

# 1

## Introducción a la Genética



Vasija hopi, comienzos del siglo XX. El albinismo es un defecto genético que se presenta con gran frecuencia en los miembros de la tribu hopi y ocupa un lugar especial en su cultura. (*The Newark Museum/Art Resource, NY.*)

### Albinismo en los hopis

**E**levándose unos 300 metros por encima del desierto, la meseta Black Mesa domina el horizonte del Desierto Encantado y proporciona un punto de referencia familiar para los viajeros que pasan por el noreste de Arizona. Black Mesa o “meseta negra” no es sólo la denominación de una formación geológica prominente, sino que también es el hogar ancestral de los nativos hopi de los Estados Unidos. Las estribaciones de la colina se adentran en el desierto y a lo largo de ellas, o en la parte superior de cada una, hay una aldea hopi. La mayoría de las aldeas son pequeñas y tienen sólo una docena de habitantes, y son increíblemente antiguas. Una de ellas, Oraibi, ha existido en la Black Mesa desde 1150 d. C. y representa el asentamiento habitado de manera ininterrumpida más antiguo de América del Norte.

En 1900, Alés Hrdlička, un antropólogo y médico que trabajaba para el American Museum of Natural History (Museo Americano de Historia Natural), visitó las aldeas hopi de Black Mesa y realizó un descubrimiento sorprendente. Entre los hopis halló once personas blancas, no caucásicas, sino realmente nativos hopi estadounidenses blancos. Estas personas presentaban un trastorno genético conocido como albinismo (**Figura 1.1**).

El albinismo está causado por un defecto en una de las enzimas necesarias para la producción de melanina, el pigmento que oscurece nuestra piel, el cabello y los ojos.

Las personas con albinismo no producen o producen una cantidad muy pequeña de melanina y, en consecuencia, tienen el cabello blanco, la piel blanca y carecen de pigmentación en el iris de sus ojos. En condiciones normales, la melanina protege al DNA de los efectos deleté-

reos de la radiación ultravioleta de la luz solar sobre las células de la piel. A su vez, la presencia de melanina es esencial durante el desarrollo del ojo para lograr una visión normal.

Las bases genéticas del albinismo fueron descritas por primera vez por Archibald Garrod, quien en 1908 reconoció que este trastorno se heredaba como un rasgo autosómico recesivo. Esto significa que el individuo debe recibir dos copias de la mutación albina, una proveniente de cada progenitor, para padecer albinismo. Hace pocos años se dilucidó la naturaleza molecular de las mutaciones que causan el albinismo. En los seres humanos, el albinismo es causado por defectos en cualquiera de los cuatro genes que controlan la síntesis y el almacenamiento de melanina; en cada gen pueden ocurrir diferentes tipos de mutaciones y cada uno de ellos puede conducir a un cuadro de albinismo. Es probable que la forma de albinismo hallada en los hopis sea el albinismo oculocutáneo de tipo 2, debido a un defecto en el gen *OCA* en el cromosoma 15.

Los hopis no son la única tribu que tiene albinos entre sus miembros. El albinismo afecta a casi todos los grupos étnicos y ha sido descrito en escrituras antiguas; es probable que el albinismo haya estado presente desde los comienzos de la humanidad. Lo que es relevante en los hopis es la elevada frecuencia de albinismo. En la mayoría de los grupos humanos el albinismo es raro, con una



**1.1 Albinismo entre los nativos hopis de los Estados Unidos.** En esta foto, tomada alrededor de 1900, la niña hopi del centro tiene albinismo. (*The Field Museum/Charles Carpenter.*)

incidencia de aproximadamente 1 cada 20.000 individuos. En las aldeas de Black Mesa alcanza una frecuencia de 1 de cada 200, cien veces más frecuente que en la mayoría de otras poblaciones.

¿Por qué el albinismo es tan frecuente entre los nativos hopi de los Estados Unidos? No se conoce del todo la respuesta a esta pregunta, si bien los genetistas que han estudiado el albinismo en los hopis sostienen que la alta frecuencia del gen albino guarda relación con el lugar especial que el albinismo ha tenido en su cultura. A lo largo de su historia, los hopis han otorgado un lugar especial e importante a los miembros albinos de su tribu. Las personas albinas eran consideradas bonitas, pulcras e inteligentes. El hecho de contar con varias personas albinas en la tribu era considerado como un buen signo, un símbolo de que la gente de la tribu tenía sangre hopi pura. Los albinos participaban en las ceremonias hopi y asumían roles de liderazgo en la tribu: a menudo se convertían en jefes, curanderos o líderes religiosos.

Los hopis albinos recibían también un trato especial en las actividades cotidianas. Por ejemplo, los hopis han cultivado pequeñas extensiones de tierra al pie de la meseta Black Mesa durante siglos. Todos los días, durante la temporada de crecimiento, los hombres de la tribu caminaban hasta la base de la Black Mesa y pasaban gran parte del día bajo la luz del sol del Sudeste trabajando con el maíz y los vegetales. Las personas albinas, como tienen muy poca o nada de melanina, son muy sensibles a las quemaduras debidas a la luz solar y presentan una incidencia elevada de cáncer de piel cuando se exponen al sol. Más aún, muchos de ellos no tienen buena visión en la luz solar brillante. Los hombres hopis albinos eran exceptuados de las tareas masculinas y se les permitía permanecer en la aldea con las mujeres para realizar otras tareas.

Los genetistas han sugerido que estas consideraciones especiales hacia los hombres albinos de la tribu son en parte responsables de la elevada frecuencia de albinismo entre los hopis. Durante toda la temporada de cultivo, los hombres albinos eran los únicos miembros masculinos de la tribu que pasaban todo el día en la aldea con las mujeres; por lo tanto, disfrutaban de una ventaja con respecto a las posibilidades de apareamiento, lo cual ayudó a diseminar el gen albino. Además, este tratamiento especial también los libraba de los efectos deletéreos del albinismo, como el cáncer de piel y los defectos en la vista. También es probable que el pequeño tamaño de la población los hopis haya cumplido un papel importante en la posibilidad del aumento de la frecuencia del gen albino. Más allá de los factores que llevaron a la alta frecuencia del albinismo, resulta claro que los hopis tenían un gran respeto y aprecio por los miembros de su tribu que tenían este rasgo particular. Desafortunadamente, en otras sociedades, los individuos con esta condición genética sufren a menudo la discriminación y el desprecio.

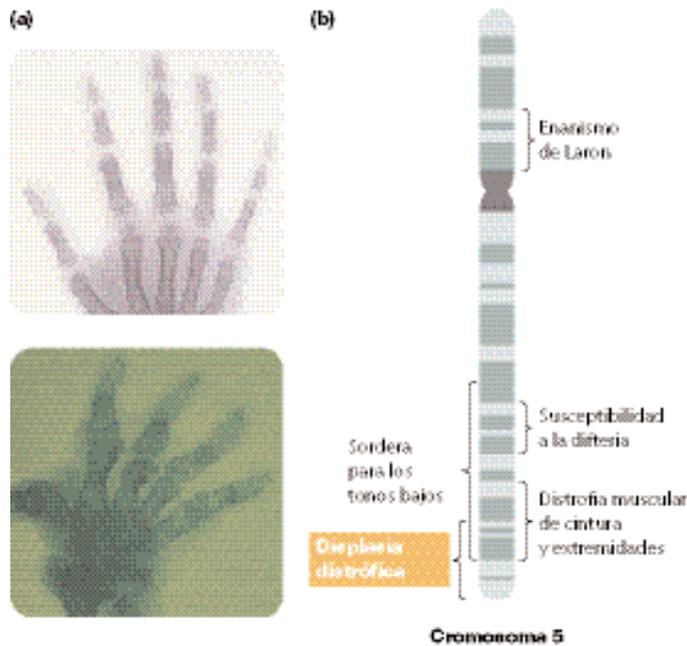
**L**a genética es una de las fronteras de la ciencia moderna. Basta sólo con tomar cualquier periódico importante o revista de noticias y se encontrará algún artículo relacionado con la genética: el descubrimiento de los genes que causan el cáncer, la aplicación de la terapia génica para el tratamiento de enfermedades, o bien informes sobre la posible influencia de la herencia en la inteligencia, la personalidad y la orientación sexual. Estos hallazgos suelen tener importantes implicancias económicas y éticas, lo que hace que el estudio de la genética sea relevante, oportuno e interesante.

