

Biología

Texto para el estudiante

2^o
año
medio

Autor

Raymond F. Oram

A.B. Princeton University.
M.S.T. Union College, Schenectady, New York.

Adaptadora

Marcela Fernández Montes

LICENCIADA EN EDUCACIÓN.
PROFESORA DE BIOLOGÍA Y CIENCIAS.
Universidad de Playa Ancha de Ciencias de la Educación.

Revisora técnica

Vinca Ramírez Bravo

PROFESORA DE ESTADO EN BIOLOGÍA Y CIENCIAS.
MAGISTER EN EDUCACIÓN.
Universidad de Chile.

Adaptación del libro *Biología Sistemas Vivos*, Primera
Edición en español, de Raymond F. Oram.
Realizada especialmente
para el Ministerio de Educación de Chile.



McGraw-Hill
Interamericana

SANTIAGO • BUENOS AIRES • CARACAS • GUATEMALA • LISBOA • MADRID
MÉXICO • NUEVA YORK • SAN JUAN • SANTA FE DE BOGOTÁ • SÃO PAULO
AUCKLAND • LONDRES • MILÁN • MONTREAL • NUEVA DELHI
SAN FRANCISCO • SIDNEY • SINGAPUR • ST. LOUIS • TORONTO

Biología 2° año medio

TEXTO PARA EL ESTUDIANTE

Autor

Raymond F. Oram

Adaptadora

Marcela Fernández

Revisora técnico pedagógica

Vinca Ramírez

Editora

Paola González

Corrector de estilo

Claudio Carvacho

Diseño y diagramación

Pamela Madrid

Corrección de pruebas

Patricia Romero

Ilustraciones

Jacob Bustamante

Archivo gráfico

Banco imágenes McGraw-Hill

No está permitida la reproducción total o parcial de este libro, ni su tratamiento informático, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, tal sea electrónico, mecánico, por fotocopia, por registro u otro método sin el permiso previo y por escrito de los titulares del copyright.

Adaptación de la primera edición en español de BIOLOGÍA, sistemas vivos

DERECHOS RESERVADOS © 2008

McGRAW-HILL/INTERAMERICANA DE CHILE LTDA.

Carmencita 25, oficina 51, Las Condes

Teléfono 56-2-6613000

Santiago de Chile

ISBN: 978-956-278-218-0

N° de inscripción: 176.049

DERECHOS RESERVADOS © 2007 respecto a la segunda edición en español por:

McGRAW-HILL/INTERAMERICANA

EDITORES, S.A. DE C.V.

A Subsidiary of The McGraw-Hill Companies, Inc.

Edificio Punta Santa Fe

Prolongación Paseo de la Reforma 1015 Torre A

Piso 17, Colonia Desarrollo Santa Fe

Delegación Álvaro Obregón

C.P. 01376, México, D. F.

Miembro de la Cámara Nacional de la Industria Editorial Mexicana, Reg. Núm. 736

ISBN-13: 978-970-10-6292-0

ISBN-10: 970-10-6292-2

Translated from the first english edition of

BIOLOGY, LIVING SYSTEMS

Copyright © MMIII by The McGraw-Hill Companies, Inc. All rights reserved.

ISBN 0-07-829731-1

1234567890

La materialidad y fabricación de este texto está certificada por el IDIEM – Universidad de Chile.

Impreso en Chile por: RR Donnelley Chile

Se terminó de imprimir esta segunda edición de 251.124 ejemplares, en el mes de noviembre de 2009.

Presentación

Como los dos millones de otros organismos conocidos, tú estás vivo. La biología es el estudio de la vida, así que tú formas parte de la biología. Puesto que conoces mucho acerca de ti mismo, ya estás familiarizado con algunas ideas de la biología. Por ejemplo, sabes que estás creciendo, que necesitas energía para crecer y realizar actividades, que eres un ser sexual y que a pesar de que hombres y mujeres tienen diferencias entre sí, tienen muchos rasgos en común.

Este texto es la adaptación de la primera edición de un prestigioso texto, la cual se ha elaborado siguiendo los Planes y Programas del Ministerio de Educación de Chile. Para realizar este trabajo, se han considerado todos los requerimientos ministeriales y por lo tanto hemos obtenido un libro de texto que mezcla lo mejor del conocimiento mundial con lo mejor del conocimiento nacional.

El texto está orientado a lograr la comprensión de los procesos relacionados con la reproducción a nivel celular y del organismo; donde por ejemplo, conocerás los mecanismos y las bases de la herencia que hacen que tú te parezcas más o menos a tus padres o hermanos. También comprenderás la sexualidad humana en todas sus dimensiones: biológica, ética, cultural y emocional, para así adquirir la capacidad de tomar decisiones acertadas y fundamentadas acerca de temas relacionados con la sexualidad, como son las relaciones de pareja, el embarazo y la planificación familiar y el autocuidado, entre otros.

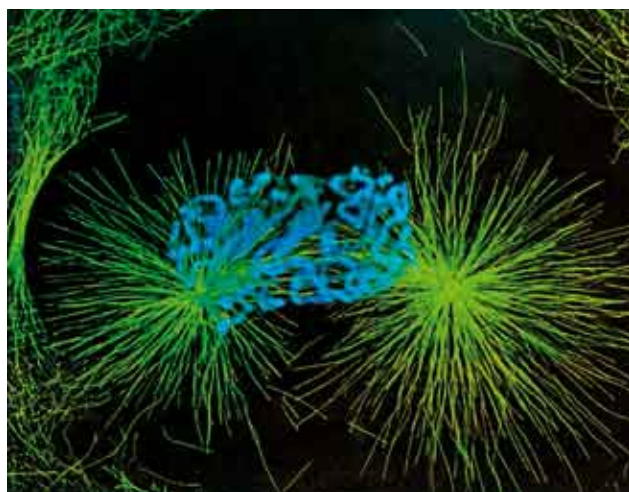
Por otro lado, el texto te invita a conocer y reflexionar sobre la importancia de la relación de equilibrio que debiera existir entre los organismos y el ambiente, equilibrio que muchas veces se ha perdido debido a los efectos de la actividad humana y qué debiera hacer el ser humano para revertir esta situación.

El estudio de la Biología te lleva a entender situaciones que a diario estás experimentando o que observas en tu entorno. Este es uno de los principales objetivos de este texto, que se orienta a que conozcas, comprendas y relaciones diversos conceptos científicos con situaciones de la vida cotidiana. Para ello te invitamos a un diálogo permanente a través de preguntas que te permitirán enlazar conocimientos nuevos con algunos que ya tienes. También es importante tu curiosidad, ya que permitirá que participes activamente en el proceso de enseñanza aprendizaje, lo que te ayudará a lograr una mejor comprensión de los temas.

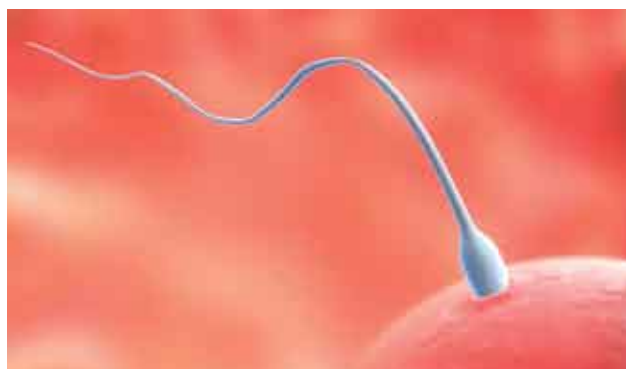
El desarrollo de las actividades propuestas en el texto: de investigación, de experimentación, de análisis, reflexión, lectura y discusión de temas de actualidad, te permitirá adquirir o perfeccionar diversas habilidades científicas y te capacitará para reflexionar, tomar decisiones y expresar opiniones fundamentadas sobre muchas situaciones que te harán crecer como persona.

