

# LISTA DE CAPÍTULOS y SECCIONES ESPECIALES

## **CAPÍTULO 1 Células: las unidades básicas de la vida 1**

**LÁMINA 1-1** Microscopia 12

**CUADRO 1-1** Hitos históricos en la determinación de la estructura celular 24

**LÁMINA 1-2** Arquitectura celular 25

**Cómo sabemos:** Los mecanismos habituales de la vida 30

**CUADRO 1-2** Algunos organismos modelo y sus genomas 35

## **CAPÍTULO 2 Componentes químicos de las células 39**

**CUADRO 2-1** Longitud y fuerza de algunos enlaces químicos 48

**CUADRO 2-2** Composición química de una célula bacteriana 52

**Cómo sabemos:** Descubrimiento de las macromoléculas 60

**LÁMINA 2-1** Enlaces y grupos químicos 66

**LÁMINA 2-2** Propiedades químicas del agua 68

**LÁMINA 2-3** Principales tipos de enlaces no covalentes débiles 70

**LÁMINA 2-4** Esquema de algunos tipos de azúcares 72

**LÁMINA 2-5** Ácidos grasos y otros lípidos 74

**LÁMINA 2-6** Los 20 aminoácidos presentes en las proteínas 76

**LÁMINA 2-7** Estudio de los nucleótidos 78

## **CAPÍTULO 3 Energía, catálisis y biosíntesis 81**

**LÁMINA 3-1** Energía libre y reacciones biológicas 94

**CUADRO 3-1** Relación entre el cambio de energía libre estándar,  $\Delta G^\circ$ , y la constante de equilibrio 96

**Cómo sabemos:** Los enlaces fosfato de "alta energía" impulsan procesos celulares 102

**CUADRO 3-2** Algunas moléculas transportadoras activadas ampliamente usadas en el metabolismo 109

## **CAPÍTULO 4 Estructura y función de las proteínas 117**

**LÁMINA 4-1** Algunas de las funciones generales de las proteínas 118

**LÁMINA 4-2** Fabricación y utilización de anticuerpos 140

**CUADRO 4-1** Algunas clases funcionales comunes de enzimas 142

**Cómo sabemos:** Medición del rendimiento de las enzimas 144

**CUADRO 4-2** Hitos históricos en el conocimiento de las proteínas 160

**LÁMINA 4-3** Rotura celular y fraccionamiento inicial de extractos celulares 164

**LÁMINA 4-4** Separación de proteínas por cromatografía 166

**LÁMINA 4-5** Separación de proteínas por electroforesis 167

**LÁMINA 4-6** Determinación de la estructura de las proteínas 168

## **CAPÍTULO 5 DNA Y CROMOSOMAS 173**

**Cómo sabemos:** Los genes están compuestos por DNA 193

**CAPÍTULO 6 Replicación y reparación del DNA 199****Cómo sabemos:** La naturaleza de la replicación 202**CUADRO 6-1** Proteínas que participan en la replicación del DNA 213**CUADRO 6-2** Tasas de error 218**CAPÍTULO 7 Del DNA a la proteína: cómo leen el genoma las células 227****CUADRO 7-1** Tipos de RNA producidos por las células 232**CUADRO 7-2** Las tres RNA polimerasas de las células eucariontes 235**Cómo sabemos:** Descifrando el código genético 246**CUADRO 7-3** Antibióticos que inhiben la síntesis de proteínas o RNA bacterianos 256**CUADRO 7-4** Reacciones bioquímicas que pueden ser catalizadas por ribozimas 261**CAPÍTULO 8 Control de la expresión génica 267****Cómo sabemos:** Regulación génica: la historia de Eve 280**CAPÍTULO 9 Evolución de los genes y genomas 297****CUADRO 9-1** Virus que causan enfermedades humanas 318**CUADRO 9-2** Algunas estadísticas vitales sobre el genoma humano 322**Cómo sabemos:** Recuento de genes 324**CAPÍTULO 10 Análisis de la estructura y función de los genes 333****Cómo sabemos:** Secuenciación del genoma humano 348**CAPÍTULO 11 Estructura de la membrana 365****CUADRO 11-1** Algunos ejemplos de proteínas de la membrana plasmática y sus funciones 375**Cómo sabemos:** Medición del flujo de membrana 384**CAPÍTULO 12 Transporte a través de las membranas celulares 389****CUADRO 12-1** Comparación entre las concentraciones de iones en el interior y el exterior de una célula de mamífero típica 391**CUADRO 12-2** Algunos ejemplos de bombas transmembrana 403**Cómo sabemos:** El calamar revela secretos de la excitabilidad de la membrana 412**CUADRO 12-3** Algunos ejemplos de canales iónicos 419**CAPÍTULO 13 Cómo obtienen las células energía de los alimentos 427****CUADRO 13-1** Algunos tipos de enzimas que intervienen en la glucólisis 431**LÁMINA 13-1** Detalles de los 10 pasos de la glucólisis 436**LÁMINA 13-2** Ciclo del ácido cítrico completo 442**Cómo sabemos:** Descifrando el ciclo del ácido cítrico 444**CAPÍTULO 14 Generación de energía en las mitocondrias y los cloroplastos 455****CUADRO 14-1** Rendimiento de productos de la oxidación de la glucosa 469**LÁMINA 14-1** Potenciales redox 472**Cómo sabemos:** Cómo impulsa el acoplamiento quimiosmótico la síntesis del ATP 476**CAPÍTULO 15 Compartimentos intracelulares y transporte de proteínas 495****CUADRO 15-1** Principales funciones de los orgánulos limitados por membrana de una célula eucarionte 497**CUADRO 15-2** Volúmenes relativos y cantidades de los principales orgánulos delimitados por membrana de una célula hepática (hepatocito) 498

- CUADRO 15-3** Algunas secuencias señal típicas 502
- CUADRO 15-4** Algunos tipos de vesículas recubiertas 513
- Cómo sabemos:** Seguimiento del transporte de proteínas y vesículas 520

**CAPÍTULO 16 Señalización celular 533**

- CUADRO 16-1** Algunos ejemplos de moléculas señal 536
- CUADRO 16-2** Algunas sustancias extrañas que actúan en receptores de la superficie celular 544
- CUADRO 16-3** Algunas respuestas celulares mediadas por AMP cíclico 550
- CUADRO 16-4** Algunas respuestas celulares mediadas por la activación de la fosfolipasa C 552
- Cómo sabemos:** Dilucidación de las vías de señalización celular 563

**CAPÍTULO 17 Citoesqueleto 573**

- CUADRO 17-1** Fármacos que afectan a los microtúbulos 584
- Cómo sabemos:** Persecución de las proteínas motoras asociadas a microtúbulos 588
- CUADRO 17-2** Fármacos que afectan a los filamentos 594

**CAPÍTULO 18 Ciclo de división celular 609**

- CUADRO 18-1** Duración de algunos ciclos celulares eucariontes 611
- Cómo sabemos:** Descubrimiento de las ciclinas y las Cdk 615
- CUADRO 18-2** Principales ciclinas y Cdk de los vertebrados 617
- LÁMINA 18-1** Principales etapas de la fase M en una célula animal 628

**CAPÍTULO 19 Reproducción sexual y genética 651**

- LÁMINA 19-1** Algunos conceptos esenciales de la genética clásica 675
- Cómo sabemos:** Utilización de los SNP para controlar enfermedades humanas 684

**CAPÍTULO 20 Comunidades celulares: tejidos, células madre y cáncer 691**

- CUADRO 20-1** Diversos factores pueden contribuir a la inestabilidad genética 721
- CUADRO 20-2** Ejemplos de genes críticos para el cáncer 728
- Cómo sabemos:** Conocimiento de los genes que son críticos para el cáncer 730



# ÍNDICE

Prefacio v

Acerca de los autores ix

## CAPÍTULO 1

### Células: las unidades básicas de la vida 1

#### UNIDAD Y DIVERSIDAD DE LAS CÉLULAS 2

Las células varían enormemente en aspecto y función 2

Todas las células vivas tienen una química básica similar 3

Las células vivas son colecciones de catalizadores que se autorreplican 4

Todas las células vivas han evolucionado, aparentemente, de la misma célula ancestral 5

Los genes aportan instrucciones para la forma, la función y el comportamiento de las células y los organismos 6