Este capítulo representa una introducción a la genética y revisa algunos conceptos que pueden haberse tratado brevemente en un curso de biología previo. Comenzamos por considerar la importancia de la genética para cada uno de nosotros, como sociedad en conjunto y para los estudiantes de biología en particular. Luego nos dedicaremos a la historia de la genética, el desarrollo de este campo como un todo. En la parte final del capítulo se revisarán algunos términos y principios fundamentales de la genética que se utilizan en todo el libro.

## 1.1 La genética es importante para los individuos, la sociedad y el estudio de la biología

El albinismo en los hopis demuestra el papel importante que tienen los genes en nuestra vida. Este defecto genético en uno de los 20.000 genes que tiene el ser humano, cambia por completo la vida del individuo hopi que lo posee. Esto afecta su ocupación, su participación en la sociedad hopi y su relación con otros miembros de la tribu. Todos nosotros tenemos genes que influyen de manera significativa nuestra vida. Los genes afectan nuestra altura, peso, color de cabello y pigmentación de la piel. Por otra parte, afectan nuestra susceptibilidad a muchas enfermedades y trastornos (**Figura 1.2**) e incluso contribuyen con nuestra inteligencia y personalidad. Los genes son fundamentales para entender quiénes y cómo somos.

Si bien la ciencia de la genética es relativamente nueva en comparación con muchas otras ciencias, la gente ha comprendido la naturaleza heredable de los rasgos y ha practicado la genética



**1.2 Los genes afectan la susceptibilidad a muchas enfermedades y trastornos.** (a) Radiografía de la mano de una persona con displasia distroica (abajo), un trastorno hereditario del crecimiento que ocasiona la curvatura de los huesos, un acortamiento de las extremidades y deformidades de las manos, en comparación con una radiografía de una mano normal (arriba). (b) Este trastorno se debe a un defecto en un gen del cromosoma 5. Los corchetes indican las regiones del cromosoma 5 en las que se localizan los genes que originan otras enfermedades. (Parte a: [arriba], Biophoto Associates/Science Source/Photo Researchers; [abajo], cortesía de Eric Lander, Whiteland Institute, MIT.)

durante miles de años. El surgimiento de la agricultura se produjo cuando la gente comenzó a aplicar los principios de la genética al cultivo de las plantas y a la domesticación de los animales. En la actualidad, los principales cultivos y animales que se utilizan en la agricultura experimentaron amplias variaciones genéticas para incrementar en gran medida su rendimiento y para lograr rasgos genéticos deseables como, por ejemplo, la resistencia a enfermedades y pestes, cualidades nutricionales especiales y características que faciliten su cosecha. La Revolución Verde, que expandió la producción de alimentos por todo el mundo en las décadas de 1950 y 1960, se basó en gran medida en la aplicación de la genética (Figura 1.3). Hoy en día, el maíz, la soja y otros cultivos genéticamente modificados constituyen una parte importante de todos los alimentos que se producen en el mundo.

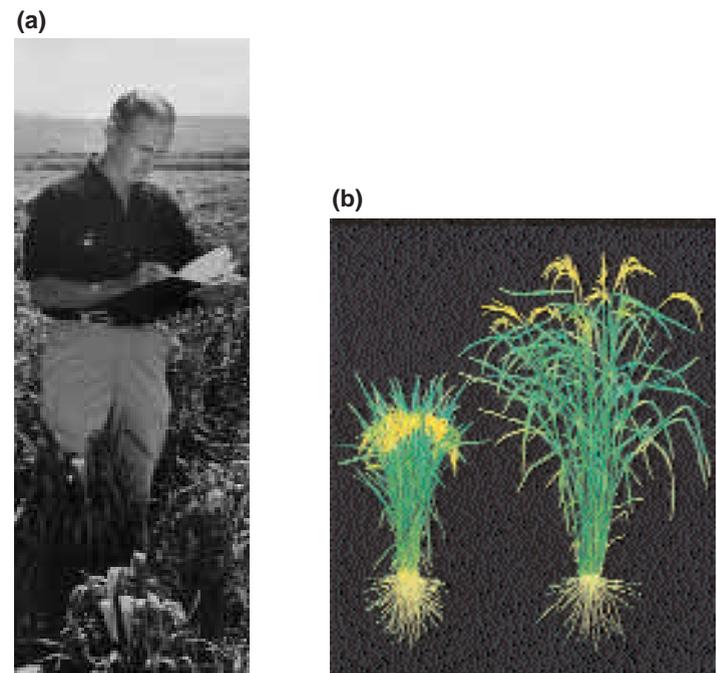
La industria farmacéutica es otra área en la cual la genética tiene un papel importante. Muchos fármacos y muchos aditivos de alimentos se fabrican a partir de hongos y bacterias que sufrieron una manipulación génica para hacerlos más eficientes en la producción de dichas sustancias. La industria bioquímica emplea técnicas de genética molecular para desarrollar y producir en masa sustancias de valor comercial. En la actualidad se producen comercialmente la hormona de crecimiento, la insulina y los factores de coagulación a partir de bacterias sometidas a manipulación génica (Figura 1.4). Se han utilizado también técnicas de genética molecular para producir bacterias que extraen los mine-

rales de la mena, degradan sustancias tóxicas e impiden que se forme la escarcha perjudicial sobre los cultivos.

La genética tiene un papel fundamental en la medicina. Los médicos reconocen que muchas enfermedades y trastornos tienen un componente hereditario, como por ejemplo la anemia drepanocítica, la enfermedad de Huntington y muchas enfermedades comunes como el asma, la diabetes y la hipertensión. Los avances en la genética molecular no sólo se manifiestan como conocimientos nuevos sobre la naturaleza del cáncer, sino que también han permitido el desarrollo de varias pruebas diagnósticas. La terapia génica, la modificación directa de los genes para tratar enfermedades humanas, se ha practicado hasta el día de la fecha en miles de pacientes.

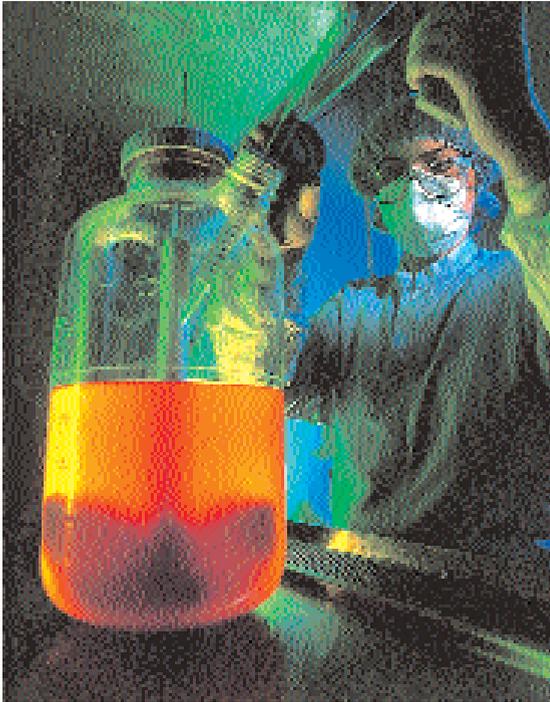
## El papel de la genética en la biología

Si bien la comprensión de la genética es importante para el público en general, es fundamental para el estudiante de biología. La genética proporciona uno de los principios unificadores de la biología: todos los organismos utilizan sistemas genéticos que comparten algunas características. La genética es también la base del estudio de otras disciplinas biológicas. Por ejemplo, la evolución es el cambio en la genética con el correr del tiempo; es por ello que el estudio de la evolución requiere la comprensión de las bases de la genética. La biología del desarrollo se apoya fuertemente en la genética: los tejidos y los órganos se forman gracias a la expresión regulada de los genes (Figura 1.5). Incluso en áreas como la taxonomía, la ecología y el comportamiento animal se emplean cada vez más los métodos genéticos. El estudio de casi todos los cam-



**1.3 En la llamada Revolución Verde se utilizaron técnicas genéticas para desarrollar nuevas cepas de cultivos de alto rendimiento.**

(a) Norman Borlaug, un líder en el desarrollo de nuevas cepas de trigo que condujeron a la Revolución Verde. Borlaug recibió el Premio Nobel de la Paz en 1970. (b) Una planta de arroz moderna de alto rendimiento (izquierda) y una planta de arroz tradicional (derecha). (Parte a, UPI/Corbis-Bettman. Parte b: IRRI.)