Índice

UNIDAD 1	
MATERIAL GENÉTICO Y REPRODUCCIÓN CELULAR. 12	
Para comenzar	14
Cromosomas y genes	16
Cromosomas	17
Cariotipo humano	19
Genotipo y fenotipo	22
Mitosis: función y regulación	23
Reproducción de las células somáticas	24
Etapas de la mitosis	26
Cáncer: ¿se puede heredar?	30
Meiosis: producción de células reproductivas	31
Etapas de la meiosis	32
Ventajas de la variabilidad	35
Gametogénesis	36
Laboratorio del pensamiento:	
Reconstruyendo un cariograma	38
Ciencia, biología y sociedad	40
Lectura científica: Biotecnología, esperanza para los pacientes con lesiones en la médula espinal	41
Lectura científica: Envejecimiento, ¿es posible detener el paso del tiempo?	42
Glosario	44
Mapa conceptual	45
Síntesis	45
Evaluación	46



UNIDAD 2	
HORMONAS, REPRODUCCIÓN Y DESARROLLO	
Para comenzar	50
Sexualidad humana	52
Características sexuales primarias.	53
Pubertad y adolescencia.	54
Los sistemas reproductores	55
Fecundación	57
Métodos anticonceptivos y planificación familiar	60
Enfermedades de transmisión sexual	62
Hormonas y control hormonal	65
¿Qué son las hormonas?	67
Enfermedades relacionadas con el control endocrino	76
Hormonas y sexualidad humana	78
¿Cómo controlan las hormonas el ciclo menstrual?	79
Hormonas, crecimiento y desarrollo	81
Laboratorio del pensamiento:	
Influencia de la luz en el crecimiento de la planta	86
Ciencia, biología y sociedad	88
Lectura científica: Biotecnología, insulina sin pinchazo	89
Lectura científica: Los esteroides y los atletas	90
Lectura científica: Biotecnología, cirugía fetal: una experiencia "extracorporal"	91
Glosario	92
Mapa conceptual	93
Síntesis	93
Evaluación	94



UNIDAD 3

VARIABILIDAD Y HERENCIA	96
Para comenzar	98
Variabilidad intraespecífica	100
Fuentes de variabilidad genética	101
Regulación de genotipo y fenotipo	103
Herencia	104
Leyes de Mendel	107
Teoría cromosómica de la herencia	113
Tipos de herencia genética	118
Trastornos humanos de herencia autosómica	122
Trastornos humanos ligados al sexo	127
Árboles genealógicos	131
Laboratorio del pensamiento: Extrayendo información de un árbol genealógico	134
Laboratorio de análisis: ¿Cómo se determina el grupo sanguíneo?	135
Ciencia, biología y sociedad	136
Lectura científica: Enlace con la historia, genes saltadores	137
Lectura científica: Enlace con la historia, ¿Y si Mendel hubiera elegido rasgos diferentes?	138
Lectura científica: Temas a debate: Género por solicitud	139
Glosario	140
Mapa conceptual	141
Síntesis	141
Evaluación	142



UNIDAD 4

ORGANISMO Y AMBIENTE	144
Para comenzar	146
Biodiversidad y factores que la afectan	148
¿Qué es la biodiversidad?	148
Taxonomía	150
Factores que determinan la biodiversidad	158
Biodiversidad en Chile	161
Recursos naturales	166
Equilibrio en el ecosistema	167
Efectos directos e indirectos de la modificación del hábitat por la actividad humana	168
Conservación y manejo sustentable de recursos naturales	170
Laboratorio práctico: ¿Cómo hacer un cultivo hidropónico?	174
Ciencia, biología y sociedad	176
Lectura científica: Chile, una zona crítica de la biodiversidad mundial	177
Lectura científica: Temas a debate: En competencia: ¿peces o represas?	178
Glosario	180
Mapa conceptual	181
Síntesis	181
Evaluación	182



Solucionario	184
-------------------------------	-----

Estructura gráfica

ENTRADA DE UNIDAD

Doble página inicial con texto motivador que describe los contenidos que se trabajarán en la Unidad. En ella se explicitan los temas a tratar y los aprendizajes esperados para la Unidad.

Para comenzar

Sección inicial que tiene como objetivo el activar los conocimientos previos e introducir en forma práctica los contenidos a trabajar.

Figuras. Todas las figuras fueron cuidadosamente revisadas, para que ilustren y sean un aporte al aprendizaje. Además, se usaron más recuadros de color para destacar conceptos.

Redacción. El texto está escrito en un estilo redacción amigable e informativo que despierta el interés por la indagación y fortalece el razonamiento científico.

Uso de color. Se ha utilizado el color para destacar en el texto las características pedagógicas.



Actividades

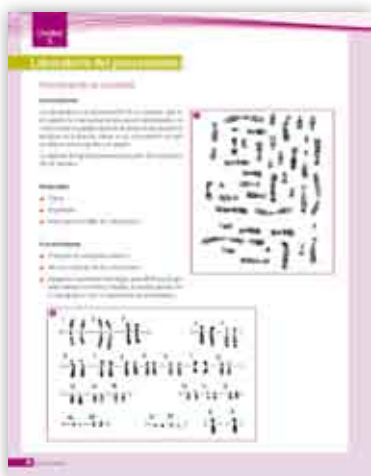
El desarrollo de los contenidos está intercalado con Actividades significativas, que buscan despertar el interés y consolidar los nuevos conocimientos.

Conexión con...

Vínculos de los temas tratados con otras áreas del conocimiento.

CIERRE DE UNIDAD

El cierre de Unidad incluye un juego de auxiliares para el aprendizaje que ayudan al estudiante a repasar el contenido recién expuesto, a evaluar lo captado de los conceptos más relevantes y a utilizar lo aprendido.



Laboratorio del pensamiento

Actividad que te permitirá poner a prueba los nuevos conocimientos.



Ciencia, biología y sociedad

Curiosidades de la biología alrededor del mundo.



Lectura científica

Texto que enriquece el lenguaje y pensamiento científico.



Glosario

Recopilación de los conceptos aprendidos en la Unidad.



Mapa conceptual

Esquema que ordena y jerarquiza los conceptos clave trabajados en la Unidad.

Síntesis

Resumen de todos los conceptos esenciales.



Evaluación

Apartado final que evalúa y pone a prueba los aprendizajes logrados en la Unidad.

Trabajar en ciencias

Seguridad en el laboratorio

El laboratorio de biología es un lugar seguro para trabajar si eres cuidadoso y estás atento a las normas de seguridad. Debes ser responsable de tu seguridad y de la de los demás. Las reglas que aquí se proporcionan te protegerán a ti y a los otros de sufrir daños en el laboratorio. Mientras realices procedimientos en cualquiera de las actividades, pon atención en los enunciados de precaución.

- 1 Siempre obtén el permiso de tu profesor o profesora para comenzar la práctica.
- 2 Estudia el procedimiento. Si tienes preguntas, plantéaselas a tu profesor(a). Asegúrate de entender todas las normas de seguridad sugeridas.
- 3 Usa el equipo de seguridad que se te proporcione. Cuando cualquier práctica requiera usar sustancias químicas, debes usar lentes y un delantal de seguridad.
- 4 Cuando calientes un tubo de ensayo, siempre ladéalo de modo que la boca apunte lejos de ti y de los demás.
- 5 Nunca comas o bebas en el laboratorio. Nunca inhales químicos. No pruebes sustancias o introduces algún material en tu boca.
- 6 Si derramas algún químico, lávalo de inmediato con agua. Reporta el derrame a tu profesor(a) sin pérdida de tiempo.
- 7 Aprende la ubicación y el uso adecuado del extintor de incendios, el botiquín de primeros auxilios y cualquier equipo de seguridad complementario.
- 8 Mantén todos los materiales lejos de flamas abiertas. Amárrate el cabello si lo tienes largo.
- 9 Si en el salón de clase se inicia un fuego, o si tu ropa se incendia, sofócalo con un abrigo, o ponte bajo la llave del agua. NUNCA CORRAS.
- 10 Reporta a tu profesor o profesora cualquier accidente o lesión, sin importar lo pequeño que éste sea.

Sigue estos procedimientos mientras limpias tu área de trabajo.
















- 1 Cierra el agua y el gas. Desconecta los dispositivos eléctricos.
- 2 Regresa los materiales a sus lugares.
- 3 Desecha las sustancias químicas y otros materiales de acuerdo con las indicaciones de tu profesor(a). Coloca los vidrios rotos y las sustancias sólidas en los contenedores adecuados. Nunca deseches materiales en la cañería.
- 4 Limpia tu área de trabajo.
- 5 Lávate las manos a conciencia después de trabajar en el laboratorio.

Primeros auxilios en el laboratorio

Lesión	Respuesta segura
Quemaduras	Aplicar agua fría. Llamar de inmediato al profesor o profesora.
Cortaduras y raspones	Detener cualquier sangrado mediante la aplicación de presión directa. Cubrir los cortes con un paño limpio. Aplicar compresas frías a los raspones. Llamar de inmediato al profesor(a).
Desmayo	Dejar que la persona se recueste. Aflojar cualquier ropa apretada y alejar a las personas. Llamar de inmediato al profesor(a).
Materia extraña en el ojo	Lavar con mucha agua. Usar lavado ocular con botella o directamente bajo la llave.
Envenenamiento	Anotar el agente venenoso sospechoso y llamar de inmediato al profesor(a).
Cualquier derrame en la piel	Lavar con mucha agua. Llamar de inmediato al profesor(a).

