primeros en revelar el carácter independiente de la herencia 666
 Cada gameto es portador de un solo alelo para cada rasgo 667
 La ley de la segregación de Mendel se aplica a todos los organismos de reproducción sexual 668
 Los alelos de rasgos diferentes se distribuyen en forma independiente 668
 El comportamiento de los cromosomas durante la meiosis responde a las leyes de la herencia de Mendel 671
 Los entrecruzamiento cromosómicos se pueden utilizar para determinar el orden de los genes 671
 Las mutaciones de los genes pueden causar pérdida o ganancia de función 673
 Todos somos portadores de alelos mutantes recesivos potencialmente perjudiciales 673

LA GENÉTICA COMO HERRAMIENTA DE EXPERIMENTACIÓN 675

El enfoque clásico comienza con la mutagénesis aleatoria 675
 Los cribados genéticos permiten identificar mutantes con deficiencias de procesos celulares específicos 676
 Una prueba de complementación revela si dos mutaciones están en el mismo gen 677
 Los polimorfismos de un solo nucleótido (SNP) sirven como reparos para el mapeo genético 678
 Grupos ligados de SNP definen bloques haplotipo 682
 Los bloques de haplotipo aportan indicios de nuestra historia evolutiva 683
 Conceptos esenciales 684
 Preguntas 685

Capítulo 20 Comunidades celulares: tejidos, células madre y cáncer 689

MATRIZ EXTRACELULAR Y TEJIDOS CONECTIVOS 690

Las células vegetales tienen paredes externas resistentes 691
 Las microfibrillas de celulosa proporcionan la resistencia a la tensión de la pared celular vegetal 692
 Los tejidos conectivos de los animales están compuestos en gran medida por matriz extracelular 693
 El colágeno aporta la resistencia a la tensión en los tejidos conectivos de los animales 694
 Las células organizan el colágeno que secretan 696
 Las integrinas acoplan la matriz extracelular con el citoesqueleto intracelular 696
 Los geles de polisacáridos y proteínas llenan los espacios y resisten la compresión 698

CAPAS EPITELIALES Y UNIONES CELULARES 700

Las capas epiteliales están polarizadas y se apoyan sobre una lámina basal 701

Las uniones estrechas determinan la impermeabilidad del epitelio y separan su superficie apical de su superficie basal	702	CÁNCER	718
Las uniones relacionadas con el citoesqueleto conectan de manera firme las células epiteliales entre sí y con la lámina basal	703	Las células cancerosas proliferan, invaden y generan metástasis	718
Las uniones comunicantes (<i>gap</i>) permiten el pasaje de iones y de moléculas pequeñas de una célula a otra	706	La epidemiología identifica causas prevenibles de cáncer	719
MANTENIMIENTO Y RENOVACIÓN DE LOS TEJIDOS	708	El cáncer se desarrolla debido a una acumulación de mutaciones	720
Los tejidos son combinaciones organizadas de muchos tipos celulares	710	El cáncer adquiere propiedades que le otorgan una ventaja competitiva	721
Los diferentes tejidos se renuevan a velocidades distintas	711	Muchos tipos diferentes de genes son cruciales para el desarrollo del cáncer	723
Las células madre producen un aporte continuo de células con diferenciación terminal	711	El cáncer colorrectal ejemplifica el grado en que la pérdida de un gen puede conducir a la proliferación de un tumor	724
Señales específicas mantienen las poblaciones de células madre	714	El conocimiento de la biología de la célula cancerosa permite el desarrollo de nuevos tratamientos	728
Las células madre pueden reparar los tejidos dañados	715	Conceptos esenciales	729
La clonación terapéutica podría proporcionar una manera de generar células madre embrionarias personalizadas	716	Preguntas	731
		Respuestas	R: 1
		Glosario	G: 1
		Índice analítico	I: 1