#### LAS CÉLULAS BAJO EL MICROSCOPIO 6

La invención del microscopio óptico llevó al descubrimiento de las células 7

Los microscopios ópticos revelan algunos componentes de la célula 8

La microscopía electrónica revela la fina estructura de la célula 9

#### LA CÉLULA PROCARIONTE 11

Los procariontes son las células más diversas y numerosas de la Tierra 14

El mundo de los procariontes se divide en dos dominios: bacterias y arqueas 15

#### LA CÉLULA EUCARIONTE 16

El núcleo es el depósito de información de la célula 16

Las mitocondrias generan energía utilizable a partir de moléculas de alimentos 17

Los cloroplastos capturan energía de la luz solar 18

Las membranas internas crean compartimentos intracelulares con diferentes funciones 19

El citosol es un gel acuoso concentrado de moléculas grandes y pequeñas 21

El citoesqueleto es responsable de los movimientos dirigidos de la célula 22

El citosol dista de ser estático 23

Las células eucariontes pueden haberse originado como predadores 24

#### ORGANISMOS MODELO 27

Los biólogos moleculares se han centrado en *E. coli* 27

La levadura de cerveza es un eucarionte simple 28

*Arabidopsis* ha sido elegida como planta modelo 28

Los modelos animales comprenden moscas, helmintos, peces y ratones 28

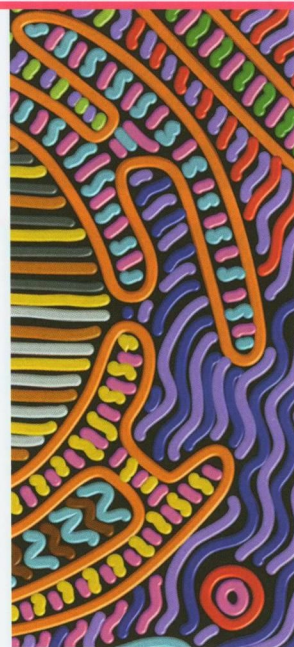
Los biólogos también estudian directamente a los seres humanos y sus células 32

La comparación de secuencias del genoma revela la herencia común de la vida 33

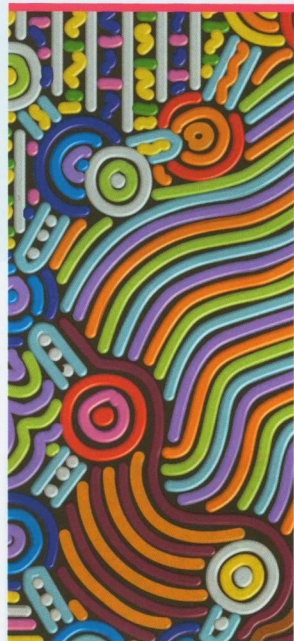
Los genomas contienen más que solo genes 35

#### CONCEPTOS ESENCIALES 36

#### PREGUNTAS 37



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN SIMON				
BIBLIOTECAS				
BIENES E INVENTARIOS				
07	13	01	LO1	798253
Codigo de Inventario				
01	12	22	Bs.	900
Dia Mes Año			Valor	



## CAPÍTULO 2

# Componentes químicos de las células 39

### ENLACES QUÍMICOS 40

- Los tipos de átomos que forman las células son relativamente pocos 40
- Los electrones más externos determinan el modo de interacción de los átomos 41
- Los enlaces covalentes se forman cuando se comparten electrones 43
- Algunos enlaces covalentes involucran a más de un par de electrones 45
- Los electrones de los enlaces covalentes, a menudo, son compartidos de manera desigual 45
- Los enlaces covalentes son suficientemente fuertes como para sobrevivir a las condiciones internas de las células 45
- Los enlaces iónicos se forman por ganancia o pérdida de electrones 46
- Los enlaces de hidrógeno son enlaces no covalentes importantes para muchas moléculas biológicas 47
- Cuatro tipos de interacciones débiles ayudan a unir las moléculas de las células 48
- Algunas moléculas polares forman ácidos y bases en agua 49

### PEQUEÑAS MOLÉCULAS DE LAS CÉLULAS 50

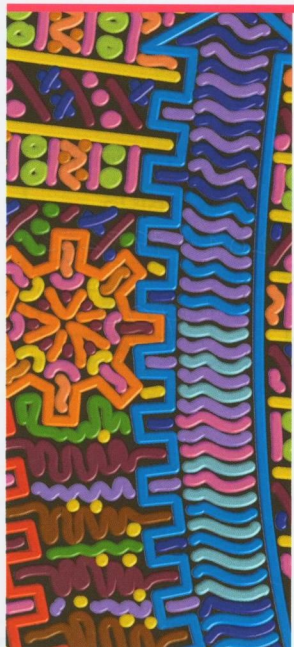
- La célula está formada por compuestos de carbono 50
- Las células contienen cuatro familias importantes de pequeñas moléculas orgánicas 51
- Los azúcares son fuentes de energía y subunidades de los polisacáridos 52
- Las cadenas de ácidos grasos son componentes de las membranas celulares 54
- Los aminoácidos son las subunidades de las proteínas 56
- Los nucleótidos son las subunidades del DNA y del RNA 57

### MACROMOLÉCULAS DE LAS CÉLULAS 59

- Cada macromolécula contiene una secuencia específica de subunidades 59
- Los enlaces no covalentes especifican la forma precisa de una macromolécula 62
- Los enlaces no covalentes permiten que una macromolécula se una a otras moléculas seleccionadas 62

### CONCEPTOS ESENCIALES 64

### PREGUNTAS 65



## CAPÍTULO 3

# Energía, catálisis y biosíntesis 81

### UTILIZACIÓN DE ENERGÍA POR LAS CÉLULAS 82

- El orden biológico es posible por la liberación de energía calórica de las células 83
- Las células pueden convertir una forma de energía en otra 84
- Los organismos fotosintéticos utilizan la luz solar para sintetizar moléculas orgánicas 85
- Las células obtienen energía a través de la oxidación de moléculas orgánicas 86
- La oxidación y la reducción implican transferencia de electrones 87

### ENERGÍA LIBRE Y CATÁLISIS 89

- Las reacciones químicas proceden en la dirección que causa una pérdida de energía libre 89
- Las enzimas reducen la energía necesaria para iniciar reacciones espontáneas 89
- El cambio de energía libre de una reacción determina si esta puede producirse 91
- $\Delta G$  se modifica a medida que la reacción procede hacia el equilibrio 92
- El cambio de energía libre estándar,  $\Delta G^\circ$ , permite la comparación de la energética de diferentes reacciones 92

- La constante de equilibrio es directamente proporcional a  $\Delta G^\circ$  96
- En las reacciones complejas, la constante de equilibrio incluye las concentraciones de todos los reactivos y productos 96
- La constante de equilibrio también indica la fuerza de las interacciones de enlaces no covalentes 97
- En las reacciones secuenciales, los cambios de energía libre son aditivos 98
- Las reacciones catalizadas por enzimas dependen de colisiones moleculares rápidas 99
- Las interacciones no covalentes permiten que las enzimas se unan a moléculas específicas 100

### **MOLÉCULAS TRANSPORTADORAS ACTIVADAS Y BIOSÍNTESIS 101**

- La formación de una molécula transportadora activada está acoplada a una reacción energéticamente favorable 101
- El ATP es la molécula transportadora activada más utilizada 104
- La energía almacenada en el ATP se aprovecha, a menudo, para unir dos moléculas 106
- NADH y NADPH son moléculas transportadoras activadas de electrones 107
- NADPH y NADH cumplen diferentes funciones en las células 108
- Las células utilizan muchas otras moléculas transportadoras activadas 108
- La síntesis de los polímeros biológicos requiere un aporte de energía 110

### **CONCEPTOS ESENCIALES 113**

### **PREGUNTAS 114**

## **CAPÍTULO 4**

# **Estructura y función de las proteínas 117**

### **FORMA Y ESTRUCTURA DE LAS PROTEÍNAS 119**

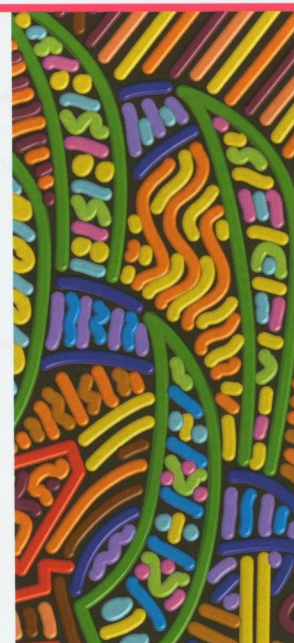
- La forma de una proteína es especificada por su secuencia de aminoácidos 119
- Las proteínas se pliegan en una conformación de mínima energía 121
- Las proteínas adoptan una gran variedad de formas complejas 123
- La hélice  $\alpha$  y la hoja  $\beta$  son patrones de plegamiento frecuentes 126
- Las hélices se forman fácilmente en las estructuras biológicas 126
- Las hojas  $\beta$  forman estructuras rígidas en el centro de muchas proteínas 129
- Las proteínas mal plegadas pueden formar estructuras amiloides que causan enfermedad 129
- Las proteínas tienen varios niveles de organización 129
- Las proteínas también contienen regiones no estructuradas 130
- De las numerosas cadenas polipeptídicas posibles, pocas serán útiles 131
- Las proteínas pueden clasificarse en familias 132
- Las moléculas proteicas grandes, a menudo, contienen más de una cadena polipeptídica 132
- Las proteínas pueden ensamblarse en filamentos, hojas o esferas 133
- Algunos tipos de proteínas tienen formas fibrosas alargadas 134
- Las proteínas extracelulares a menudo son estabilizadas por enlaces cruzados covalentes 135