Trabajar en ciencias

Símbolos de las medidas de seguridad

SÍMBOLOS	PELIGRO	EJEMPLOS	PRECAUCIÓN	REMEDIO
DESECHAR CON PRECAUCIÓN 	SE DEBE SEGUIR UN PROCEDIMIENTO ESPECIAL PARA DESECHAR LOS MATERIALES.	ALGUNOS PRODUCTOS QUÍMICOS Y ORGANISMOS VIVOS.	NO DESECHES ESTOS MATERIALES EN EL DRENAJE O BASURERO.	DESECHA LOS RESIDUOS COMO LO INDIQUE TU PROFESOR(A).
PELIGRO BIOLÓGICO 	ORGANISMOS O MATERIAL BIOLÓGICO QUE PUEDE CAUSAR DAÑO A LOS HUMANOS.	BACTERIAS, HONGOS, SANGRE, TEJIDOS NO CONSERVADOS, MATERIALES VEGETALES.	EVITA EL CONTACTO DE ESTOS MATERIALES CON TU PIEL. UTILIZA UNA MASCARILLA Y GUANTES.	AVISA A TU PROFESOR(A) SI ENTRAS EN CONTACTO CON MATERIAL BIOLÓGICO. LÁVATE LAS MANOS MINUCIOSAMENTE.
RIESGO DE QUEMADURAS 	OBJETOS QUE PUEDEN QUEMAR LA PIEL POR ESTAR MUY FRÍOS O MUY CALIENTES.	LÍQUIDOS HIRVIENDO, PARRILLAS DE CALENTAMIENTO, HIELO SECO, NITRÓGENO LÍQUIDO.	UTILIZA PROTECCIÓN INDICADA CUANDO TRABAJES CON ESTOS OBJETOS.	PIDE A TU PROFESOR(A) AYUDA DE PRIMEROS AUXILIOS.
PRECAUCIÓN, OBJETOS PUNZOCORTANTES 	USO DE HERRAMIENTAS O MATERIAL DE VIDRIO QUE FÁCILMENTE PUEDEN PERFORAR O CORTAR LA PIEL.	CUCHILLOS CARTONEROS, HERRAMIENTAS CON PUNTA, AGUJAS DE DISECCIÓN, VIDRIO ROTO.	UTILIZA TU SENTIDO COMÚN CUANDO TRABAJES CON OBJETOS PUNZOCORTANTES Y SIGUE LAS INDICACIONES PERTINENTES CUANDO UTILICES HERRAMIENTAS.	PIDE A TU PROFESOR(A) AYUDA DE PRIMEROS AUXILIOS.
PRECAUCIÓN, VAPORES PELIGROSOS 	POSIBLE DAÑO AL TRACTO RESPIRATORIO POR EXPOSICIÓN DIRECTA A LOS VAPORES.	AMONIACO, ACETONA, QUITAESMALTE, AZUFRE CALIENTE, PASTILLAS CONTRA LAS POLILLAS.	ASEGÚRATE DE QUE HAYA UNA BUENA VENTILACIÓN. NUNCA ASPIRES LOS VAPORES DIRECTAMENTE. UTILIZA UNA MASCARILLA.	ALÉJATE DEL ÁREA Y AVISA A TU PROFESOR(A) INMEDIATAMENTE.
PRECAUCIÓN, ELECTRICIDAD 	POSIBLE DAÑO POR CHOQUE ELÉCTRICO O QUEMADURA.	CONEXIONES MAL HECHAS, DERRAME DE LÍQUIDOS, CORTOCIRCUITOS, CABLES EXPUESTOS.	REVISAS DOS VECES EL CIRCUITO CON TU PROFESOR(A). REVISAS LAS CONDICIONES DE LOS CABLES Y LOS APARATOS.	NO INTENTES ARREGLAR LOS PROBLEMAS ELÉCTRICOS. AVISA A TU PROFESOR(A) INMEDIATAMENTE.
SUSTANCIAS IRRITANTES 	SUSTANCIAS QUE PUEDEN IRRITAR LA PIEL O LAS MEMBRANAS MUCOSAS DEL TRACTO RESPIRATORIO.	POLEN, PASTILLAS CONTRA LAS POLILLAS, LIMA DE ACERO, FIBRA DE VIDRIO, PERMANGANATO DE POTASIO.	UTILIZA UNA MASCARILLA PARA POLVO Y GUANTES. TOMA PRECAUCIONES EXTRAS CUANDO TRABAJES CON ESTOS MATERIALES.	PIDE A TU PROFESOR(A) AYUDA DE PRIMEROS AUXILIOS.
PRODUCTOS QUÍMICOS PELIGROSOS 	PRODUCTOS QUÍMICOS QUE PUEDEN REACCIONAR Y DESTRUIR TEJIDO Y OTROS MATERIALES.	BLANQUEADORES COMO EL PERÓXIDO DE HIDRÓGENO; ÁCIDOS COMO EL ÁCIDO CLORHÍDRICO; BASES COMO EL AMONIACO Y EL HIDRÓXIDO DE SODIO.	UTILIZA LENTES DE PROTECCIÓN, GUANTES Y UN DELANTAL.	ENJUAGA INMEDIATAMENTE EL ÁREA CON AGUA Y AVISA A TU PROFESOR(A).
PRECAUCIÓN, VENENO 	SUSTANCIAS QUE RESULTAN VENENOSAS CUANDO SE TOCAN, SE INHALAN O SE INGIEREN.	MERCURIO, MUCHOS COMPUESTOS METÁLICOS, YODO, ALGUNAS PARTES DE LA FLOR DE NOCHEBUENA.	SIGUE LAS INSTRUCCIONES QUE TE INDIQUE TU PROFESOR.	LAVA BIEN TUS MANOS DESPUÉS DE UTILIZAR ESTAS SUSTANCIAS. PIDE A TU PROFESOR(A) AYUDA DE PRIMEROS AUXILIOS.
PRECAUCIÓN, SUSTANCIA INFLAMABLE 	PRODUCTOS QUÍMICOS INFLAMABLES QUE PUEDEN ENCENDERSE DEBIDO A LA PRESENCIA DE FUEGO, CHISPAS O CALOR.	ALCOHOL, QUEROSENO, PERMANGANATO DE POTASIO.	CUANDO TRABAJES CON SUSTANCIAS QUÍMICAS INFLAMABLES, EVITA UTILIZAR MECHEROS Y FUENTES DE CALOR.	AVISA A TU PROFESOR(A) INMEDIATAMENTE. SI ES POSIBLE, USA EQUIPO DE SEGURIDAD CONTRA FUEGO.
PELIGRO DE INCENDIO 	LOS MECHEROS EN USO PUEDEN OCASIONAR INCENDIOS.	CABELLO, ROPA, PAPEL, MATERIALES SINTÉTICOS.	AMARRA TU CABELLO Y ROPA HOLGADA. SIGUE LAS INSTRUCCIONES QUE TE INDIQUE TU PROFESOR SOBRE INCENDIOS Y EXTINTORES.	AVISA A TU PROFESOR(A) INMEDIATAMENTE. SI ES POSIBLE, USA EQUIPO DE SEGURIDAD CONTRA FUEGO.
 USO DE LENTES DE SEGURIDAD	UTILIZA UNA PROTECCIÓN ADECUADA CADA VEZ QUE OBSERVES O REALICES CUALQUIER ACTIVIDAD CIENTÍFICA.	 USO DE ROPA DE PROTECCIÓN	ESTE SÍMBOLO APARECE CUANDO LAS SUSTANCIAS QUE SE USAN PUEDEN MANCHAR O QUEMAR LA ROPA.	 PRECAUCIÓN, ANIMALES
			ESTE SÍMBOLO APARECE CUANDO DEBE ASEGURARSE LA PROTECCIÓN DE LOS ANIMALES Y DE LOS ESTUDIANTES.	 LAVADO DE MANOS
				DESPUÉS DE LAS ACTIVIDADES, LÁVATE LAS MANOS CON JABÓN Y AGUA ANTES DE QUITARTE LOS GUANTES.