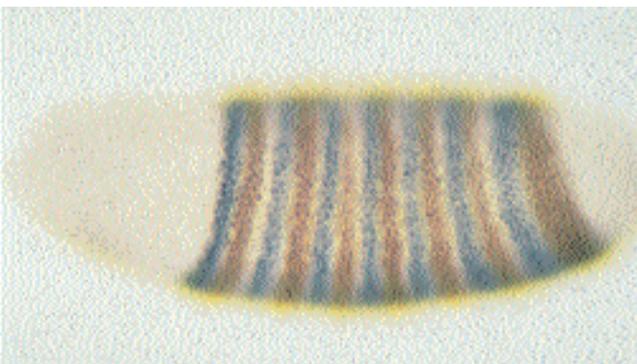


**1.4** La industria biotecnológica utiliza métodos de genética molecular para producir sustancias de valor económico. (James Holmes/Celltech LTD. Science Photo Library/Photo Researchers.)

pos de la biología o la medicina está incompleto sin una comprensión acabada de los genes y de los métodos genéticos.

## Diversidad genética y evolución

La vida en la Tierra existe con una diversidad increíble de formas y características que ocupan casi todo el ambiente imaginable. La vida también se caracteriza por la adaptación: muchos organismos se hallan muy amoldados al ambiente que habitan. La historia de la vida es una crónica de la aparición de nuevas formas de vida, la desaparición de las antiguas y el cambio de las existentes.



**1.5** La clave para el desarrollo está en la regulación de la expresión génica. Este embrión temprano de la mosca de la fruta ilustra la producción localizada de proteínas de dos genes que determinan el desarrollo de los segmentos corporales en la mosca adulta. (Peter Lawrence, *The Making of a Fly*, [Blackwell Scientific Publications, 1992].)

Pese a esta enorme diversidad, los organismos vivos tienen una característica importante en común; todos ellos usan sistemas genéticos similares. El conjunto completo de instrucciones genéticas de todo organismo es su **genoma**; y todos los genomas están codificados en ácidos nucleicos, sea DNA o RNA. El sistema de codificación de la información genética también es común a todas las formas de vida; las instrucciones genéticas se encuentran en un mismo formato y, con raras excepciones, las palabras del código son idénticas. De manera similar, el proceso por el cual se copia y se decodifica la información genética es muy parecida en todas las formas de vida. Estas características comunes de herencia sugieren que toda la vida sobre la Tierra evolucionó a partir un único ancestro primordial que surgió hace unos 3.500 a 4.000 millones de años. El biólogo Richard Dawkins describe la vida como un río de DNA que corre a través del tiempo y conecta a todos los organismos pasados y presentes.

El hecho de que todos los organismos tengan sistemas genéticos similares significa que el estudio de los genes de un organismo determinado revela principios que se aplican a otros organismos. Por ejemplo, las investigaciones sobre el mecanismo por el cual se copia (se replica) el DNA de las bacterias, proporciona información que se aplica a la replicación del DNA en los seres humanos. Esto significa también que los genes funcionarán en células extrañas, lo que hace posible la ingeniería genética. Lamentablemente, estos sistemas genéticos parecidos son también la base de algunas enfermedades como el sida (síndrome de inmunodeficiencia adquirida), en el cual los genes virales son capaces de funcionar –en ocasiones con una eficiencia alarmante– en células humanas.

La diversidad y la adaptación de la vida son un producto de la evolución, que es simplemente el cambio genético a través del tiempo. La evolución es un proceso de dos pasos: en primer lugar surgen variaciones genéticas al azar, y luego la proporción de ciertas variaciones en particular aumenta o disminuye. Por lo tanto, la variación genética es la base de todo cambio evolutivo y es, en última instancia, la base de la vida tal como la conocemos hoy. La genética, el estudio de la variación genética, es una materia fundamental para comprender el pasado, el presente y el futuro de la vida.

### Conceptos clave

La herencia afecta a varios de nuestros caracteres físicos y también a nuestra susceptibilidad a diversas enfermedades y trastornos. La genética contribuye al avance de la agricultura, la industria farmacéutica y la medicina, y es fundamental para la biología moderna. Todos los organismos utilizan sistemas genéticos similares y la variación genética es la base de la diversidad de la vida.

### ✓ Evaluación de conceptos 1

¿Cuáles son las consecuencias del hecho de que todos los organismos tengan sistemas genéticos similares?

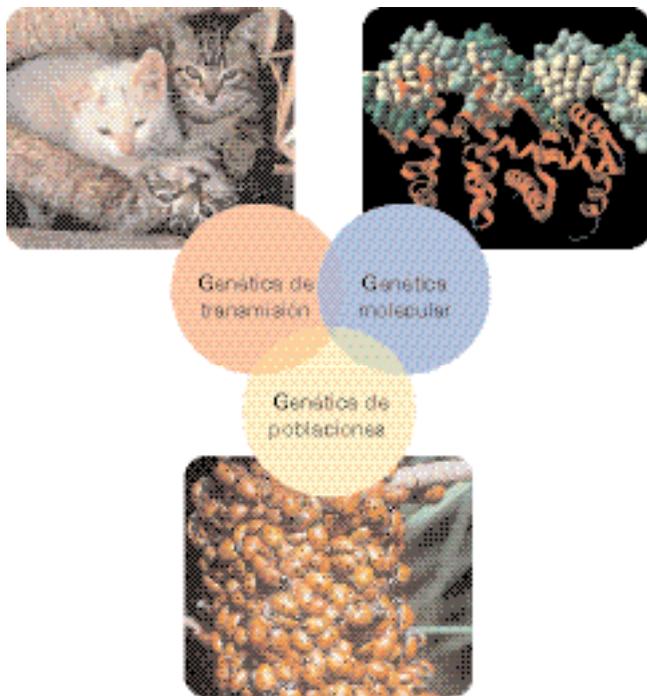
- Todas las formas de vida están relacionadas desde el punto de vista genético.
- Los hallazgos de la investigación sobre la función de un gen en un organismo generalmente se pueden aplicar a otros organismos.
- Los genes de un organismo pueden a menudo existir y prosperar en otros organismos.
- Todas las anteriores.

## Divisiones de la genética

Tradicionalmente, el estudio de la genética se dividió en tres grandes subdisciplinas: la genética de transmisión, la genética molecular y la genética de poblaciones (Figura 1.6). También llamada genética clásica, la **genética de transmisión** comprende los principios básicos de la herencia y el modo de transmisión de los rasgos de una generación a la siguiente. Esta área se ocupa de la relación entre los cromosomas y la herencia, el ordenamiento de los genes en los cromosomas y el mapeo génico. Aquí, el objeto de estudio es el organismo individual, cómo hereda su composición genética y cómo se transmiten sus genes a la generación siguiente.

La **genética molecular** se ocupa de la naturaleza química del propio gen: cómo se modifica, se replica y se expresa la información genética. Incluye los procesos celulares de replicación, transcripción y traducción, mediante los cuales la información genética se transmite de una molécula a otra, y la regulación génica, los procesos que controlan la expresión de la información genética. El centro de atención de la genética molecular es el gen, su estructura, su organización y su función.

La **genética de poblaciones** explora la composición de grupos de individuos de la misma especie (poblaciones), y cómo esa composición se modifica con el tiempo y el espacio geográfico. Dado que la evolución es el cambio genético, la genética de poblaciones es fundamentalmente el estudio de la evolución. Su objeto de estudio es el grupo de genes que se encuentran en una población.



**1.6** La genética se puede subdividir en tres campos interrelacionados. (Arriba a la izquierda: Alan Carey/Photo Researchers. Arriba a la derecha: archivo de MONA M0214602.tif. Abajo: J. Alcock/Visuals Unlimited.)