### **CÓMO FUNCIONAN LAS PROTEÍNAS 136**

- Todas las proteínas se unen a otras moléculas 137
- Los seres humanos producen miles de millones de anticuerpos distintos, cada uno con un sitio de unión diferente 138
- Las enzimas son catalizadores potentes y muy específicos 139
- Las enzimas aceleran mucho la velocidad de las reacciones químicas 142
- La lisozima ilustra cómo funciona una enzima 143
- Muchos fármacos inhiben enzimas 147
- Moléculas pequeñas estrechamente unidas suman funciones adicionales a las proteínas 148

### **CÓMO SE CONTROLAN LAS PROTEÍNAS 149**

- Las actividades catalíticas de las enzimas son reguladas, a menudo, por otras moléculas 150
- Las enzimas alostéricas tienen dos o más sitios de unión que influyen entre sí 151



L01 798253  
900

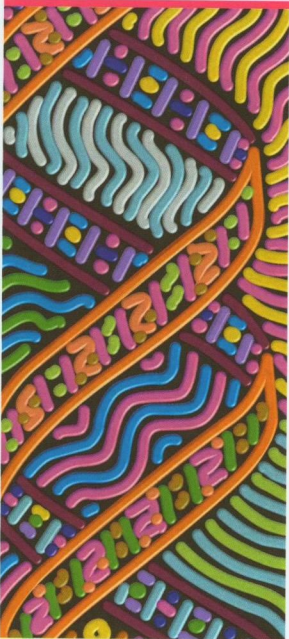
- La fosforilación puede controlar la actividad proteica por inducción de un cambio conformacional 152
- Las modificaciones covalentes también controlan la localización y la interacción de las proteínas 153
- Las proteínas de unión al GTP son activadas y desactivadas por la ganancia y la pérdida de un grupo fosfato 154
- La hidrólisis del ATP permite que las proteínas motoras produzcan movimientos dirigidos en las células 154
- Las proteínas forman, a menudo, grandes complejos que funcionan como maquinarias 155
- Los andamiajes reúnen muchas proteínas interactivas 156
- Las interacciones débiles entre macromoléculas pueden producir grandes subcompartimentos bioquímicos en las células 157

### **CÓMO SE ESTUDIAN LAS PROTEÍNAS 158**

- Las proteínas pueden ser purificadas a partir de células o tejidos 158
- La determinación de la estructura de una proteína comienza con la determinación de su secuencia de aminoácidos 159
- Las técnicas de ingeniería genética permiten la producción, la creación y el análisis en gran escala de casi cualquier proteína 161
- El parentesco de las proteínas ayuda a predecir su estructura y función 162

### **CONCEPTOS ESENCIALES 162**

### **PREGUNTAS 170**



## **CAPÍTULO 5**

### **DNA y cromosomas 173**

#### **ESTRUCTURA DEL DNA 174**

- Una molécula de DNA está formada por dos cadenas complementarias de nucleótidos 175
- La estructura del DNA proporciona un mecanismo para la herencia 176

#### **ESTRUCTURA DE LOS CROMOSOMAS EUCARIONTES 178**

- El DNA eucarionte es empaquetado en múltiples cromosomas 179
- Los cromosomas organizan y transportan información genética 180
- Se requieren secuencias de DNA especializadas para la replicación del DNA y la segregación de los cromosomas 181
- Los cromosomas en interfase no están distribuidos de manera aleatoria dentro del núcleo 182
- El DNA de los cromosomas siempre está muy condensado 183
- Los nucleosomas son las unidades básicas de la estructura de los cromosomas eucariontes 184
- El empaquetamiento de cromosomas se produce en múltiples niveles 186

#### **REGULACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LOS CROMOSOMAS 187**

- Los cambios de estructura de los nucleosomas permiten el acceso al DNA 188
- Los cromosomas en interfase contienen formas tanto altamente condensadas como más extendidas de cromatina 189

### **CONCEPTOS ESENCIALES 192**

### **PREGUNTAS 196**

**CAPÍTULO 6****Replicación y reparación del DNA 199****REPLICACIÓN DEL DNA 200**

El apareamiento de bases permite la replicación del DNA 200

La síntesis del DNA se inicia en los orígenes de replicación 201

Se forman dos horquillas de replicación en cada origen de replicación 201

La DNA polimerasa sintetiza DNA utilizando una hebra madre como molde 205

La horquilla de replicación es asimétrica 206

La DNA polimerasa se corrige a sí misma 207

Segmentos cortos de RNA actúan como cebadores para la síntesis del DNA 208

Las proteínas en una horquilla de replicación cooperan para formar una maquinaria de replicación 210

La telomerasa replica los extremos de los cromosomas eucariontes 213

La longitud del telómero varía según el tipo celular y la edad 214

**REPARACIÓN DEL DNA 215**

El daño del DNA se produce de manera continua en las células 215

Las células poseen una variedad de mecanismos para reparar el DNA 216

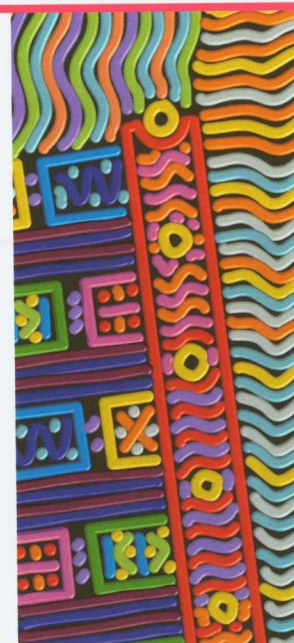
Un sistema de reparación de apareamientos erróneos del DNA elimina los errores de replicación que escapan a la corrección 218

Las roturas bicatenarias del DNA requieren una estrategia de reparación diferente 219

La recombinación homóloga permite una reparación perfecta de las roturas bicatenarias del DNA 220

La falta de reparación del daño del DNA puede tener graves consecuencias para una célula o un organismo 222

Las secuencias genómicas conservan un registro de la fidelidad de la replicación y la reparación del DNA 223

**CONCEPTOS ESENCIALES 224****PREGUNTAS 225****CAPÍTULO 7****Del DNA a la proteína: cómo leen el genoma las células 227****DEL DNA AL RNA 228**

Porciones de la secuencia de DNA son transcritas a RNA 229

La transcripción produce RNA, que es complementario de una cadena de DNA 230

Las células producen diversos tipos de RNA 232

Las señales en el DNA le indican a la RNA polimerasa dónde comenzar y dónde terminar la transcripción 233

La iniciación de la transcripción de genes eucariontes es un proceso complejo 235

La RNA polimerasa eucarionte requiere factores de transcripción general 236

Los mRNA eucariontes son procesados en el núcleo 237

En los eucariontes, los genes que codifican proteínas están interrumpidos por secuencias no codificantes denominadas intrones 239

Los intrones son eliminados de los pre-mRNA mediante corte y empalme del RNA 239

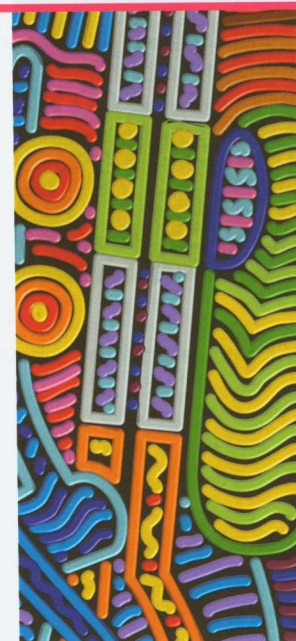
La síntesis y el procesamiento del RNA tienen lugar en "fábricas" dentro del núcleo 242