Trabajar en ciencias

Pensamiento crítico

Observación e inferencia

Imagina que acabas de terminar un partido de fútbol con tus amigos. En casa, abres el refrigerador y ves un jarro de jugo de naranja en el fondo del compartimiento superior. El jarro se siente frío cuando lo agarras. "Ah, justo lo que necesito", piensas. Mientras bebes el jugo, disfrutas su olor y también el sabor ácido en tu boca.

En esta historia usaste tus sentidos para hacer observaciones. Usaste tu sentido de la vista para encontrar el jarro en el refrigerador, tu sentido del tacto para sentir la frialdad del jarro, tu sentido del oído para escuchar cómo el líquido llenaba el vaso y tus sentidos del olfato y del gusto para disfrutar el olor y la acidez del jugo. La base de toda investigación científica es la observación.

Los científicos intentan realizar observaciones cuidadosas y precisas. Cuando es posible, usan instrumentos, como microscopios, para extender sus sentidos. Otros instrumen-



tos, como un termómetro o una balanza de plato, miden las observaciones. Las mediciones proporcionan datos numéricos, un medio concreto de comparar datos recopilados que se pueden comprobar y repetir.

Cuando haces observaciones en la ciencia, puedes encontrar útil primero examinar todo el objeto o situación. Luego, observar con cuidado los detalles con tu sentido de la vista. Escribe todo lo que veas antes de usar otro sentido para hacer observaciones adicionales.

Con frecuencia los científicos usan sus observaciones para hacer inferencias. Una inferencia es un intento por explicar o interpretar las observaciones o para determinar qué causó lo que observaron. Por ejemplo, si observaste una señal de CERRADO en la ventana de una tienda al mediodía, puedes inferir que el propietario tomó un descanso para almorzar. Pero quizá el propietario tenía una cita con el médico o una reunión de negocios en otra ciudad. La única forma de estar seguro de que tu inferencia es correcta es investigar más.

Cuando hagas una inferencia, asegúrate de hacer observaciones precisas y registrarlas con cuidado. Recopila toda la información que puedas. Luego, basándote en todo lo que sabes, intenta explicar o interpretar lo que observaste. Si es posible, investiga más para determinar si tu inferencia es correcta.



Comparar y contrastar

Las observaciones se pueden analizar y luego organizar al notar las similitudes y diferencias entre dos o más objetos o situaciones. Cuando examinas objetos o situaciones para determinar sus similitudes, estás comparando. Contrastar es buscar las diferencias entre objetos o situaciones similares.

Supón que se te pide comparar y contrastar un saltamontes con una libélula. Comienzas por hacer tus observaciones. Luego divide una hoja de papel en dos columnas. Haz una tabla de dos columnas: en la primera anota los aspectos similares de los insectos; en la otra, aquellos en que son diferentes. Después de completar tu lista, registra tus hallazgos en una tabla o en una gráfica.

Las similitudes que puedes puntualizar son que ambos tienen tres segmentos corporales, dos pares de alas y partes bucales masticatorias. Las diferencias pueden incluir grandes patas traseras del saltamontes, patas pequeñas de la libélula; alas cerca del cuerpo en el saltamontes, alas extendidas en la libélula.

Reconocimiento de causa y efecto

¿Alguna vez observaste que ocurrió algo y luego intentaste imaginar por qué o cómo pudo suceder? Si es así, has observado un evento e inferido una razón para el mismo. El evento o resultado de la acción es un efecto, y la razón del evento es la causa.

Supón que cada vez que alimentas a tu perro, golpeas el borde de su plato de alimento. Entonces, un día golpeas el



borde del plato por casualidad. Tú observas que tu perro viene a comer.

¿Cuál es el efecto y cómo inferes cuál es la causa? El efecto es el perro que viene hacia el plato. Puedes inferir que la causa sea que tú golpeaste el borde del plato. Al determinar causa y efecto, haz hecho una inferencia lógica basada en observaciones cuidadosas.

Quizás el perro vino hacia el plato porque reaccionó a tu mano en movimiento o por alguna otra razón. Cuando los científicos no están seguros de la causa de cierto evento, diseñan experimentos controlados para determinar la causa de lo que observaron. Aunque hayas hecho un juicio razonado, tendrías que realizar un experimento para estar seguro de que el golpe provocó el efecto que observaste.



Unidad 1

Material genético y reproducción celular

Cromosomas y genes	16
Mitosis: función y regulación	23
Meiosis: producción de células reproductivas	31

En esta Unidad:

- Aprenderás que los cromosomas son portadores de los genes y que éstos son las unidades donde se encuentra codificada la información genética.
- Conocerás el comportamiento de los cromosomas en la mitosis y la meiosis.
- Comprenderás que todo fenotipo es la consecuencia del genotipo y el ambiente.
- Comprenderás la función de la mitosis en la reproducción de organismos iguales (asexualidad), su regulación y función en el crecimiento, en la renovación de los tejidos y en el cáncer.
- Conocerás la participación de la meiosis en la formación de gametos, reproducción sexual, y como fuente de variabilidad genética y mantención de la diploidía en la transmisión del material genético.



Todos los seres vivos estamos compuestos por células. En ellas se encuentra toda la información que diferenciará a cada especie y que le permitirá mantenerse en el tiempo. Algunos organismos como las bacterias se reproducen dividiéndose en dos, por lo que les basta solo una célula para cumplir su ciclo de vida y perpetuarse. Otros organismos en cambio, se componen de millones de células, las que se organizan en distintos roles para satisfacer sus necesidades y cumplir su ciclo de vida. ¿Cómo será la reproducción de ellos?

El crecimiento es una fase importante del desarrollo de todos los organismos, también resulta de la capacidad

de las células para reproducirse. Las nuevas células producidas contienen la misma información genética que aquellas que les dan origen. Pero, si todas las células contienen la misma información genética, ¿por qué no somos exactamente iguales a nuestros padres? ¿Qué pasaría si todos los humanos fuéramos exactamente iguales?

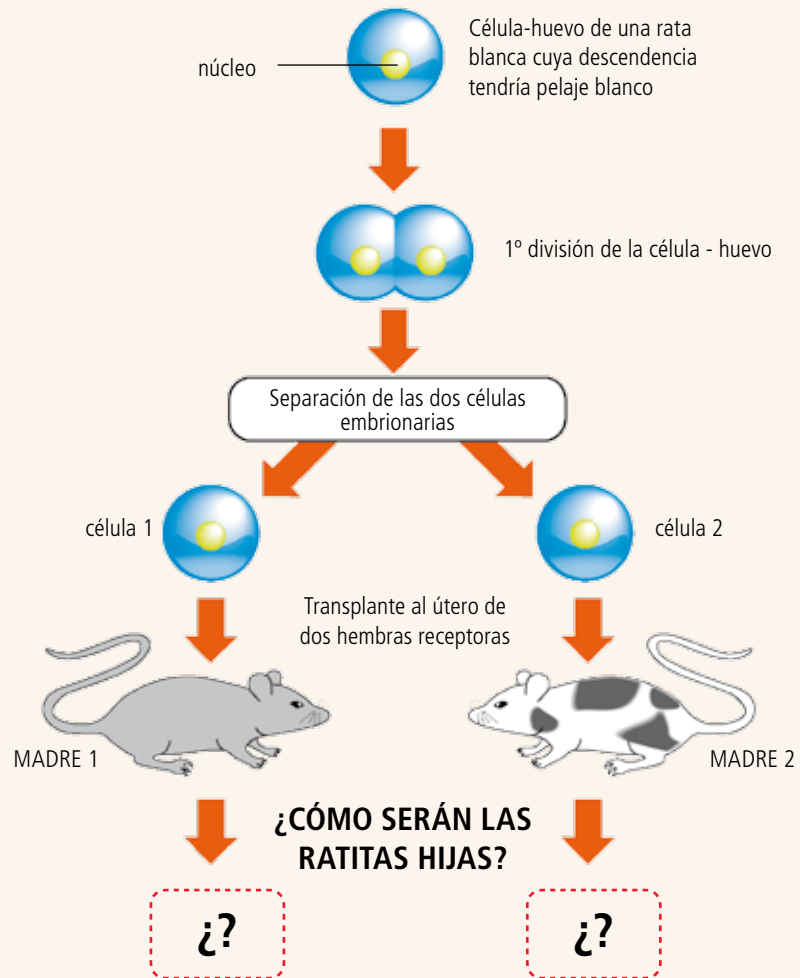
En esta Unidad vas a poder responder esas preguntas, además conocerás el proceso que genera y repone las células corporales y las células reproductivas necesarias para la formación de nuevos individuos.

Los indicios que llevaron a descifrar este código se descubrieron durante un periodo de 80 años e incluyeron las contribuciones de científicos de muchas disciplinas. ¿De qué manera los métodos científicos permiten a los investigadores descifrar un código como éste?