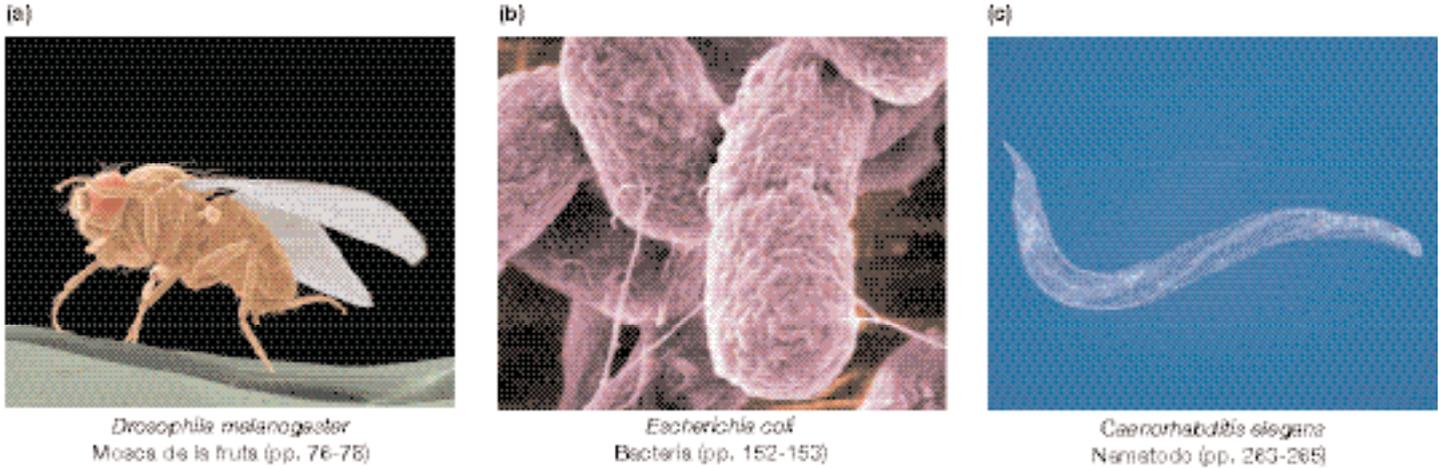
Si bien es conveniente –y tradicionalmente se ha hecho así– dividir el estudio de la genética en estos tres grupos, debemos reconocer que los campos se superponen y que cada división principal puede a su vez dividirse en varias áreas más especializadas, como la genética cromosómica, la genética bioquímica, la genética cuantitativa, y así sucesivamente. La genética puede dividirse a su vez por organismos (la genética de la mosca de la fruta, del maíz o de las bacterias), cada uno de los cuales puede ser estudiado por la genética de transmisión, la molecular y la de poblaciones. La genética moderna es un campo muy amplio, que comprende muchas subdisciplinas y especializaciones interrelacionadas.

## Organismos genéticos modelo

Durante años, los estudios genéticos se llevaron a cabo en miles de especies diferentes, entre ellas casi todos los grupos principales de bacterias, hongos, protistas, plantas y animales. Sin embargo, unas pocas especies han surgido como **organismos modelo**, seres vivos que presentan características que los hacen particularmente útiles para el análisis genético y acerca de los cuales se ha acumulado una enorme cantidad de información genética. Los seis organismos modelo que han sido objeto de estudios genéticos intensivos son: *Drosophila melanogaster*, la mosca de la fruta; *Escherichia coli*, una bacteria presente en el intestino de los seres humanos y de otros mamíferos; *Caenorhabditis elegans*, un nematodo; *Arabidopsis thaliana*, una planta de la familia de la mostaza; *Mus musculus*, el ratón doméstico y *Saccharomyces cerevisiae*, la levadura de la cerveza (Figura 1.7). Estas especies son los organismos de elección para muchos genetistas y sus genomas se secuenciaron como parte del Proyecto Genoma Humano.

A primera vista, este grupo de criaturas modestas y en ocasiones menospreciadas, no parecen candidatos probables para ser organismos modelo. Sin embargo, todos poseen ciclos vitales y rasgos que los tornan particularmente aptos para los estudios genéticos, incluidos un tiempo de generación corto, un número de descendientes manejable, la adaptabilidad al ambiente de laboratorio y la capacidad de ser mantenidos y reproducidos a bajo costo. Los ciclos vitales, las características genómicas y los rasgos que hacen que estos organismos modelo sean útiles para los estudios genéticos se incluyen en ilustraciones especiales que aparecen en los próximos capítulos para cinco de las seis especies. Otras especies que suelen ser objeto de estudios genéticos y son también consideradas organismos modelo son el moho del pan (*Neurospora crassa*), el maíz (*Zea mays*), el pez cebra (*Danio rerio*) y la rana de uñas (*Xenopus laevis*). Si bien en general no se los considera organismos modelo, los seres humanos también han sido sometidos a un intenso escrutinio genético.

El valor de los organismos genéticos modelo se ilustra con el uso del pez cebra para identificar los genes que afectan la pigmentación de la piel en humanos. Durante muchos años, los genetistas han reconocido que las diferencias en la pigmentación de la piel entre los diversos grupos étnicos humanos (Figura 1.8a) tenían una base genética, aunque se desconocían los genes que causaban estas diferencias. Recientemente, el pez cebra se ha convertido en un importante modelo para los estudios genéticos, porque es un vertebrado pequeño que produce gran número de prole y es fácil de criar en el laboratorio. El pez cebra dorado mutante, que se origina a partir de una mutación recesiva, tiene una pigmentación clara debido a que en sus células hay un menor número



**1.7 Los organismos genéticos modelo son especies con características que los vuelven útiles para el análisis genético.** (Parte a: SPL/Photo Researchers. Parte b: Gary Gaugler/Visuals Unlimited. Parte c: Natalie Pujol/Visuals Unlimited. Parte d: Peggy Greb/ARS. Parte e: Joel Page/AP. Parte f: T. E. Adams/Visuals Unlimited.)

ro de estructuras que contienen pigmentos, denominados melanosomas, que son más pequeños y menos densos (Figura 1.8b). En los seres humanos, la piel blanca se debe a un número y una densidad menores de melanosomas en las células que contienen pigmentos.

En la Facultad de Medicina de la Universidad de Pensilvania, Keith Cheng y colaboradores formularon una hipótesis en la que postulan que la piel clara en los seres humanos podría originarse a partir de una mutación similar a la que ocurre en el pez cebra dorado. Aprovechando la ventaja de la facilidad con la que se puede manipular los peces cebra en el laboratorio, este grupo de investigadores aisló y secuenció el gen responsable de la mutación dorada, y halló que codifica una proteína que participa en la incorporación de calcio por parte de los melanosomas. Luego

buscaron en una base de datos de todos los genes humanos conocidos y hallaron un gen similar denominado *SLC24A5*, que codifica la misma función en los seres humanos. Cuando estudiaron poblaciones humanas, encontraron que los europeos de piel clara tenían una forma de este gen, mientras que los africanos, los asiáticos del Este y los nativos estadounidenses de piel oscura suelen tener una forma diferente del gen. Existen otros genes que también afectan la pigmentación en los seres humanos, como lo muestran las mutaciones en el gen *OCA* que produce el albinismo entre los hopis (analizado en la introducción de este capítulo). No obstante, el gen *SLC24A5* parece ser el responsable del 24 al 38% de las diferencias de pigmentación entre los africanos y los europeos. Este ejemplo nos muestra la importancia de los organismos modelo en las investigaciones genéticas.



**1.8 El pez cebra, un organismo modelo para el estudio de la genética, ha contribuido decisivamente en la identificación de los genes que codifican las diferencias de pigmentación en los seres humanos.** (a) Los diferentes grupos étnicos humanos difieren en el grado de pigmentación de la piel. (b) La mutación dorada del pez cebra es causada por un gen que controla la cantidad del pigmento melanina en los melanosomas. (Parte a: PhotoDisc. Parte b: K. Cheng/J. Glittlen, Cancer Research Foundation, Pennsylvania State College of Medicine.)

(d)

*Arabidopsis thaliana*

Planta de la familia de la mostaza (pp. 312-314)

(e)

*Mus musculus*

Ratón doméstico (pp. 365-367)

(f)

*Saccharomyces cerevisiae*

Levadura de pan

### Conceptos clave

Las tres grandes divisiones de la genética son: la genética de transmisión, la genética molecular y la genética de las poblaciones. La genética de transmisión estudia los principios de la herencia; la genética molecular trata los genes y los procesos celulares por medio de los cuales se transfiere y expresa la información genética; y la genética poblacional se ocupa de la composición genética de los grupos de organismos y de cómo se modifica esa composición a lo largo del tiempo y en el espacio geográfico. Los organismos modelo son especies que han recibido especial atención en la investigación genética, tienen características que los hacen útiles para el análisis genético.

### ✓ Evaluación de conceptos 2

¿Sería el caballo un buen organismo genético modelo? ¿Por qué sí o por qué no?

## 1.2 Los seres humanos han utilizado la genética durante miles de años

Si bien la ciencia de la genética es joven, casi completamente un producto de los últimos 100 años, sus principios se han estado utilizando durante miles de años.