Los mRNA eucariontes maduros son exportados del núcleo 242

Las moléculas de mRNA finalmente son degradadas en el citosol 242

**DEL RNA A LA PROTEÍNA 243**

Una secuencia de mRNA es decodificada en grupos de tres nucleótidos 244



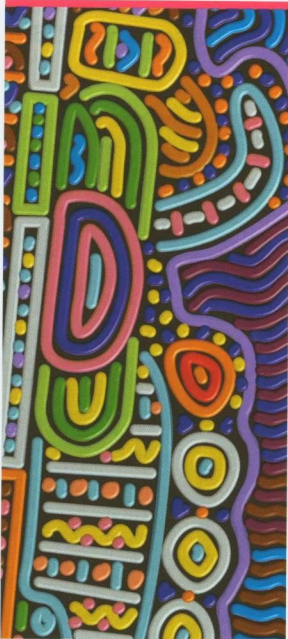
- Las moléculas de tRNA emparejan a los aminoácidos con los codones del mRNA 245
- Enzimas específicas acoplan los tRNA al aminoácido correcto 249
- El mensaje del mRNA es decodificado en los ribosomas 249
- El ribosoma es una ribozima 252
- Codones específicos de un mRNA le señalan al ribosoma dónde iniciar y terminar la síntesis proteica 253
- Las proteínas son producidas en polirribosomas 255
- Los inhibidores de la síntesis de proteínas procariontes se utilizan como antibióticos 255
- La degradación proteica controlada ayuda a regular la cantidad de cada proteína en una célula 256
- Hay muchos pasos entre el DNA y la proteína 258

### EL RNA Y LOS ORÍGENES DE LA VIDA 259

- La vida requiere autocatálisis 259
- El RNA puede almacenar información y catalizar reacciones químicas 260
- Se considera que el RNA precedió al DNA en la evolución 261

### CONCEPTOS ESENCIALES 262

### PREGUNTAS 264



## CAPÍTULO 8

# Control de la expresión génica 267

### GENERALIDADES SOBRE LA EXPRESIÓN GÉNICA 268

- Los diferentes tipos de células de un organismo multicelular contienen el mismo DNA 268
- Diferentes tipos de células producen diferentes grupos de proteínas 269
- Una célula puede modificar la expresión de sus genes en respuesta a señales externas 270
- La expresión génica puede ser regulada en diversos pasos del DNA al RNA a la proteína 270

### REGULACIÓN DE LA TRANSCRIPCIÓN 271

- Los reguladores de la transcripción se unen a secuencias de DNA reguladoras 271
- Los cambios de transcripción permiten que las células respondan a cambios de su entorno 273
- Los represores desactivan los genes y los activadores los activan 274
- El operón Lac es controlado por un activador y un represor 275
- Los reguladores de la transcripción eucariontes controlan la expresión génica a distancia 276
- Los reguladores de la transcripción eucariontes ayudan a iniciar la transcripción, reclutando proteínas modificadoras de la cromatina 276
- La disposición de los cromosomas en dominios en bucle mantiene bajo control a los potenciadores 278

### GENERACIÓN DE TIPOS CELULARES ESPECIALIZADOS 278

- Los genes eucariontes son controlados por combinaciones de reguladores de la transcripción 279
- La expresión de diferentes genes puede ser coordinada por una sola proteína 279
- El control combinatorio también puede generar diferentes tipos celulares 282
- La formación de todo un órgano puede ser desencadenada por un único regulador de la transcripción 284
- Los reguladores de la transcripción pueden utilizarse para dirigir experimentalmente la formación de tipos celulares específicos en cultivo 285
- Las células diferenciadas mantienen su identidad 286

### CONTROLES POSTRANSCRIPCIÓN 287

- Los mRNA contienen secuencias que controlan su traducción 288
- Los RNA reguladores controlan la expresión de miles de genes 288
- Los micro-RNA dirigen la destrucción de mRNA diana 289

Los RNA de interferencia pequeños protegen a las células de las infecciones 290

Miles de RNA no codificantes largos también pueden regular la actividad de genes de mamíferos 291

## CONCEPTOS ESENCIALES 292

### PREGUNTAS 293

## CAPÍTULO 9

# Evolución de los genes y genomas 297

## GENERACIÓN DE VARIACIÓN GENÉTICA 298

En los organismos que se reproducen sexualmente, solo los cambios de la línea germinal se transmiten a la progenie 299

Las mutaciones puntiformes son causadas por fallos de los mecanismos normales de copia y reparación del DNA 300

Las mutaciones también pueden modificar la regulación de un gen 302

Las duplicaciones de DNA dan origen a familias de genes relacionados 302

La duplicación y divergencia dieron origen a la familia de genes de globina 304

Las duplicaciones de genomas completos han modelado la historia evolutiva de muchas especies 305

Se pueden crear nuevos genes por reordenamiento de exones 306

Los elementos genéticos móviles han ejercido una profunda influencia en la evolución de los genomas 307

La transferencia génica horizontal hace posible el intercambio de genes entre organismos 308

## RECONSTRUCCIÓN DEL ÁRBOL FAMILIAR DE LA VIDA 308

Es probable que se conserven los cambios genéticos que confieren una ventaja selectiva 309

Los organismos estrechamente relacionados tienen genomas que son similares en cuanto a su organización y su secuencia 310

Las regiones del genoma funcionalmente importantes aparecen como islas de secuencias de DNA conservadas 310

Las comparaciones genómicas muestran que los genomas de los vertebrados ganan y pierden DNA con rapidez 313

La conservación de secuencias nos permite rastrear, incluso, las relaciones evolutivas más distantes 313

## ELEMENTOS GENÉTICOS MÓVILES Y VIRUS 315

Los elementos genéticos móviles codifican los componentes que necesitan para el movimiento 315

El genoma humano contiene dos familias principales de secuencias transponibles 316

Los virus pueden moverse entre células y organismos 317

Los retrovirus revierten el flujo normal de información genética 318

## EXPLORACIÓN DEL GENOMA HUMANO 320

Las secuencias nucleotídicas de los genomas humanos muestran la disposición de nuestros genes 321

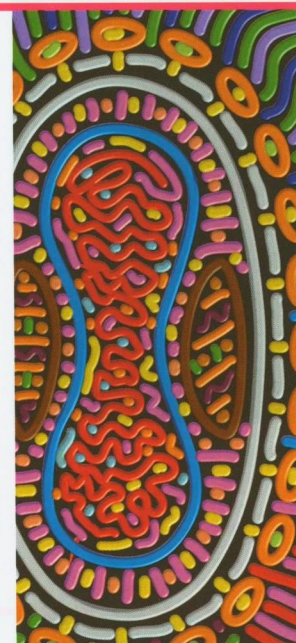
Las diferencias de regulación génica pueden ayudar a explicar cómo animales con genomas similares pueden ser tan diferentes 323

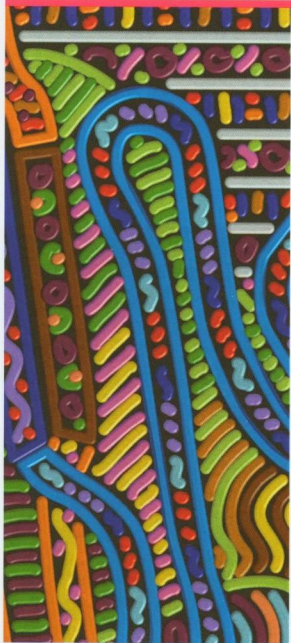
El genoma de neandertales extintos revela mucho acerca de lo que nos hace humanos 326

La variación del genoma contribuye a nuestra individualidad, pero ¿cómo? 327

## CONCEPTOS ESENCIALES 328

### PREGUNTAS 329





## CAPÍTULO 10

# Análisis de la estructura y función de los genes 333

### AISLAMIENTO Y CLONACIÓN DE MOLÉCULAS DE DNA 334

Las enzimas de restricción cortan las moléculas de DNA en sitios específicos 335

La electroforesis en gel separa fragmentos de DNA de diferentes tamaños 335

La clonación del DNA comienza con la producción de DNA recombinante 337

El DNA recombinante puede ser copiado en el interior de células bacterianas 337

Todo un genoma puede estar representado en una genoteca de DNA 339

La hibridación proporciona una manera sensible de detectar secuencias nucleotídicas específicas 340

### CLONACIÓN DEL DNA POR PCR 341

La PCR utiliza DNA polimerasa y cebadores de DNA específicos para amplificar secuencias de DNA en un tubo de ensayo 342