Laboratorio de análisis

Antecedentes

Observa y analiza el siguiente esquema:



Inténtalo

Desarrolla en tu cuaderno las siguientes preguntas:

- 1 ¿En qué consistió el experimento?
- 2 ¿Qué característica física presenta la rata que donó las células embrionarias?
- 3 ¿Qué características físicas presentan las ratas receptoras de la célula embrionaria?
- 4 ¿Cómo crees tú que debieran ser físicamente las ratitas nacidas de la madre 1 y de la madre 2?

Esta inferencia la contrastarás con la información obtenida al terminar la Unidad.

Laboratorio del pensamiento

Antecedentes

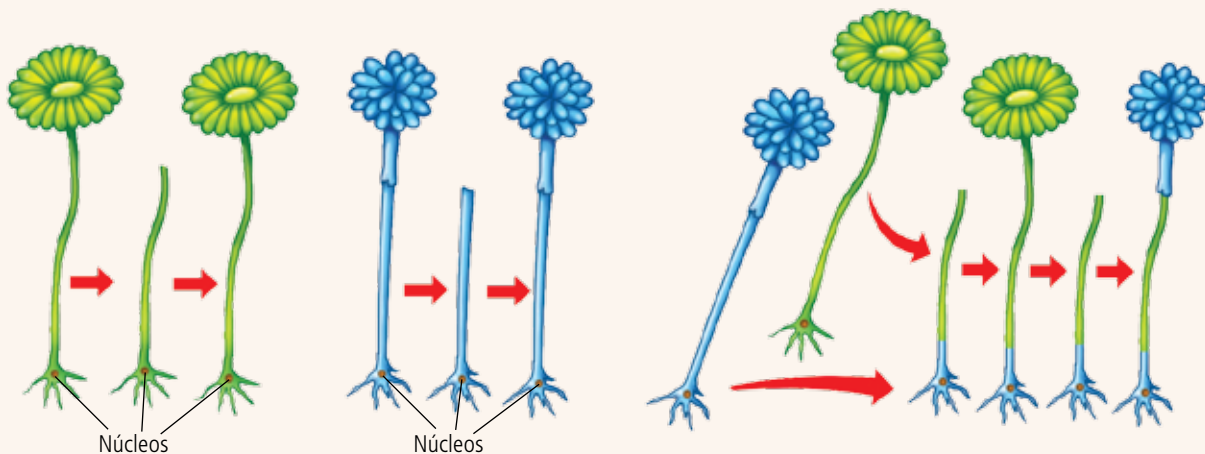
Lee el siguiente texto:

La Acetabularia, un tipo de alga marina, crece en forma de células únicas de gran tamaño, de 2 a 5 cm de altura. El núcleo de estas células se encuentra en los "pies". Las distintas especies de estas algas tienen distintos tipos de sombrerillo. Algunos son similares a pétalos y otros son sombrillas. Si se retira el sombrerillo del alga, éste se regenera con rapidez. Si se retira el sombrerillo y el pie de la célula de una especie de alga y se le une al pie de otra especie, crecerá un nuevo sombrerillo, el cual tendrá una estructura con características de ambas especies. Sin embargo, si éste se retira de nuevo, el siguiente sombrerillo que crezca será igual a la célula que donó el núcleo.

El científico que descubrió estas propiedades fue Joachim Hämmerling. Él se preguntó por qué el primer sombrerillo que crecía presentaba características de ambas especies. Sin embargo, el segundo era claramente igual a la célula que donaba el núcleo.

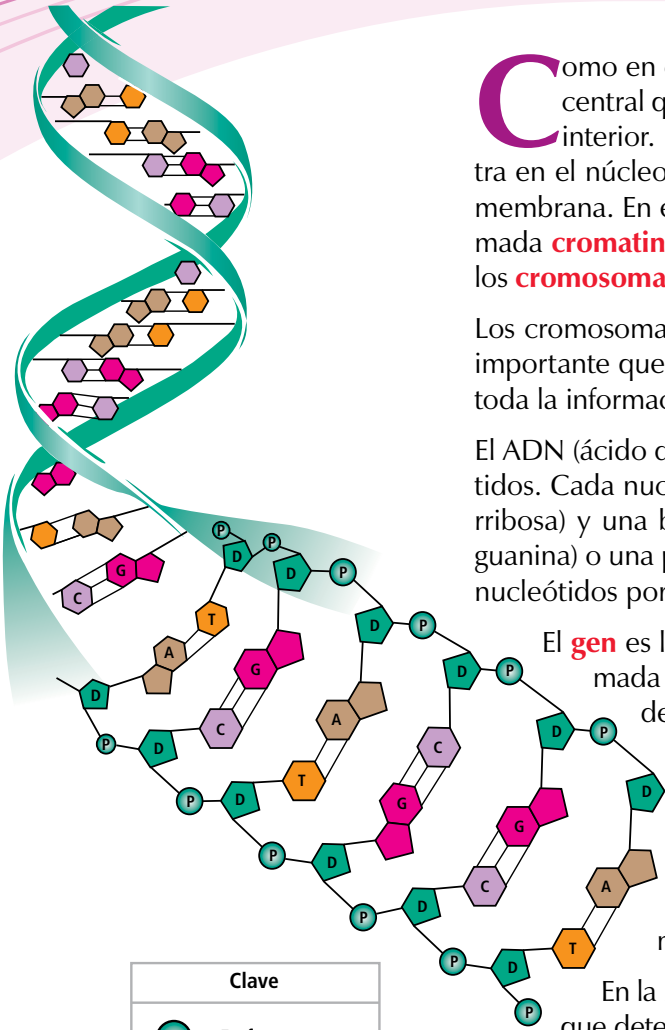
Inténtalo

Observa los siguientes diagramas y en tu cuaderno interpreta los datos para explicar los resultados.



- 1 ¿Por qué al cortar los sombrerillos de las algas, estos se regeneran rápidamente?
- 2 ¿Por qué el sombrerillo final es igual al de la célula de la cual se tomó el núcleo? ¿Por qué no sucedió lo mismo en la primera instancia?
- 3 ¿Qué importancia crees que tuvo este experimento, realizado en 1930, para el estudio de la herencia genética?

Cromosomas y genes



Clave	
	= Fosfato
	= Desoxirribosa
	= Adenina
	= Timina
	= Guanina
	= Citosina

Figura 1.1 Componentes del ADN.

Como en cualquier organización, la célula tiene un área de control central que coordina las diversas actividades que se realizan en su interior. En las células eucariontes el área de control se encuentra en el núcleo, que está separado del resto de la célula por una doble membrana. En el interior del núcleo hay una masa densa de material llamada **cromatina**, que durante la división celular se condensa formando los **cromosomas**.

Los cromosomas constan de diversas proteínas y de una molécula muy importante que controla la actividad que tiene la célula y que almacena toda la información hereditaria, el **ADN**.

El ADN (ácido desoxirribonucleico) es un polímero formado por nucleótidos. Cada nucleótido consta de un azúcar de cinco carbonos (desoxirribosa) y una base nitrogenada que puede ser una purina (adenina o guanina) o una pirimidina (timina o citosina) (Ver **Figura 1.1**). Al unirse los nucleótidos por enlaces fosfodiéster, se forman los ácidos nucleicos.

El **gen** es la unidad básica de herencia de los seres vivos y está formada por una secuencia lineal de nucleótidos en la molécula de ADN. Contiene la información necesaria para la síntesis de una macromolécula con función celular específica. Por ejemplo, puede ser enzima, ARN ribosómico, una hormona, etc.

Los genes se disponen a lo largo de cada uno de los cromosomas, ocupando una posición determinada llamada **locus**.