### La antigua utilización y comprensión de la herencia

La primera evidencia de que los seres humanos comprendían los principios de la herencia y los aplicaban desde los primeros tiempos se encuentra en el cultivo de las plantas y la domesticación de los animales, que comenzó hace aproximadamente 10.000 a 12.000 años. Se cree que el desarrollo de la agricultura se inició en Oriente Medio, en los territorios actuales de Turquía, Irak, Irán, Siria, Jordania e Israel, donde hace 10.000 años las plantas y los

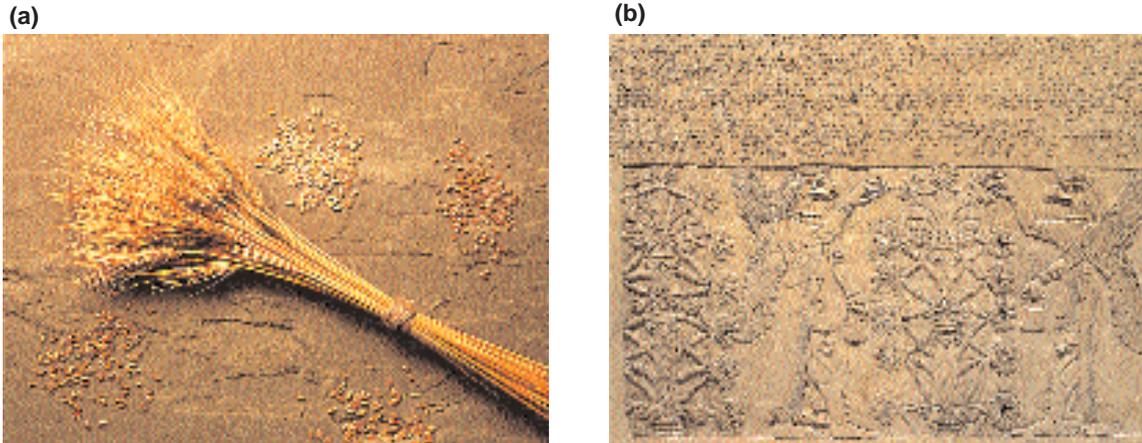
animales domésticos eran los componentes principales de la dieta de muchas poblaciones. Las primeras plantas y animales utilizados incluían el trigo, los guisantes, las lentejas, la cebada, los perros, las cabras y los carneros (Figura 1.9a). Hace unos 4.000 años, en Oriente Medio ya se usaban técnicas genéticas complejas. Los asirios y los babilonios desarrollaron varios cientos de variedades de palmeras datileras que diferían en el tamaño de la fruta, el color, el sabor y el tiempo de maduración (Figura 1.9b). En el mismo período, algunas culturas de Asia, África y América desarrollaron otros cultivos y domesticaron diversos animales.

### Conceptos clave

Hace aproximadamente 10.000 a 12.000 años, los seres humanos aplicaron por primera vez la genética al cultivo de las plantas y a la domesticación de los animales. La domesticación condujo al desarrollo de la agricultura y fijó los asentamientos humanos.

Los antiguos griegos se ocuparon en forma cuidadosa de la reproducción y de la herencia humana. El médico griego Alcmaeon (hacia 520 a. C.) realizó disecciones de animales y propuso que el cerebro no era sólo el sitio principal de la percepción, sino también el origen del semen. Esta propuesta motivó un prolongado debate filosófico acerca del sitio de producción del semen y su papel en la herencia. El debate culminó en el concepto de **pangénesis**, que establece que hay piezas específicas de información que viajan desde varias partes del cuerpo hacia los órganos reproductores, desde donde pasan al embrión (Figura 1.10a). La pangénesis llevó a los antiguos griegos a postular la idea de la **herencia de las características adquiridas**, según la cual los rasgos adquiridos durante la vida se incorporan a la información genética de la herencia y se transmiten a la descendencia; por ejemplo, la persona que logró una habilidad musical a través del estudio aplicado tendrá hijos dotados con la capacidad innata para esas habilidades. Si bien no eran correctas, estas ideas persistieron durante el siglo XX.

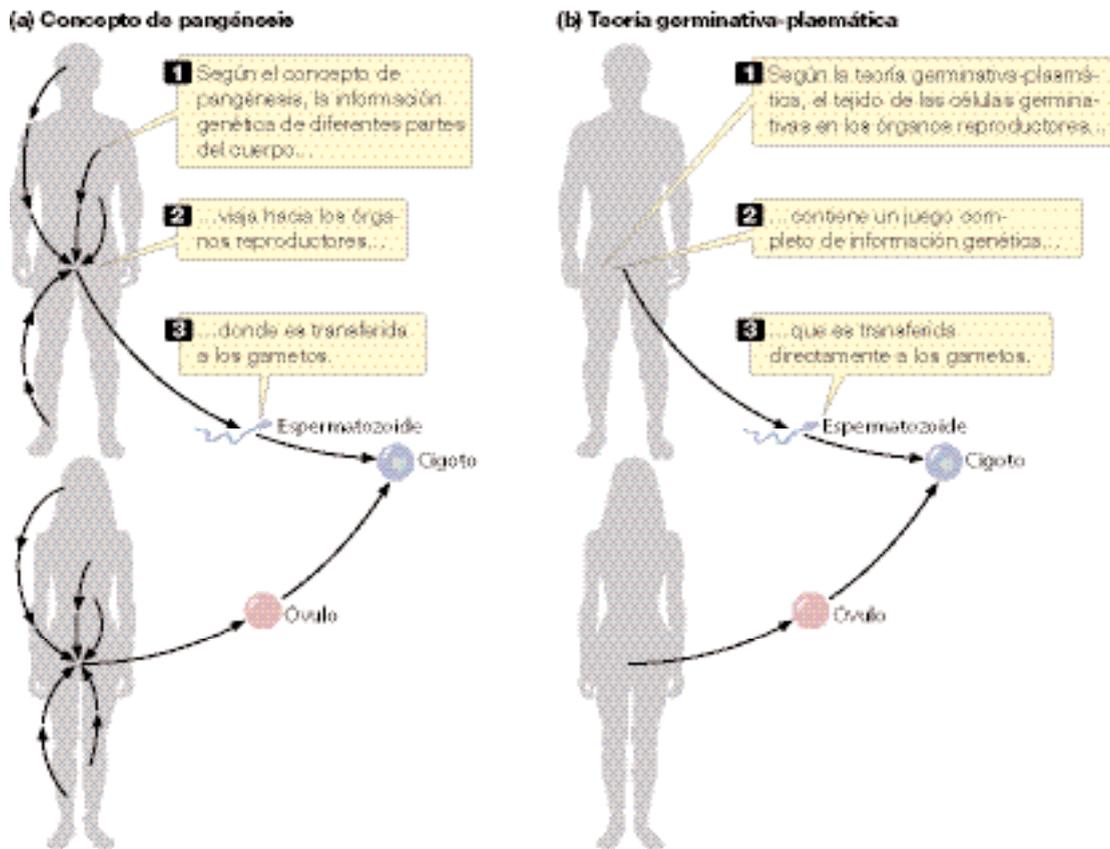
Los fabricantes de lentes holandeses comenzaron a armar microscopios simples hacia finales del siglo XVI. Esto permitió que Robert Hooke (1635-1703) descubriera células en 1665. Los microscopios les proporcionaron a los naturalistas un nuevo



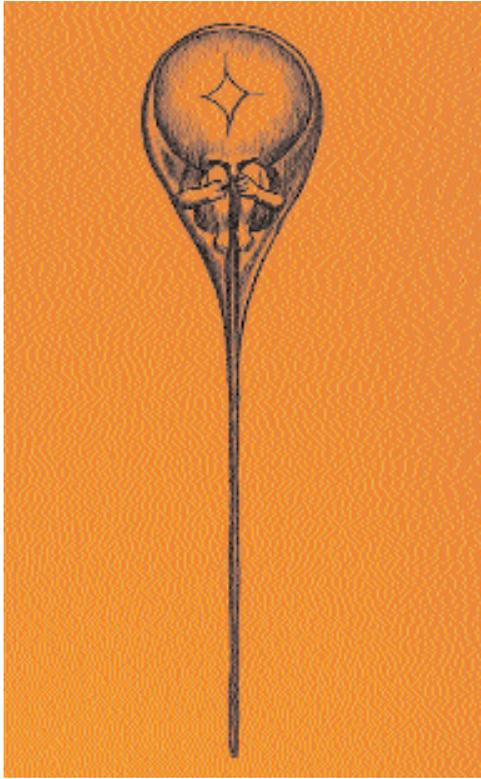
**1.9 Los pueblos antiguos practicaban técnicas genéticas en la agricultura.** (a) Trigo moderno, con semillas más grandes y más numerosas que no se dispersan antes de la cosecha; se produjeron mediante el cruzamiento entre por lo menos tres especies silvestres diferentes. (b) Bajorrelieve asirio que muestra la polinización artificial de palmeras datileras en los tiempos del rey Assurnasirpal, quien reinó en los años 883-859 a. C. (Parte a: Scott Bauer/ARS/USDA. Parte b: The Metropolitan Museum of Art, obsequio de John D. Rockefeller, Jr., 1932 [32.143.3].)