La PCR tiene aplicaciones diagnósticas y forenses 343

### SECUENCIACIÓN DEL DNA 346

La secuenciación por método dideoxi depende del análisis de cadenas de DNA terminadas en cada posición 346

Las técnicas de secuenciación de próxima generación tornan más rápida y más económica la secuenciación de genomas 347

Los análisis genómicos comparativos pueden identificar genes y predecir su función 350

### EXPLORACIÓN DE LA FUNCIÓN GÉNICA 350

El análisis de mRNA proporciona una instantánea de la expresión génica 351

La hibridación in situ puede revelar cuándo y dónde se expresa un gen 352

Los genes indicadores permiten rastrear proteínas específicas en células vivas 352

El estudio de mutantes puede ayudar a revelar la función de un gen 354

La interferencia por RNA (RNAi) inhibe la actividad de genes específicos 354

Un gen conocido puede ser eliminado o reemplazado por una versión modificada 355

Los genes pueden ser editados con gran precisión mediante el uso del sistema CRISPR bacteriano 357

Los organismos mutantes proporcionan modelos útiles de enfermedad humana 359

Las plantas transgénicas son importantes tanto para la biología celular como para la agricultura 359

El DNA clonado permite sintetizar grandes cantidades de proteínas, incluso las raras 361

### CONCEPTOS ESENCIALES 362

### PREGUNTAS 363

**CAPÍTULO 11****Estructura de la membrana 365****BICAPA LIPÍDICA 366**

Los lípidos de membrana forman bicapas en el agua 367

La bicapa lipídica es un líquido flexible bidimensional 370

La fluidez de una bicapa lipídica depende de su composición 371

El ensamblado de la membrana comienza en el retículo endoplasmático 373

Ciertos fosfolípidos están confinados a un lado de la membrana 373

**PROTEÍNAS DE MEMBRANA 375**

Las proteínas de membrana se asocian con la bicapa lipídica de diferentes maneras 376

Una cadena polipeptídica suele cruzar la bicapa lipídica como una hélice  $\alpha$  377

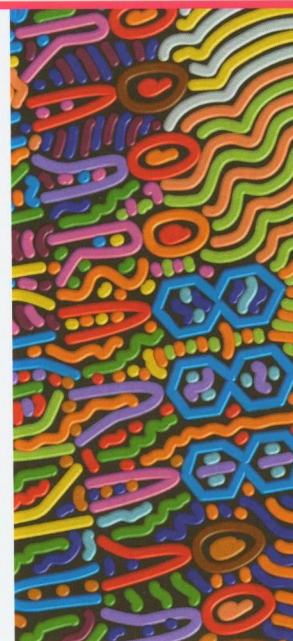
Las proteínas de membrana pueden ser solubilizadas en detergentes 378

Conocemos la estructura completa de relativamente pocas proteínas de membrana 379

La membrana plasmática es reforzada por la corteza celular subyacente 380

Una célula puede restringir el movimiento de sus proteínas de membrana 381

La superficie celular está cubierta de hidratos de carbono 382

**CONCEPTOS ESENCIALES 386****PREGUNTAS 387****CAPÍTULO 12****Transporte a través de las membranas celulares 389****PRINCIPIOS DEL TRANSPORTE TRANSMEMBRANA 390**

Las bicapas lipídicas son impermeables a los iones y la mayoría de las moléculas polares sin carga 390

Las concentraciones de iones en el interior y el exterior de una célula son muy diferentes 391

Las diferencias de concentración de iones inorgánicos a través de una membrana celular generan un potencial de membrana 391

Las células contienen dos clases de proteínas de transporte de membrana: transportadores y canales 392

Los solutos cruzan las membranas mediante transporte pasivo o activo 392

Tanto el gradiente de concentración como el potencial de membrana influyen en el transporte pasivo de solutos con carga 393

El agua se mueve a través de las membranas celulares siguiendo su gradiente de concentración, un proceso denominado ósmosis 394

**TRANSPORTADORES Y SUS FUNCIONES 395**

Los transportadores pasivos mueven un soluto en favor de su gradiente electroquímico 396

Las bombas transportan activamente un soluto en contra de su gradiente electroquímico 396

La bomba de  $\text{Na}^+$  de las células animales utiliza la energía suministrada por el ATP para expulsar  $\text{Na}^+$  e introducir  $\text{K}^+$  397

La bomba de  $\text{Na}^+$  genera un pronunciado gradiente de concentración de  $\text{Na}^+$  a través de la membrana plasmática 398

Las bombas de  $\text{Ca}^{2+}$  mantienen baja la concentración citosólica de  $\text{Ca}^{2+}$  399

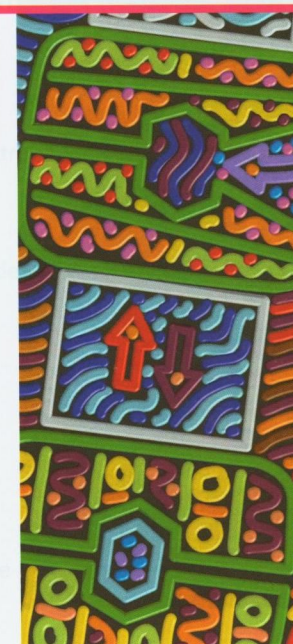
Las bombas impulsadas por gradiente aprovechan los gradientes de solutos para mediar el transporte activo 399

El gradiente electroquímico de  $\text{Na}^+$  impulsa el transporte de glucosa a través de la membrana plasmática de células animales 400

Los gradientes electroquímicos de  $\text{H}^+$  impulsan el transporte de solutos en plantas, hongos y bacterias 402

**CANALES IÓNICOS Y POTENCIAL DE MEMBRANA 403**

Los canales iónicos son selectivos para iones y están regulados 404



La permeabilidad de la membrana a iones específicos rige el potencial de membrana 405

Los canales alternan aleatoriamente entre estados abiertos y cerrados 407

Diferentes tipos de estímulos influyen en la apertura y el cierre de los canales iónicos 408

Los canales regulados por voltaje responden al potencial de membrana 409

### **CANALES IÓNICOS Y SEÑALIZACIÓN DE CÉLULAS NERVIOSAS 410**

Los potenciales de acción permiten una rápida comunicación a larga distancia a lo largo de los axones 411

Los potenciales de acción son mediados por canales catiónicos regulados por voltaje 411

Los canales de  $\text{Ca}^{2+}$  regulados por voltaje de las terminaciones nerviosas convierten una señal eléctrica en una señal química 416

Los canales iónicos regulados por transmisor en la membrana postsináptica vuelven a convertir la señal química en una señal eléctrica 417

Los neurotransmisores pueden ser excitadores o inhibidores 418

La mayoría de los fármacos psicoactivos afectan la señalización sináptica por unión a receptores de neurotransmisores 419

La complejidad de la señalización sináptica nos permite pensar, actuar, aprender y recordar 420

Los canales iónicos regulados por luz pueden utilizarse para activar o inactivar transitoriamente neuronas en animales vivos 421

### **CONCEPTOS ESENCIALES 422**

### **PREGUNTAS 424**

## **CAPÍTULO 13**

# **Cómo obtienen las células energía de los alimentos 427**

### **DEGRADACIÓN Y UTILIZACIÓN DE AZÚCARES Y GRASAS 428**

Las moléculas de alimentos se degradan en tres etapas 428

La glucólisis extrae energía de la división del azúcar 430

La glucólisis produce ATP y NADH 431

En ausencia de oxígeno, las fermentaciones pueden producir ATP 433

Las enzimas glucolíticas acoplan la oxidación al almacenamiento de energía en proteínas transportadoras activadas 434

Varios tipos de moléculas orgánicas son convertidas en acetil CoA en la matriz mitocondrial 438

El ciclo del ácido cítrico genera NADH por oxidación de grupos acetilo a  $\text{CO}_2$  438

Numerosas vías biosintéticas comienzan con la glucólisis o el ciclo del ácido cítrico 441

El transporte de electrones impulsa la síntesis de la mayor parte del ATP en la mayoría de las células 446

### **REGULACIÓN DEL METABOLISMO 447**

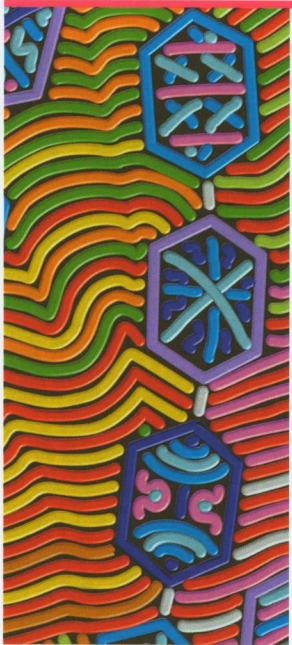
Las reacciones catabólicas y anabólicas están organizadas y reguladas 447