En la **Figura 1.2** se observa la ubicación de varios genes como el que determina el albinismo, la hemofilia o los grupos sanguíneos:

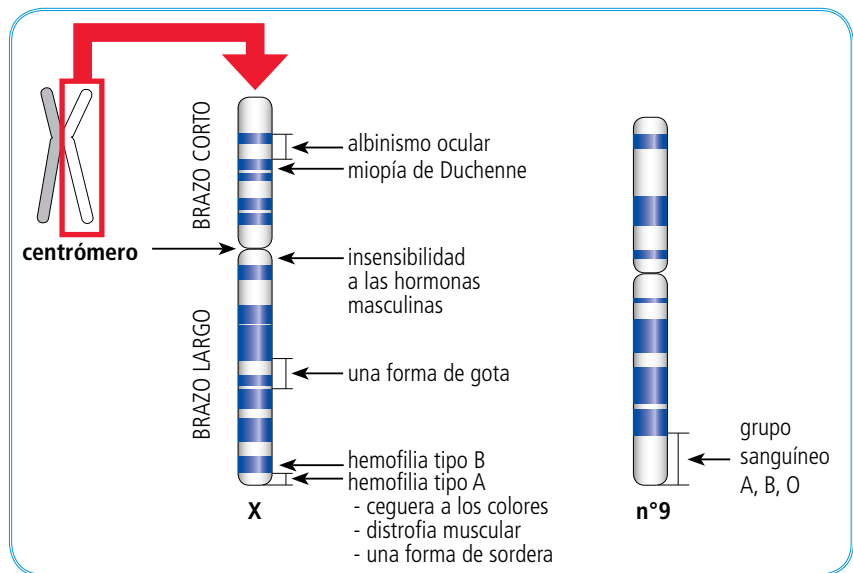


Figura 1.2 Esquema en que se observa la ubicación (locus) de algunos genes en el cromosoma X (albinismo, miopía, hemofilia, gota) y cromosoma 9 (grupos sanguíneos).

Cromosomas

Los cromosomas fueron descubiertos en 1842 por Karl Wilhelm von Nägeli. En 1889 Wilhelm von Waldeyer les dio el nombre de cromosoma, que en griego significa cuerpo coloreado.

Los cromosomas se pueden visualizar sólo durante la división celular, que es donde se sobreenrollan. Este proceso es muy importante para economizar espacio; si no sucediera, los cromosomas excederían el espacio nuclear disponible. Ese sobreenrollamiento se debe principalmente a la adición de histonas, proteínas que facilitan la espiralización del ADN y que podemos observar en la **Figura 1.3**.

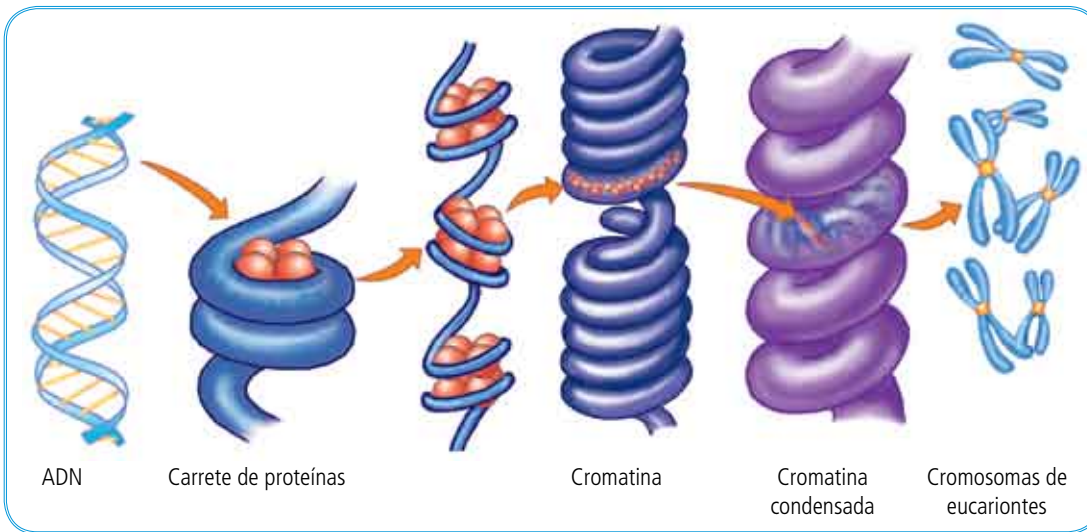
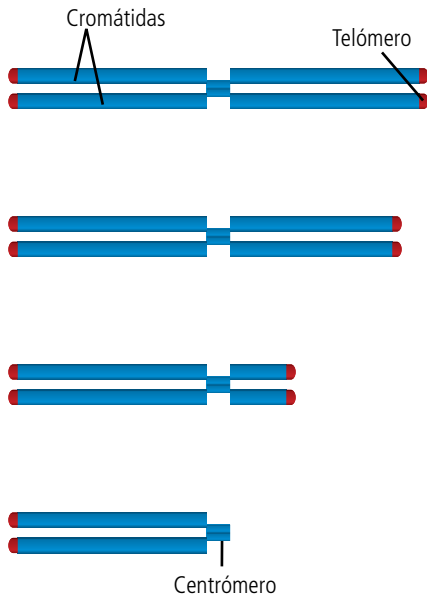


Figura 1.3 Proceso de sobreenrollamiento en la espiralización del ADN.

Como se observa en la **Figura 1.4**, los cromosomas están formados por dos cromátidas unidas por un centrómero que divide al cromosoma en dos brazos. Cada extremo de los cromosomas se denomina telómero.

Según la posición del centrómero, los cromosomas se clasifican en:



Metacéntricos: el centrómero se localiza a mitad del cromosoma y los dos brazos presentan una longitud similar.

Submetacéntricos: la longitud de un brazo del cromosoma es un poco mayor que la del otro.

Acrocéntrico: un brazo es muy corto y el otro largo.

Telocéntrico: el centrómero se encuentra en el extremo del cromosoma visualizándose sólo un brazo.

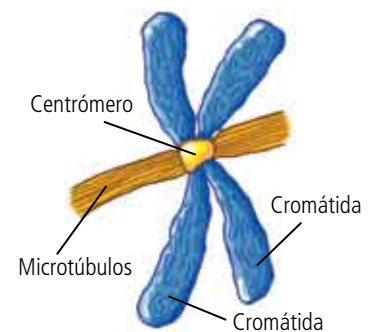


Figura 1.4 Este cromosoma de la metafase tiene dos cromátidas hermanas unidas por el centrómero y fijadas a los microtúbulos del huso.

Cromosomas homólogos

Las células de un organismo diploide, con excepción de sus gametos, presentan dos cromosomas de cada tipo ($2n$), heredados uno de la madre y el otro del padre. El ADN de cada homólogo contiene información correspondiente a los mismos rasgos que el otro miembro del par, si bien la información específica puede diferir. Por ejemplo, cada homólogo podría contener instrucciones para el color de los ojos. Las instrucciones de un homólogo corresponderían a ojos cafés y las del otro, a ojos azules. La combinación de las dos instrucciones determina el color de los ojos del individuo. En el ser humano los cromosomas homólogos se encuentran enumerados del 1 al 23 como se observa en la **Figura 1.5**.

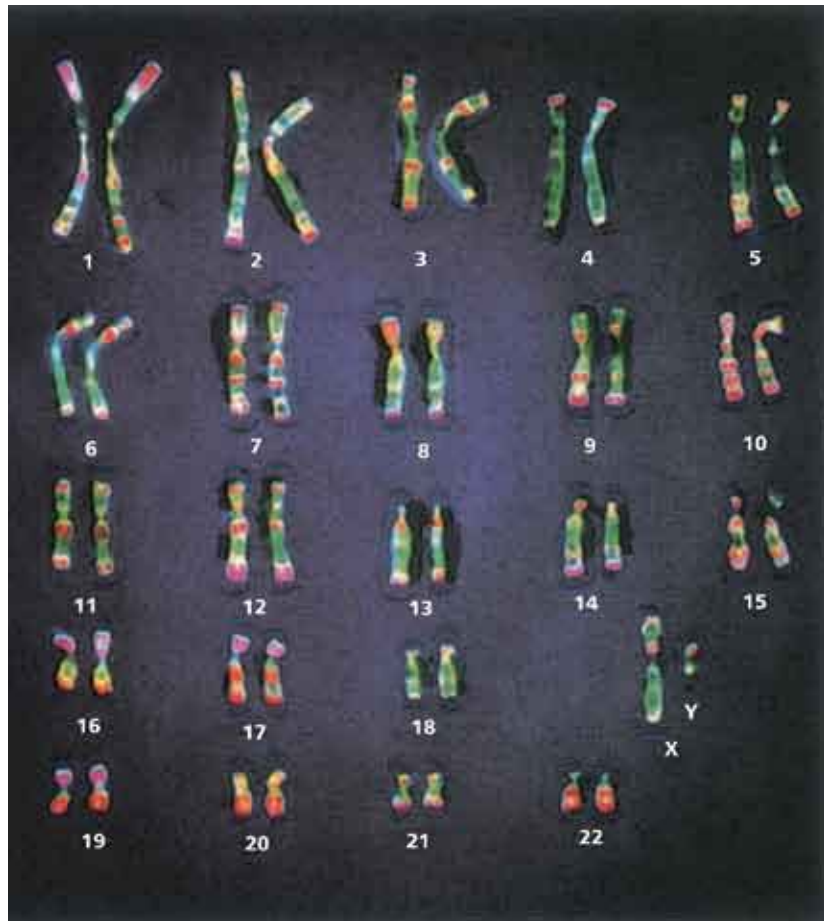


Figura 1.5 Las células humanas poseen 23 pares de cromosomas, es decir, 46 cromosomas. Aquí se muestran fotografías de cromosomas teñidos, que se han ampliado, cortado y dispuesto en pares.