panorama, muy excitante, de la vida, y tal vez fue el excesivo entusiasmo por este mundo nuevo de lo muy pequeño lo que originó la idea de **preformacionismo**. Según esta idea, dentro del óvulo o del espermatozoide existe un adulto en miniatura, un *homúnculo*, que simplemente crece durante el desarrollo (**Figura 1.11**). El pre-

formacionismo significaba que todos los rasgos se heredarían de un solo progenitor: del padre si el homúnculo estaba en el espermatozoide, y de la madre si estaba en el óvulo. Aunque muchas observaciones sugerían que la descendencia tenía una mezcla de rasgos de ambos padres, el preformacionismo permaneció como



**1.10 Comparación entre la pangénesis, un concepto primitivo de la herencia, y la teoría plasmática-germinativa.**



**1.11** El preformacionismo fue una idea popular de la herencia durante los siglos XVII y XVIII. Dibujo de un homúnculo dentro de un espermatzoide. (*Science/VU/Visuals Unlimited.*)

un concepto popular durante la mayor parte de los siglos XVII y XVIII.

Otra idea primitiva acerca de la herencia fue la de la **herencia combinada**, que proponía que la descendencia era una combinación, o mezcla, de rasgos de ambos padres. Esta idea sugería que el material genético se mezclaba, así como los hacen los pigmentos azul y amarillo para dar una pintura verde. Una vez mezcladas, las diferencias genéticas no podían separarse en las generaciones futuras, de igual modo que la pintura verde no puede separarse en los pigmentos azul y amarillo. Algunos rasgos parecen exhibir una herencia combinada; sin embargo, y gracias a las investigaciones de Gregor Mendel con las plantas de guisantes, hoy sabemos que los genes individuales no se mezclan.

## El surgimiento de la ciencia de la genética

En 1676, Nehemiah Grew (1641-1712), informó que las plantas tenían un mecanismo de reproducción sexual mediante la utilización del polen de las células sexuales masculinas. Con esta información, varios botánicos comenzaron a experimentar cruzando plantas y creando híbridos; entre ellos Gregor Mendel (1822-1884; **Figura 1.12**), quien luego descubriría los principios básicos de la herencia.

Los avances en citología (el estudio de las células) en el siglo XIX tuvieron gran influencia en la genética. Sobre la base del trabajo de otros, Matthias Jacob Schleiden (1804-1881) y Theodor Schwann (1810-1882) postularon el concepto de la **teoría celular**

en 1839. Según esta teoría, todas las formas de vida están compuestas de células; éstas surgen a partir de células preexistentes y la célula es la unidad estructural y funcional fundamental de los organismos vivos. Los biólogos comenzaron a examinar las células para ver cómo se transmitían los rasgos durante el proceso de la división celular.

Charles Darwin (1809-1882), uno de los biólogos más influyentes del siglo XIX, aplicó la teoría de la evolución a través de la selección natural y publicó sus ideas en *El origen de las especies*, en 1859. Reconoció que la herencia era fundamental para la evolución y dirigió numerosos cruzamientos genéticos con palomas y otros organismos. Sin embargo, nunca llegó a comprender la naturaleza de la herencia y esto significó una gran omisión en su teoría de la evolución.

Walther Flemming (1843-1905) observó la división de los cromosomas en 1879 y publicó una excelente descripción de la mitosis. Hacia 1885 estaba generalmente aceptado que el núcleo contenía la información de la herencia.

Hacia finales del siglo XIX, un experimento realizado por August Weismann (1834-1914) sepultó la idea de la herencia por características adquiridas. Este investigador cortó la cola de ratones durante 22 generaciones consecutivas y demostró que la longitud de la cola de los descendientes no variaba. Weismann postuló la **teoría plasmática-germinativa**, que sostenía que las células de los órganos reproductores portaban una dotación de información genética que se transmitía al óvulo y al espermatozoide (**Figura 1.10b**).



**1.12** Gregor Mendel fue el fundador de la genética moderna. Mendel fue el primero en descubrir los principios de la herencia mediante el cruzamiento de diferentes variedades de plantas de guisantes y el análisis del patrón de transmisión de los rasgos en las generaciones siguientes. (*Hulton Archive/Getty Images.*)



**1.13** La secuencia del genoma humano se completó en 2003. Cada una de las barras coloreadas representa una base nucleotídica en el DNA.

El año 1900 representó una bisagra en la historia de la genética. Ese año se redescubrió la publicación crucial de Gregor Mendel de 1866 sobre experimentos con plantas de guisantes, que había revelado los principios de la herencia (se analizará con más detalle en el Capítulo 3). Se reconoció la importancia de sus conclusiones, y otros biólogos comenzaron inmediatamente a dirigir estudios genéticos similares con ratones, pollos y otros organismos. Los resultados de estas investigaciones confirmaron que realmente muchos rasgos seguían las leyes de Mendel.

En 1902, Walter Sutton (1877-1916) propuso que los genes se localizaban en los cromosomas. Thomas Hunt Morgan (1866-1945) descubrió el primer mutante genético de las moscas de la fruta en 1910 y utilizó estas moscas para esclarecer muchos detalles de la genética de transmisión. Las bases de la genética de poblaciones se sentaron en la década de 1930, cuando los genetistas comenzaron a relacionar la genética mendeliana con la teoría de la evolución.

Los genetistas comenzaron a usar las bacterias y los virus en la década de 1940. La rápida reproducción y los sistemas genéticos simples de estos organismos permitieron el estudio detallado de la organización y la estructura de los genes. Hasta ese momento se habían acumulado evidencias de que el DNA era el almacén de la información genética. En 1953, James Watson (n. 1928) y Francis Crick (1916-2004), junto con Maurice Wilkins (1916-2004) y Rosalind Franklin (1929-1958), describieron la estructura tridimensional del DNA, con lo que se inauguró la era de la genética molecular.

Hacia 1996 se había dilucidado la estructura química del DNA y el sistema por el cual ésta determina la secuencia de aminoácidos de las proteínas. Los avances en la genética molecular condujeron a los primeros experimentos con DNA recombinante en 1973, los que a su vez desencadenaron otra revolución en las investigaciones genéticas. En 1977 se desarrollaron métodos para la secuenciación rápida de DNA, esto permitió luego determinar los genomas del ser humano y de otros organismos. La reacción en cadena de la polimerasa, una técnica para la amplificación rápida de pequeñas cantidades de DNA, fue desarrollada por Kary Mullis (n. 1944) y otros en 1983. Esta técnica es ahora la base de

muchos tipos de análisis moleculares. En 1990 se lanzó el Proyecto Genoma Humano. Hacia 1995 se determinó la primera secuencia completa de DNA de un organismo de vida libre, la bacteria *Haemophilus influenzae*, y 1 año más tarde se determinó la primera secuencia completa de un organismo eucarionte (levadura). En 2000 se dio a conocer un borrador de la secuencia del genoma humano, tarea que esencialmente se completó en 2003, cuando se inauguró una nueva era en la genética (Figura 1.13). Hoy en día se secuencian, analizan y comparan los genomas de numerosos organismos.

## El futuro de la genética

Actualmente se realizan numerosos avances en la genética y es la vanguardia de la investigación biológica. Por ejemplo, el contenido de información de la genética aumenta a grandes pasos, a medida que las secuencias genómicas de muchos organismos se agregan a las bases de datos de DNA. Además, los nuevos detalles de la estructura y la función de los genes amplían de manera continua nuestro conocimiento acerca de cómo se codifica la información genética y cómo especifica los rasgos fenotípicos.