La regulación por retroalimentación permite que las células pasen de la degradación de glucosa a la síntesis de glucosa 447

Las células almacenan moléculas de alimento en reservorios especiales a fin de prepararse para períodos de necesidad 449

### **CONCEPTOS ESENCIALES 451**

### **PREGUNTAS 452**



**CAPÍTULO 14****Generación de energía en las mitocondrias y los cloroplastos 455**

Las células obtienen la mayor parte de su energía mediante un mecanismo basado en membranas 456

El acoplamiento quimiosmótico es un proceso antiguo, conservado en las células actuales 457

**MITOCONDRIAS Y FOSFORILACIÓN OXIDATIVA 459**

Las mitocondrias son dinámicas en estructura, localización y número 459

Una mitocondria contiene una membrana externa, una membrana interna y dos compartimentos internos 460

El ciclo del ácido cítrico genera electrones de alta energía requeridos para la producción de ATP 461

El movimiento de electrones se acopla al bombeo de protones 462

Los electrones pasan a través de tres grandes complejos enzimáticos presentes en la membrana mitocondrial interna 464

El bombeo de protones genera un pronunciado gradiente electroquímico de protones a través de la membrana mitocondrial interna 464

La ATP sintasa utiliza la energía almacenada en el gradiente electroquímico de protones para producir ATP 465

El gradiente electroquímico de protones también impulsa el transporte a través de la membrana mitocondrial interna 466

La rápida conversión del ADP en ATP en las mitocondrias mantiene un alto cociente ATP/ADP en las células 467

La respiración celular es asombrosamente eficaz 468

**MECANISMOS MOLECULARES DEL TRANSPORTE DE ELECTRONES Y EL BOMBEO DE PROTONES 469**

La transferencia de electrones moviliza a los protones con facilidad 469

El potencial redox es una medida de las afinidades por los electrones 470

Las transferencias de electrones liberan grandes cantidades de energía 471

Los metales estrechamente unidos a proteínas forman diferentes moléculas transportadoras de electrones 471

La citocromo c oxidasa cataliza la reducción del oxígeno molecular 474

**CLOROPLASTOS Y FOTOSÍNTESIS 478**

Los cloroplastos se asemejan a las mitocondrias, pero tienen un compartimento adicional: el tilacoide 478

La fotosíntesis genera ATP y NADPH, y luego los consume 479

Las moléculas de clorofila absorben la energía de la luz solar 480

Las moléculas de clorofila excitadas canalizan energía hacia un centro de reacción 480

Un par de fotosistemas cooperan para generar ATP y NADPH 481

El oxígeno es generado por un complejo que divide agua, que se asocia con el fotosistema II 482

El par especial del fotosistema I recibe sus electrones del fotosistema II 484

La fijación de carbono utiliza ATP y NADPH para convertir  $\text{CO}_2$  en azúcares 484

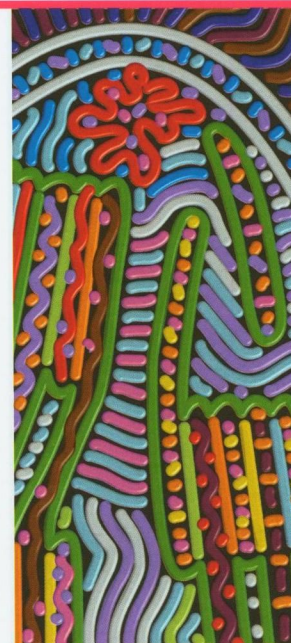
Los azúcares generados por la fijación de carbono pueden almacenarse como almidón o consumirse para producir ATP 487

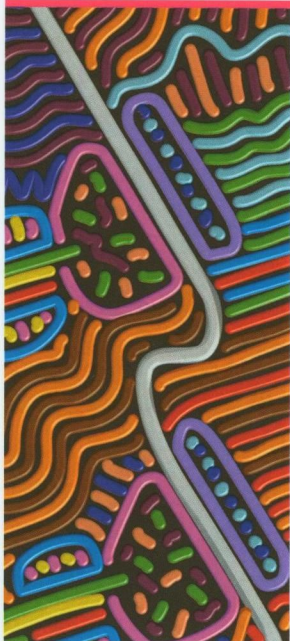
**EVOLUCIÓN DE LOS SISTEMAS GENERADORES DE ENERGÍA 488**

La fosforilación oxidativa evolucionó en etapas 488

Las bacterias fotosintéticas demandaron aún menos de su ambiente 489

El estilo de vida de *Methanococcus* hace pensar que el acoplamiento quimiosmótico es un proceso antiguo 490

**CONCEPTOS ESENCIALES 491****PREGUNTAS 492**



## CAPÍTULO 15

# Compartimentos intracelulares y transporte de proteínas 495

### ORGÁNULOS LIMITADOS POR MEMBRANA 496

Las células eucariontes contienen un conjunto básico de orgánulos limitados por membrana 496

Los orgánulos limitados por membrana evolucionaron de diferentes maneras 499

### DISTRIBUCIÓN DE LAS PROTEÍNAS 500

Las proteínas son transportadas al interior de los orgánulos mediante tres mecanismos 500

Las secuencias señal dirigen las proteínas al compartimento correcto 502

Las proteínas ingresan en el núcleo a través de los poros nucleares 503

Las proteínas se desenrollan para ingresar en las mitocondrias y los cloroplastos 504

Las proteínas ingresan en los peroxisomas tanto desde el citosol como desde el retículo endoplasmático 506

Las proteínas ingresan en el retículo endoplasmático mientras son sintetizadas 507

Las proteínas solubles producidas en el RE son liberadas a su luz 508

Las señales de inicio y detención determinan la disposición de una proteína transmembrana en la bicapa lipídica 509

### TRANSPORTE VESICULAR 511

Las vesículas de transporte llevan proteínas solubles y fragmentos de membrana entre los compartimentos 511

El desprendimiento de las vesículas es impulsado por el ensamblado de una cubierta proteica 512

La fijación de vesículas depende de ataduras y SNAREs 514

### VÍAS SECRETORAS 515

La mayoría de las proteínas son sometidas a modificaciones covalentes en el RE 516

La salida del RE se controla para garantizar la calidad de la proteína 517

El tamaño del RE es controlado por la demanda de proteínas plegadas 518

Las proteínas son modificadas y especializadas en forma adicional en el aparato de Golgi 518

Las proteínas secretoras son liberadas de la célula por exocitosis 519

### VÍAS ENDOCÍTICAS 523

Las células fagocíticas especializadas ingieren partículas grandes 523

Se captan líquido y macromoléculas mediante pinocitosis 524

La endocitosis mediada por receptores proporciona una vía específica en las células animales 525

Las macromoléculas endocitadas son clasificadas para su distribución en los endosomas 526

Los lisosomas son los principales sitios de digestión intracelular 527

### CONCEPTOS ESENCIALES 528

### PREGUNTAS 530

**CAPÍTULO 16****Señalización celular 533****PRINCIPIOS GENERALES DE LA SEÑALIZACIÓN CELULAR 534**

Las señales pueden actuar a corto o a largo alcance 534

Un conjunto limitado de señales extracelulares puede producir una enorme variedad de comportamientos celulares 537

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

Existen tres clases principales de receptores de la superficie celular 543

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

**RECEPTORES ACOPLADOS A PROTEÍNAS G 545**

La estimulación de los GPCR activa subunidades de proteínas G 545

Algunas toxinas bacterianas causan enfermedad al alterar la actividad de las proteínas G 547

Algunas proteínas G regulan canales iónicos de manera directa 548

Muchas proteínas G activan enzimas unidas a la membrana que producen pequeñas moléculas mensajeras 549

La vía de señalización del AMP cíclico puede activar enzimas y genes 549

La vía del fosfolípido de inositol desencadena un aumento en el  $\text{Ca}^{2+}$  intracelular 551

Una señal de  $\text{Ca}^{2+}$  desencadena muchos procesos biológicos 553

Una vía de señalización de GPCR genera un gas disuelto que transporta una señal a células adyacentes 554

Las cascadas de señalización intracelular desencadenadas por GPCR pueden alcanzar velocidad, sensibilidad y adaptabilidad asombrosas 555

**RECEPTORES ACOPLADOS A ENZIMAS 557**

Los RTK activados reclutan un complejo de proteínas de señalización intracelular 558