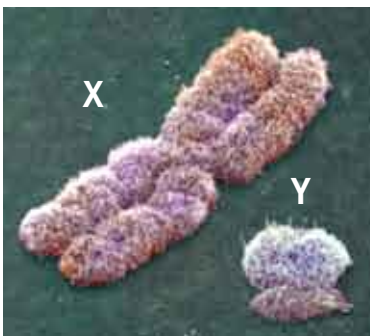


Figura 1.6 Fotomicrografía electrónica de barrido de cromosomas sexuales dobles.

Cromosomas sexuales

Son los cromosomas responsables de la determinación del sexo de un individuo. Se comportan como cromosomas homólogos, aunque entre ellos existe sólo una pequeña región homóloga. En muchos animales, incluido el ser humano, el sistema de determinación es XY, siendo las hembras homogaméticas XX y los machos heterogaméticos XY.

Cariotipo humano

La constitución cromosómica se describe por un cariotipo que señala el número total de cromosomas y la constitución de cromosomas del sexo. Los cariotipos normales de mujeres y varones humanos son 46,XX y 46,XY, respectivamente.

Los cromosomas se muestran en un cariograma (con frecuencia denominados tan sólo cariotipo).

Cuando hay una anomalía cromosómica, el cariotipo también describe el tipo de anomalía y las bandas o subbandas cromosómicas afectadas.

Mutaciones genéticas

Una mutación es todo cambio que afecte al material genético: ADN, cromosomas o cariotipo. Las mutaciones pueden producirse tanto en células somáticas como en células germinales, pero son heredables solo cuando afectan a las células germinales. Si afectan a las células somáticas, se extinguen por lo general con el individuo. Las mutaciones pueden ser naturales (espontáneas) o inducidas (provocadas por radiaciones, sustancias químicas u otros agentes mutágenos).

Entre los tipos de mutaciones tenemos: las génicas, las cromosómicas estructurales y las cromosómicas numéricas o genómicas.

Mutaciones génicas

Son aquellas que producen alteraciones en la secuencia de nucleótidos de un gen. Existen las de sustituciones de pares de bases y las de pérdida o inserción de nucleótidos.

- a) Las de sustituciones de pares de bases, pueden ser:
 - **Transiciones:** es el cambio en un nucleótido de la secuencia del ADN de una base púrica por otra púrica o de una base pirimidínica por otra pirimidínica.
 - **Transversiones:** es el cambio de una base púrica por una pirimidínica o viceversa.
- b) Pérdida o inserción de nucleótidos. Este tipo de mutación produce un corrimiento en el orden de lectura. Pueden ser:
 - **Adiciones génicas:** es la inserción de nucleótidos en la secuencia del gen.
 - **Deleciones génicas:** es la pérdida de nucleótidos.

Mutaciones cromosómicas estructurales

Son los cambios en la estructura interna de los cromosomas. Se pueden agrupar en dos tipos:

- a) Las que suponen pérdida o duplicación de segmentos o partes del cromosoma:
 - **Delección cromosómica:** es la pérdida de un segmento de un cromosoma.
 - **Duplicación cromosómica:** es la repetición de un segmento del cromosoma.



Figura 1.7 El retinoblastoma es un tumor que se presenta cuando una célula de la retina en crecimiento sufre una mutación en un gen inhibidor de tumores, provocando el crecimiento anormal de las células. El signo más común es una mancha blanca en la zona de la pupila. Se debe principalmente a una delección de la región del cromosoma 13.

- b) Las que suponen variaciones en la distribución de los segmentos de los cromosomas.
- **Inversiones:** un segmento cromosómico se encuentra situado en posición invertida.
 - **Traslocaciones:** un segmento cromosómico se encuentra situado en otro cromosoma homólogo o no.

Mutaciones cromosómicas numéricas

Son alteraciones en el número de los cromosomas propios de la especie. Estas pueden ser: Euploidías y Aneuploidías.

- a) **Euploidías:** cuando la mutación afecta al número de juegos completos de cromosomas con relación al número normal de cromosomas de la especie.
- b) **Aneuploidías:** cuando está afectada sólo una parte del juego cromosómico y el cigoto presenta cromosomas de más o de menos. Las aneuploidías pueden darse tanto en los autosomas (por ejemplo: el síndrome de Down), como en los heterocromosomas o cromosomas sexuales (por ejemplo: el síndrome de Turner o el síndrome de Klinefelter).

Estas alteraciones se denominan:

- **Monosomías:** si falta un cromosoma de la pareja de homólogos.
- **Trisomías:** si se tienen tres cromosomas en lugar de los dos normales.
- **Tetrasomías:** si se tienen cuatro, pentasomías si tienen cinco, etc.

En los cariogramas de la **Figura 1.8** podemos notar la diferencia entre un individuo con síndrome de Down y uno normal.

Actividad N°1 Comparación y relación de genotipos y alteraciones

I.- Observa la siguiente tabla de distintos genotipos y responde:

Organismo	Nº de cromosomas	Organismo	Nº de cromosomas
Ser Humano	46	Tabaco	48
Chimpancé	48	Roble	24
Caballo	64	Arroz	24
Perro	78	Pepino	14
Gato	38	Trigo	42
Ratón	40	Algodón	52

- 1 ¿Qué organismo presenta el genotipo más numeroso y cuál el menos numeroso?
- 2 ¿Los vegetales presentan un genotipo menos numeroso que los animales?
- 3 ¿Existe una relación entre el tamaño del organismo con el número de cromosomas?
- 4 ¿Esperarías que la dotación cromosómica del gorila sea igual, mayor o menor que la del ser humano? Averigua en <http://bioinformatica.uab.es/genomica/swf/cromosomas.swf>
- 5 ¿Existe una relación entre el número de cromosomas y la complejidad de la especie? Justifica la respuesta.

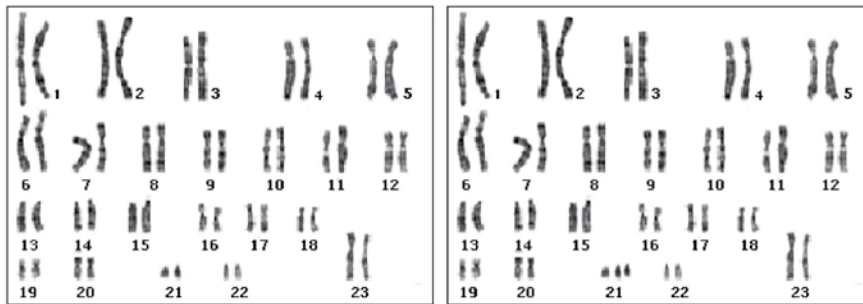


Figura 1.8 A la izquierda se observa un cariograma de una persona normal y a la derecha un cariograma de una persona con síndrome de Down.

¿Qué diferencia notas entre el cariograma de una persona normal y el cariograma de una persona con síndrome de Down?

Características del síndrome de Down

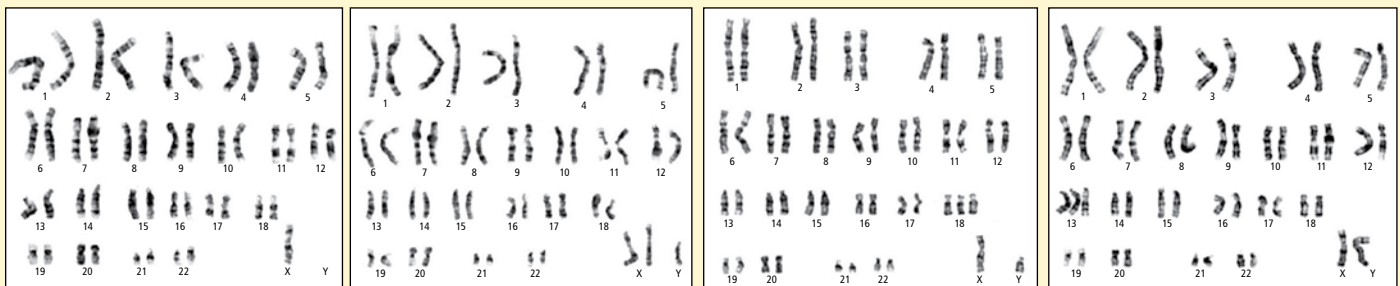
En las personas con síndrome de Down se dan grados variables de retraso mental, desde moderado a severo. Por lo regular son de menor estatura, muchos nacen con problemas cardiacos, intestinales o de visión. Son susceptibles a las infecciones y tienen un riesgo mayor de desarrollar una forma de cáncer sanguíneo conocido como leucemia. Hace 60 años la mayoría de las personas con síndrome de Down moría antes de cumplir 10 años. Ahora, con mejores cuidados, el periodo de vida promedio aumentó a 30 años.