La información sobre las diferencias en las secuencias entre los organismos individuales es una fuente de nuevos conocimientos acerca de la evolución y ayuda a localizar genes que afectan rasgos complejos como, por ejemplo, la hipertensión en los seres humanos o el engorde en el ganado. En estos últimos años, hemos comprendido mejor el papel del RNA en numerosos procesos celulares; el RNA participa en muchos aspectos relacionados con la funcionalidad de los genes. Existen pruebas nuevas con micromatrices (microchips) que analizan de forma simultánea miles de moléculas de RNA para proporcionar información acerca de la actividad de miles de genes en una célula determinada. Esto permitirá realizar una descripción detallada de cómo responden las células a señales externas, al estrés ambiental y a estados patológicos como, por ejemplo, el cáncer. En el emergente campo de la proteómica se están utilizando programas informáticos muy sofisticados para modelar la estructura y la función de las proteínas a partir de la información que proporciona la secuencia de DNA. Toda esta información nos permite comprender mejor muchos procesos biológicos y relaciones evolutivas. El aluvión de nueva información genética requiere el desarrollo continuo de programas informáticos complejos para guardar, recuperar, comparar y analizar los datos genéticos, y ha dado origen al campo de la bioinformática, una fusión de la biología molecular y la informática.

En el futuro, el objetivo de los esfuerzos de la secuenciación del DNA dejará de ser el de los genomas de especies diferentes para centrarse en las diferencias individuales dentro de las especies. Es razonable aceptar que en un futuro no muy lejano, cada persona tendrá una copia de la secuencia completa de su genoma que podrá utilizar para establecer el riesgo de adquirir diferentes enfermedades y para adaptar el tratamiento según sus necesidades. La utilización de la genética en los campos de la agricultura, la química y el cuidado de la salud continuará en expansión. La constante ampliación de los alcances de la genética planteará nuevos aspectos éticos, sociales y económicos relevantes.

Esta breve apreciación de la historia de la genética no pretende ser exhaustiva. En realidad, ha sido diseñada para proveer una

idea del paso acelerado de los avances de ese campo. En los próximos capítulos aprenderemos más acerca de los experimentos y de los científicos que ayudaron a delinear la disciplina de la genética.

### Conceptos clave

Los avances en la hibridación de las plantas y la citología en los siglos XVIII y XIX sentaron las bases para el campo actual de la genética. Después del redescubrimiento del trabajo de Mendel en 1900, la ciencia de la genética se desarrolló rápidamente y en la actualidad es una de las áreas más activas de la ciencia.

### ✓ Evaluación de conceptos 3

¿Cómo contribuyeron los avances en citología del siglo XIX con nuestra comprensión moderna de la genética?

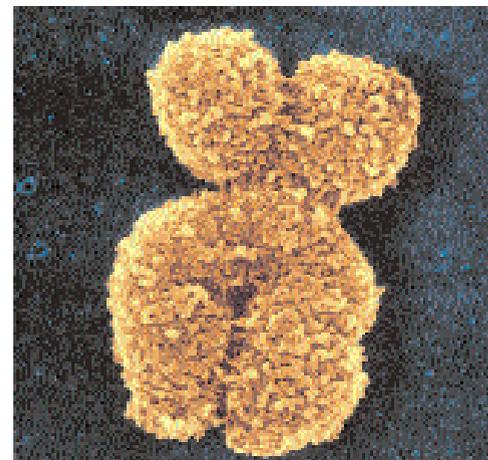
## 1.3 Son necesarios algunos conceptos fundamentales para comenzar nuestro viaje por la genética

Seguramente usted ya aprendió algunos principios de genética en otras clases de biología. Repasemos algunos de estos conceptos fundamentales.

- **Existen células de dos tipos básicos: eucariontes y procariontes.** Desde el punto de vista estructural, las células pueden dividirse en dos tipos básicos, aunque desde una óptica evolutiva la historia es más compleja (véase el Capítulo 2). Las células procariontes carecen de membrana nuclear y no poseen orgánulos celulares rodeados por membranas, como por ejemplo, cloroplastos o mitocondrias.
- **El gen es la unidad fundamental de la herencia.** A menudo varía la forma precisa en la que se define un gen, según el contexto biológico. La forma más sencilla es pensar en el gen como una unidad de información que codifica una característica genética. Ampliaremos esta definición cuando aprendamos más acerca de qué son los genes y su funcionamiento.
- **Los genes se presentan en múltiples formas denominadas alelos.** Un gen que define una característica puede existir en varias formas llamadas alelos. Por ejemplo, un gen para el color del pelaje de los gatos puede existir en un alelo que codifique para el pelaje negro o en otro para el pelaje anaranjado.
- **Los genes codifican los fenotipos.** Unos de los conceptos más importantes en genética es la distinción entre los rasgos y los genes. Los rasgos no se heredan directamente. En realidad, se heredan los genes y, junto con factores ambientales, determinan la expresión de los rasgos. La información genética que posee un organismo individual es el genotipo; el rasgo es el fenotipo. Por ejemplo, el grupo sanguíneo A es un fenotipo; la

información genética que codifica el antígeno del grupo A de la sangre es el genotipo.

- **La información genética es transportada por el DNA y el RNA.** La información genética está codificada en la estructura molecular de los ácidos nucleicos, de los cuales hay dos tipos: ácido desoxirribonucleico (DNA) y ácido ribonucleico (RNA). Los ácidos nucleicos son polímeros formados por unidades repetitivas llamadas nucleótidos; cada nucleótido está constituido por un azúcar, un fosfato y una base nitrogenada. Existen cuatro tipos de bases nitrogenadas en el DNA (abreviadas como A, C, G y T), y la secuencia de estas bases codifica la información genética. El DNA está formado por dos cadenas complementarias. La mayoría de los organismos lleva su información genética en el DNA, pero algunos pocos virus la llevan en el RNA. Las cuatro bases nitrogenadas del RNA se abrevian como A, C, G y U.
- **Los genes se localizan en los cromosomas.** Los vehículos de la información genética dentro de las células son los cromosomas (**Figura 1.14**), que están constituidos por DNA y proteínas asociadas. Las células de cada especie poseen un número característico de cromosomas; las células humanas tienen 46 cromosomas; las células de las palomas tienen 80. Cada cromosoma transporta un gran número de genes.
- **Los cromosomas se separan mediante los procesos de mitosis y meiosis.** Los procesos de mitosis y meiosis garantizan que cada célula hija de un determinado organismo reciba un juego completo de cromosomas. La mitosis es la separación de los cromosomas duplicados durante la división de las células somáticas (no sexuales). La meiosis es el apareamiento y la separación de los cromosomas duplicados en la división de las células sexuales para producir gametos (células reproductoras).
- **La información genética es transmitida desde el DNA al RNA y de éste a la proteína.** Muchos genes codifican rasgos mediante la especificación de la estructura de las proteínas. La información genética en primer lugar se transcribe de DNA a RNA y luego el RNA se traduce en la secuencia de aminoácidos de una proteína



**1.14 Los genes se hallan en los cromosomas.** Un cromosoma (aquí se muestra uno) está formado por un DNA asociado a proteínas y puede portar información genética que codifica muchos rasgos. (Biophoto Associates/Science Source/Photo Researchers.)

- **Las mutaciones son cambios permanentes y heredables en la información genética.** Las mutaciones génicas afectan sólo la información genética de un único gen; las mutaciones cromosómicas alteran el número o la estructura de los cromosomas y, por lo tanto, suelen afectar muchos genes.
- **Algunos rasgos se ven afectados por múltiples factores.** Algunos rasgos son influidos por múltiples genes que interac-

túan en forma compleja con factores ambientales. La altura de los seres humanos, por ejemplo, se ve afectada tanto por cientos de genes como por factores ambientales, como la nutrición.

- **La evolución en el cambio genético.** Ésta puede verse como un proceso de dos pasos: primero surge la variación genética y luego algunas variantes genéticas aumentan en frecuencia, mientras que otras disminuyen.