La mayoría de los RTK activan la GTPasa monomérica Ras 559

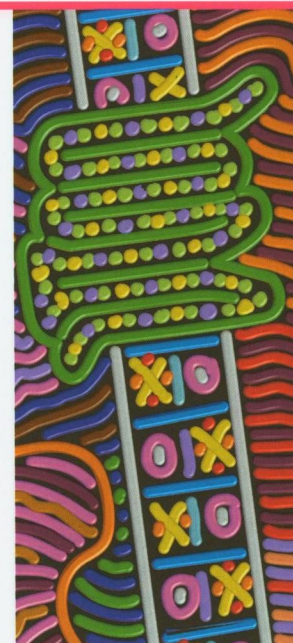
Los RTK activan la PI 3-cinasa para producir sitios de atraque de lípidos en la membrana plasmática 560

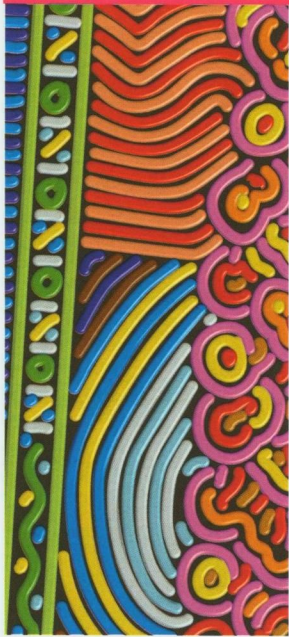
Algunos receptores activan una vía rápida hacia el núcleo 565

Algunas moléculas de señalización extracelular cruzan la membrana plasmática y se unen a receptores intracelulares 565

Las plantas utilizan receptores y estrategias de señalización que difieren de las utilizadas por los animales 567

Las redes de proteínas cinasas integran información para controlar comportamientos celulares complejos 567

**CONCEPTOS ESENCIALES 569****PREGUNTAS 571**



## CAPÍTULO 17

### Citoesqueleto 573

#### FILAMENTOS INTERMEDIOS 575

Los filamentos intermedios son resistentes y se asemejan a cuerdas 575

Los filamentos intermedios confieren resistencia a las células contra el esfuerzo mecánico 577

La envoltura nuclear está sostenida por una malla de filamentos intermedios 578

Las proteínas conectoras vinculan filamentos citoesqueléticos y “puentean” la envoltura nuclear 579

#### MICROTÚBULOS 580

Los microtúbulos son tubos huecos con extremos que presentan estructuras específicas 581

El centrosoma es el principal centro organizador de microtúbulos en las células animales 581

Los microtúbulos presentan inestabilidad dinámica 582

La inestabilidad dinámica es impulsada por hidrólisis del GTP 583

Existen fármacos que pueden modificar la dinámica de los microtúbulos 584

Los microtúbulos organizan el interior de la célula 585

Las proteínas motoras impulsan el transporte intracelular 586

Los microtúbulos y las proteínas motoras determinan la posición de los orgánulos en el citoplasma 587

Los cilios y los flagelos contienen microtúbulos estables movidos por dineína 590

#### FILAMENTOS DE ACTINA 592

Los filamentos de actina son delgados y flexibles 593

La actina y la tubulina se polimerizan mediante mecanismos similares 593

Numerosas proteínas se unen a la actina y modifican sus propiedades 594

Por debajo de la membrana plasmática de la mayoría de las células eucariontes hay una corteza rica en filamentos de actina 596

La reptación celular depende de la actina cortical 596

Las proteínas de unión a actina influyen en el tipo de protrusiones formadas en el borde de avance 598

Las señales extracelulares pueden modificar la disposición de los filamentos de actina 598

La actina se asocia con la miosina para formar estructuras contráctiles 599

#### CONTRACCIÓN MUSCULAR 600

La contracción muscular depende de la interacción de filamentos de actina y miosina 600

Durante la contracción muscular, los filamentos de actina se deslizan contra los filamentos de miosina 601

La contracción muscular es desencadenada por un súbito aumento del  $\text{Ca}^{2+}$  citosólico 604

Distintos tipos de células musculares cumplen diferentes funciones 605

#### CONCEPTOS ESENCIALES 606

#### PREGUNTAS 607

**CAPÍTULO 18****Ciclo de división celular 609****GENERALIDADES SOBRE EL CICLO CELULAR 610**

El ciclo celular eucarionte suele consistir en cuatro fases 611

Un sistema de control del ciclo celular desencadena los principales procesos del ciclo celular 612

El control del ciclo celular es similar en todos los eucariontes 613

**SISTEMA DE CONTROL DEL CICLO CELULAR 613**

El sistema de control del ciclo celular depende de la activación cíclica de proteínas cinasas denominadas Cdk 613

Distintos complejos ciclina-Cdk desencadenan diferentes pasos en el ciclo celular 614

Las concentraciones de ciclina son reguladas por transcripción y proteólisis 617

La actividad de los complejos ciclina-Cdk depende de fosforilación y desfosforilación 618

La actividad de Cdk puede ser bloqueada por proteínas inhibidoras de Cdk 618

El sistema de control del ciclo celular puede detener el ciclo de diversas maneras 618

**FASE G<sub>1</sub> 620**

Las Cdk son inactivadas en forma estable en G<sub>1</sub> 620

Los mitógenos promueven la producción de ciclinas que estimulan la división celular 620

El daño del DNA puede detener, de manera transitoria, la progresión a través de G<sub>1</sub> 621

Las células pueden retrasar la división durante períodos prolongados al ingresar en estados no proliferativos especializados 621

**FASE S 623**

El complejo S-Cdk inicia la replicación del DNA y bloquea una nueva replicación 623

La replicación incompleta puede detener el ciclo celular en G<sub>2</sub> 623

**FASE M 624**

El complejo M-Cdk impulsa el ingreso en la mitosis 625

Las cohesinas y las condensinas ayudan a configurar los cromosomas duplicados para la separación 625

Diferentes citoesqueletos ensamblados llevan a cabo la mitosis y la citocinesis 626

La fase M tiene lugar en etapas 627

**MITOSIS 627**

Los centrosomas se duplican para ayudar a formar los dos polos del huso mitótico 627

El huso mitótico comienza a ensamblarse en la profase 630

Los cromosomas se unen al huso mitótico en la prometáfase 630

Los cromosomas ayudan a ensamblar el huso mitótico 632

En la metafase, los cromosomas se alinean en el ecuador del huso 632

La proteólisis desencadena la separación de cromátidas hermanas en la anafase 633

Los cromosomas se segregan durante la anafase 633

Un cromosoma no unido impedirá la separación de las cromátidas hermanas 634

La envoltura nuclear se reconstruye en la telofase 635

**CITOCINESIS 636**

El huso mitótico determina el plano de segmentación citoplasmático 636

El anillo contráctil de las células animales está compuesto por filamentos de actina y miosina 637

En las células vegetales, la citocinesis implica la formación de una pared celular nueva 638

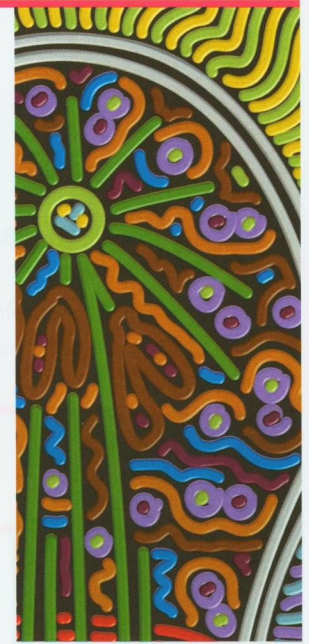
Cuando una célula se divide, se deben distribuir los orgánulos limitados por membrana entre las células hijas 638

**CONTROL DEL NÚMERO Y EL TAMAÑO DE LAS CÉLULAS 639**

La apoptosis ayuda a regular el número de células animales 640

La apoptosis es mediada por una cascada proteolítica intracelular 640

El programa intrínseco de muerte por apoptosis es regulado por la familia de proteínas intracelulares Bcl2 642



- Las señales apoptóticas también pueden proceder de otras células 642
- Las células animales requieren señales extracelulares para sobrevivir, crecer y dividirse 642
- Los factores de supervivencia suprimen la apoptosis 643
- Los mitógenos estimulan la división celular al promover el ingreso en la fase S 644
- Los factores de crecimiento estimulan el crecimiento celular 644
- Algunas proteínas de señalización extracelular inhiben la supervivencia, la división o el crecimiento de las células 645

#### CONCEPTOS ESENCIALES 646

#### PREGUNTAS 648

### CAPÍTULO 19

## Reproducción sexual y genética 651

### BENEFICIOS DE LA REPRODUCCIÓN SEXUAL 652

- En la reproducción sexual, intervienen células diploides y haploides 652
- La reproducción sexual genera diversidad genética 653
- La reproducción sexual les confiere a los organismos una ventaja competitiva en un entorno cambiante 654

### MEIOSIS Y FECUNDACIÓN 654

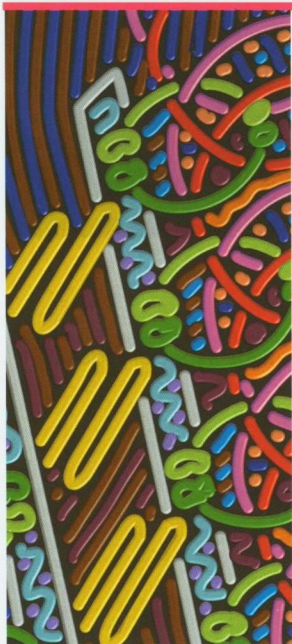
- La meiosis consiste en una ronda de replicación de DNA, seguida de dos rondas de división nuclear 655
- Los cromosomas homólogos duplicados se aparean durante la profase meiótica 657
- Se produce entrecruzamiento (*crossing over*) entre los cromosomas materno y paterno duplicados de cada bivalente 658
- El apareamiento y el entrecruzamiento de los cromosomas aseguran la correcta segregación de los homólogos 659
- La segunda división meiótica produce núcleos hijos haploides 660
- Los gametos 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 664

- Mendel estudió rasgos que se heredan por separado 664
- Mendel refutó las teorías alternativas de la herencia 664
- Los experimentos de Mendel revelaron la existencia de alelos dominantes y recesivos 665
- Cada gameto es portador de un solo alelo para cada característica 666
- La ley de la segregación de Mendel se aplica a todos los organismos que se dividen por reproducción sexual 667
- Los alelos para rasgos diferentes se segregan en forma independiente 668
- El comportamiento de los cromosomas durante la meiosis es la base de las leyes de la herencia de Mendel 669
- Los genes que residen en el mismo cromosoma pueden segregarse independientemente tras el entrecruzamiento 671
- Las mutaciones génicas pueden causar una pérdida o una ganancia de función 672
- Todos somos portadores de numerosas mutaciones recesivas potencialmente nocivas 673

### LA GENÉTICA COMO HERRAMIENTA EXPERIMENTAL 674

- El enfoque genético clásico comienza con la mutagénesis aleatoria 674
- Los cribados genéticos permiten identificar mutantes con deficiencias en procesos celulares específicos 674



Los mutantes condicionales permiten el estudio de mutaciones letales 676

Una prueba de complementación revela si dos mutaciones se localizan en el mismo gen 678

### EXPLORACIÓN DE LA GENÉTICA HUMANA 678

Nuestros antepasados nos han transmitido bloques ligados de polimorfismos 679

Los polimorfismos aportan indicios sobre nuestra historia evolutiva 679

Los estudios genéticos colaboran en la búsqueda de las causas de las enfermedades humanas 680

Muchas enfermedades humanas graves y raras son causadas por mutaciones en genes individuales 680

Múltiples mutaciones y factores ambientales suelen influir en enfermedades humanas frecuentes 682

Los estudios de asociación en todo el genoma pueden ayudar a buscar mutaciones asociadas con enfermedad 683

Aún tenemos mucho que aprender acerca de la base genética de la variación humana y la enfermedad 686

### CONCEPTOS ESENCIALES 687

### PREGUNTAS 688

## CAPÍTULO 20

# Comunidades celulares: tejidos, células madre y cáncer 691

### MATRIZ EXTRACELULAR Y TEJIDOS CONJUNTIVOS 692

Las células vegetales tienen paredes externas resistentes 693

Las microfibrillas de celulosa confieren a la pared de las células vegetales su resistencia a la tracción 694

Los tejidos conjuntivos animales están formados, en gran medida, por matriz extracelular 695

El colágeno le confiere a los tejidos conjuntivos animales resistencia a la tracción 696

Las células organizan el colágeno que secretan 697

Las integrinas acoplan la matriz extracelular al citoesqueleto intracelular 698

Los geles de polisacáridos y proteínas llenan los espacios y resisten la compresión 700

### HOJAS EPITELIALES Y UNIONES CELULARES 701

Las hojas epiteliales están polarizadas y descansan sobre una lámina basal 702

Las uniones estrechas crean un epitelio impermeable y separan sus superficies apical y basolateral 703

Las uniones conectadas al citoesqueleto mantienen a las células epiteliales firmemente ligadas entre sí y a la lámina basal 704

Las uniones comunicantes permiten el pasaje intercelular de pequeñas moléculas y de iones inorgánicos citosólicos 707

### CÉLULAS MADRE Y RENOVACIÓN TISULAR 709

Los tejidos son mezclas organizadas de muchos tipos celulares 710

Diferentes tejidos se renuevan a distintas velocidades 711

Las células madre y las células precursoras proliferativas generan un suministro continuo de células con diferenciación terminal 712

Existen señales específicas que mantienen las poblaciones de células madre 714

Las células madre pueden utilizarse para reparar tejidos perdidos o dañados 715

Las células madre pluripotenciales inducidas proporcionan una fuente conveniente de células semejantes a las CME humanas 717

Las células madre pluripotenciales humanas y de ratón pueden formar organoides en cultivo 717

### CÁNCER 718

Las células cancerosas proliferan en exceso y migran de manera inapropiada 718

Los estudios epidemiológicos identificaron causas del cáncer que pueden prevenirse 719

Los cánceres se desarrollan debido a la acumulación de mutaciones somáticas 720

Las células cancerosas evolucionan y adquieren una ventaja competitiva cada vez mayor 721



Dos clases principales de genes son críticos para el cáncer: los oncogenes y los genes supresores de tumores 723

Las mutaciones críticas para el cáncer se agrupan en unas pocas vías fundamentales 725

El cáncer colorrectal ilustra cómo la pérdida de un gen supresor de tumores puede inducir cáncer 726

El conocimiento de la biología de las células cancerosas abre el camino a nuevos tratamientos 727

**CONCEPTOS ESENCIALES 729**

**PREGUNTAS 733**

**RESPUESTAS R:1**

**GLOSARIO G:1**

**ÍNDICE ANALÍTICO I:1**

**CAPÍTULO IV**

**Reproducción sexual y la herencia 657**

**BENEFICIOS DE LA REPRODUCCIÓN SEXUAL 657**

El sexo es un rasgo hereditario que afecta a la reproducción y a la supervivencia de los organismos.  
La reproducción sexual produce descendencia genéticamente diversa.  
La reproducción sexual requiere la fusión de gametos haploides para formar un cigoto diploide.  
La reproducción sexual implica la meiosis y la fecundación.

**MEIOSIS Y SÍNDROMES 657**

La meiosis es un tipo de división celular que reduce a la mitad el número de cromosomas.  
La meiosis produce cuatro células hijas haploides.  
Los errores durante la meiosis pueden dar lugar a gametos con un número anormal de cromosomas.  
Los síndromes cromosómicos pueden resultar de errores durante la meiosis.

Los errores durante la meiosis pueden dar lugar a gametos con un número anormal de cromosomas.  
Los síndromes cromosómicos pueden resultar de errores durante la meiosis.

Los errores durante la meiosis pueden dar lugar a gametos con un número anormal de cromosomas.  
Los síndromes cromosómicos pueden resultar de errores durante la meiosis.

Los errores durante la meiosis pueden dar lugar a gametos con un número anormal de cromosomas.  
Los síndromes cromosómicos pueden resultar de errores durante la meiosis.

Los errores durante la meiosis pueden dar lugar a gametos con un número anormal de cromosomas.  
Los síndromes cromosómicos pueden resultar de errores durante la meiosis.

Los errores durante la meiosis pueden dar lugar a gametos con un número anormal de cromosomas.  
Los síndromes cromosómicos pueden resultar de errores durante la meiosis.

Los errores durante la meiosis pueden dar lugar a gametos con un número anormal de cromosomas.  
Los síndromes cromosómicos pueden resultar de errores durante la meiosis.

Los errores durante la meiosis pueden dar lugar a gametos con un número anormal de cromosomas.  
Los síndromes cromosómicos pueden resultar de errores durante la meiosis.

Los errores durante la meiosis pueden dar lugar a gametos con un número anormal de cromosomas.  
Los síndromes cromosómicos pueden resultar de errores durante la meiosis.