### Resumen de conceptos

- La genética es central para la vida de todo individuo: influye sobre los rasgos físicos, la susceptibilidad a muchas enfermedades, la personalidad y la inteligencia.
- La genética cumple un papel importante en la agricultura, la industria farmacéutica y la medicina. Es clave para el estudio de la biología.
- Todos los organismos usan sistemas genéticos similares. La variación genética es el fundamento de la evolución y es crucial para la comprensión de todas las formas de vida.
- El estudio de la genética puede dividirse en la genética de transmisión, la genética molecular y la genética de poblaciones.
- Los organismos modelo son especies con características que los tornan particularmente accesibles para el análisis genético y acerca de los cuales existe mucha información genética.
- La utilización de la genética por los seres humanos comenzó con el cultivo de las plantas y la domesticación de los animales.
- Los antiguos griegos crearon los conceptos de pangénesis y de la herencia de características adquiridas.
- El preformacionismo sugería que una persona heredaba todos sus rasgos a partir de un solo progenitor. La herencia combinada proponía que la descendencia tenía una mezcla de los rasgos parentales.
- Gregor Mendel descubrió los principios de la herencia mediante el estudio de la descendencia originada por los cruzamientos entre variedades de guisantes. Durante el siglo XIX, los descubrimientos en citología dieron lugar a la comprensión de que el núcleo era el sitio de la herencia.
- En 1900 se redescubrieron las leyes de la herencia de Mendel. Al comienzo de la década de 1930 se estableció la genética de poblaciones, seguida de cerca por la genética bioquímica y las genéticas bacteriana y viral. El descubrimiento de la estructura del DNA en 1953 estimuló el surgimiento de la genética molecular.
- Hay dos tipos básicos de células: procariontes y eucariontes.
- Los genes que determinan un rasgo se denominan el genotipo; el rasgo que producen es el fenotipo.
- Los genes se encuentran en los cromosomas, los cuales están formados por ácidos nucleicos y proteínas, y se reparten a las células hijas mediante los procesos de mitosis o meiosis.
- La información genética se expresa a través de la transferencia de la información desde el DNA al RNA, y de éste a las proteínas.
- La evolución requiere el cambio genético en las poblaciones.

### Términos destacados

genoma (p. 4)  
genética de la transmisión (p. 5)  
genética molecular (p. 5)  
genética de poblaciones (p. 5)

organismo genético modelo (p. 5)  
pangénesis (p. 7)  
herencia de las características adquiridas (p. 7)

preformacionismo (p. 8)  
herencia combinada (p. 9)  
teoría celular (p. 9)  
teoría plasmática-germinativa (p. 9)

### Respuestas de la evaluación de conceptos

1. d

2. No, porque es muy costoso alojar, alimentar y criar caballos, tienen muy poca descendencia y su tiempo de gestación es muy prolongado.

3. Los desarrollos en citología en el siglo XIX permitieron identificar las partes de la célula, incluidos el núcleo y los cromosomas. La teoría celular enfocó la atención de los biólogos en la célula, que finalmente condujo a la conclusión de que el núcleo contiene la información de la herencia.

## Preguntas de comprensión

Al final del libro se encuentran las respuestas a las preguntas y problemas que están precedidos por un asterisco.

### Sección 1.1

- \*1. ¿Cómo contribuyó la cultura hopi a elevar la incidencia del albinismo entre los miembros de la tribu hopi?
- \*2. Mencione por los menos tres ejemplos del papel de la genética en la sociedad actual.
3. Describa brevemente algunas de las formas por las cuales la genética es importante para cada uno de nosotros.
- \*4. Mencione las tres disciplinas tradicionales de la genética y resuma qué área abarca cada una.
5. ¿Cuáles son algunas de las características de los organismos genéticos modelo que los tornan útiles para los estudios genéticos?

### Sección 1.2

6. ¿Cuándo y dónde surgió la agricultura por primera vez? ¿Qué papel desempeñó la genética en el desarrollo de las primeras plantas y de los primeros animales domesticados?
- \*7. Describa el concepto de la pangénesis y explique cómo difiere de la teoría plasmática-germinativa.

8. ¿Qué propone el concepto de la herencia de características adquiridas y cómo se relaciona con la idea de la pangénesis?
- \*9. ¿Qué es el preformacionismo? ¿Qué dice acerca del modo de herencia de los rasgos?
10. Defina herencia combinada y compárela con el preformacionismo.
11. ¿Cómo contribuyeron los avances en la botánica durante los siglos XVII y XVIII con el surgimiento de la genética moderna?
- \*12. ¿Quién descubrió los principios básicos de la herencia que dieron lugar a nuestro conocimiento actual?
13. Mencione algunos avances en la genética ocurridos en el siglo XX.

### Sección 1.3

14. ¿Cuáles son los dos tipos celulares básicos (desde el punto de vista estructural) y en qué se diferencian?
- \*15. Describa la relación entre los genes, el DNA y los cromosomas.

## Preguntas y problemas de aplicación

### Sección 1.1

16. ¿Cuál es la relación entre la genética y la evolución?
- \*17. Para cada uno de los siguientes tópicos genéticos, indique si se refiere a la genética de transmisión, la genética molecular o la genética de poblaciones.
  - a. Análisis del pedigrí para determinar la probabilidad de que alguien herede un rasgo.
  - b. Estudio de la historia genética de los individuos de una población de una pequeña isla para determinar por qué una forma genética del asma es tan prevalente en la isla.
  - c. La influencia del apareamiento no azaroso en la distribución de los genotipos en un grupo de animales.
  - d. Análisis de la secuencia de nucleótidos hallada en los extremos de los cromosomas.
  - e. Mecanismo que asegura un alto grado de exactitud durante la replicación del DNA.
  - f. Estudio acerca de la diferencia entre la herencia de los rasgos codificados por los genes presentes en los cromosomas sexuales (rasgos ligados al sexo) y aquellos codificados por los genes presentes en los cromosomas no sexuales (rasgos autosómicos).

### Sección 1.2

- \*18. Se dice que la genética es una ciencia muy antigua y muy joven al mismo tiempo. Explique qué quiere decir esta afirmación.

19. Asocie la descripción (de *a* hasta *d*) con las teorías o conceptos correctos que se enumeran a continuación.
 

Preformacionismo	Teoría plasmática germinativa
Pangénesis	Herencia de las características adquiridas

  - a. Cada célula reproductiva contiene un conjunto completo de información genética.
  - b. Todos los rasgos se heredan de un único progenitor.
  - c. La información genética puede alterarse por el uso de una característica.
  - d. Las células de los diferentes tejidos contienen diferente información genética.
- \*20. Compare y establezca las diferencias entre las siguientes ideas sobre la herencia.
  - a. Pangénesis y teoría plasmática-germinativa.
  - b. Preformacionismo y herencia combinada.
  - c. Herencia de características adquiridas y nuestra teoría moderna de la herencia.

### Sección 1.3

- \*21. Compare y establezca las diferencias entre los siguientes términos:
  - a. Células eucariontes y procariontes.
  - b. Gen y alelo.
  - c. Genotipo y fenotipo.
  - d. DNA y RNA.
  - e. DNA y cromosoma.

## Preguntas complejas

### Sección 1.1

22. En la actualidad sabemos tanto o más sobre la genética de los seres humanos como lo que conocemos acerca de cualquier otro organismo, y los seres humanos son el objeto de muchos estudios genéticos. ¿Piensa usted que los seres humanos deberían considerarse un organismo genético modelo? Justifique su respuesta.
23. Describa algunas de las formas en las cuales su propia composición genética lo afecta como persona. Sea lo más específico posible.
24. Describa al menos un rasgo que parece transmitirse en su familia (que aparece en múltiples miembros de su familia). ¿Piensa usted que este rasgo se transmite en su familia porque es un rasgo heredado o porque es causado por factores ambientales que son comunes a los miembros de su familia? ¿Cómo distinguiría estas dos posibilidades?

### Sección 1.3

- \*25. Suponga que existe vida en otro lugar del universo. Todas las formas de vida deben contener algún tipo de información genética, aunque los genomas extraterrestres podrían no estar formados por ácidos nucleicos y no tener las mismas características que los genomas hallados en las formas de vida terrestres. ¿Cuáles piensa usted que serían las características comunes entre todos los genomas, cualquiera sea su origen?
26. Escoja uno de estos temas éticos o sociales y dé su opinión al respecto. Para obtener información relacionada, usted podrá leer uno de los artículos de la lista de temas éticos que se encuentra marcado con un asterisco en la sección "Lecturas recomendadas" para el Capítulo 1 en [www.whfreeman.com/pierce](http://www.whfreeman.com/pierce).
  - a. ¿Se debería utilizar la composición genética de una persona para determinar su elegibilidad para un seguro de vida?
  - b. ¿Deberían las compañías de biotecnología poder patentar nuevos genes secuenciados?
  - c. ¿Debería utilizarse la terapia génica en seres humanos?
  - d. ¿Deberían estar disponibles las pruebas genéticas para determinar enfermedades genéticas para las cuales no hay tratamiento o cura?
  - e. ¿Debería el gobierno legislar sobre la clonación de seres humanos?
- \*27. Suponga que usted puede realizarse un análisis genético a los 18 años de edad para conocer su susceptibilidad a una enfermedad genética que no se manifestaría hasta la madurez y para la cual no hay disponible un tratamiento.
  - a. ¿Cuáles serían las posibles razones para que usted realice dicha prueba genética y cuáles para no realizarla?
  - b. ¿Desea personalmente que le realicen pruebas genéticas? Explique sus razones.