Aproximadamente el 25% de las personas con esta enfermedad viven ahora hasta 50 años.



Figura 1.9 Muchos individuos con síndrome de Down viven vidas muy productivas. ¿Por qué el 21 de marzo es el día internacional del síndrome de Down?

II.- Observa los siguientes cariogramas e indica la anomalía que detectaste en cada uno. Luego realiza una tabla donde describes la alteración cromosómica detectada en cada síndrome:



Turner

Klinefelter

John Edwards

Patau

III.- Averigua qué características presentan los síndromes de la tabla anterior y qué limitaciones tienen algunos en su integración social.

Puedes buscar información en las siguiente páginas Web:

www.biotech.bioetica.org/ap48.htm

www.psicologia-online.com/articulos/2006/sindrome_turner.shtml

<http://www.aaxis.org/SpanBockIntro.cfm>

Genotipo y fenotipo

Para entender más sobre estos conceptos debemos comprender que los genes están presentes en dos copias, es decir, poseen dos alternativas de expresión, una heredada del padre y la otra de la madre; esas alternativas se llaman genes alelos. Estos alelos pueden ser idénticos (homocigoto) o diferentes (heterocigoto). En este caso, el individuo presenta en cada cromosoma homólogo un alelo distinto, para ese mismo gen, y su expresión podría variar dada esas diferencias. Por ejemplo, uno de los alelos podría dominar sobre el otro y enmascararlo, o bien podría ocurrir que ambos alelos, a pesar de ser diferentes, tengan una misma fuerza de expresión y el rasgo expresado sea una combinación de ambos.

El **genotipo** corresponde a la totalidad de la información genética que un individuo presenta en su genoma y que se puede transmitir de generación en generación. Es distinto en cada especie e influye sobre los aspectos que nos distinguen de otros individuos. Constituye tanto los genes alelos que se expresan como los que no se expresan.

El **fenotipo** se refiere a la expresión física de esa información genética y su interacción con el medio ambiente. Algunos fenotipos, como el color o la forma del cabello son visibles. Sin embargo, muchos no lo son, como el grupo sanguíneo, la expresión de una enzima como la lactasa o de una hormona como la insulina.

Para poder ejemplificar la diferencia entre el genotipo y fenotipo, podemos hacernos la siguiente pregunta:

¿Es posible que dos personas de ojos café tengan un hijo de ojos azules?

Si es así, ¿cómo explicarías esta situación?

Coméntalo con tus compañeros.

Si comparamos a dos gemelos idénticos, a medida que transcurre el tiempo podemos notar que se van presentando algunas pequeñas diferencias, por ejemplo, la aparición de un lunar, diferencias en la estatura o en su masa corporal, etc. Esto se debe a que cada individuo interactúa de distinta forma con el medio ambiente desde que está en el útero.

Figura 1.10 Los fenotipos resultan de la combinación de proteínas que se sintetizan por efecto de un conjunto de alelos.

El conejillo de Indias negro tiene el pelaje de ese color porque su ADN codifica las enzimas necesarias para la síntesis del pigmento melanina. El conejillo de Indias albino no puede producir melanina porque su ADN contiene un gen defectuoso.

¿Cuáles son los posibles genotipos de estos dos conejillos de Indias?



Mitosis: función y regulación

Aunque las células tienen tamaños distintos, casi todas son microscópicas, ¿por qué son tan pequeñas? ¿Por qué cada célula madre no se limita simplemente a seguir creciendo, en lugar de dividirse una y otra vez en células hijas pequeñas?

Imagina un globo cuando empiezas a inflarlo. Al principio, el área superficial de éste es grande en comparación con el volumen de aire en su interior. Sin embargo, ¿qué ocurre a medida que entra más aire? El volumen de aire se hace cada vez mayor y se incrementa con más rapidez que el área superficial del globo.

La misma relación ocurre entre el área superficial y el volumen de una célula. A medida que aumenta su tamaño el volumen de su citoplasma se incrementa con más rapidez que el área superficial de su membrana plasmática. Ahora bien, recuerda que en la célula deben entrar los materiales necesarios y deben salir los productos de desecho, todo esto a través de su membrana plasmática. Al aumentar el volumen de citoplasma el número de partículas que deben cruzar la membrana para mantener el funcionamiento celular es cada vez mayor. Si la célula siguiera creciendo sin control, tarde o temprano llegaría a un punto en el que el área superficial de su membrana plasmática sería insuficiente para satisfacer sus necesidades. La célula llegaría a un estado de inanición por falta de nutrientes o se envenenaría por la acumulación de desechos. Las células detienen su crecimiento o se reproducen antes de alcanzar ese punto.

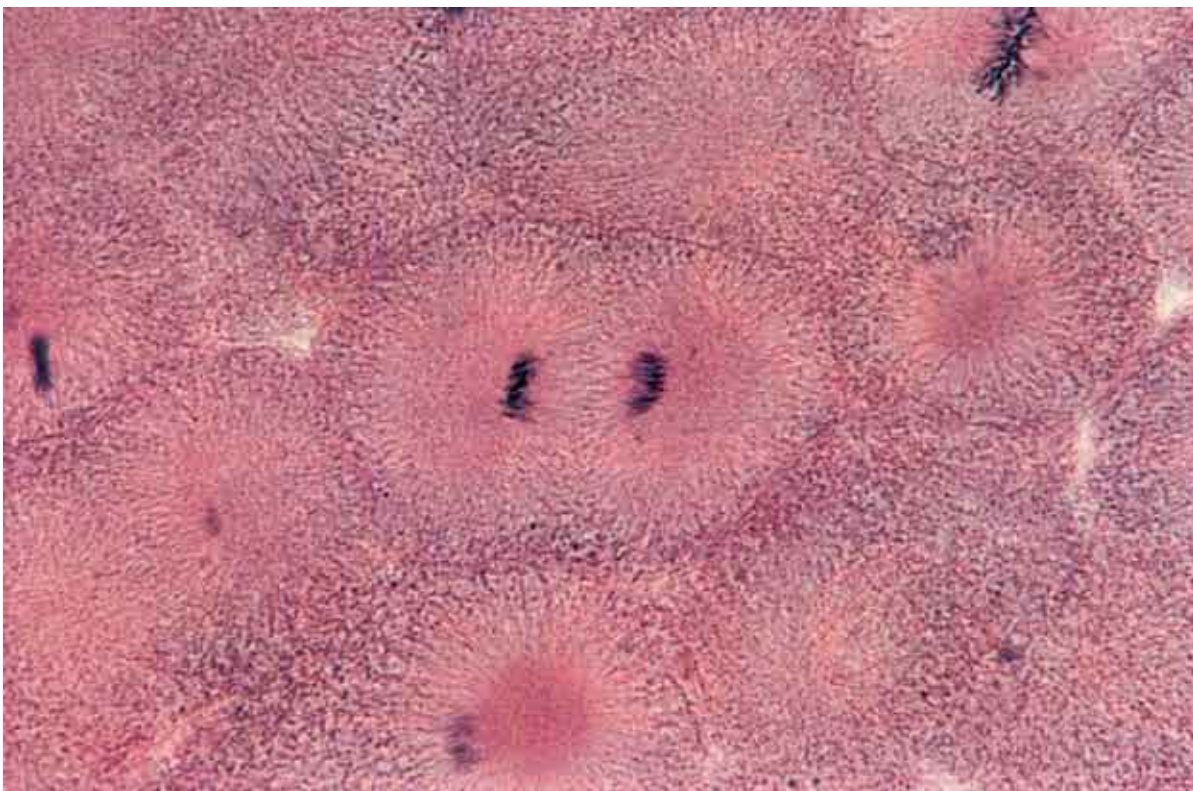


Figura 1.11 Etapa de anafase de la mitosis.

Reproducción de las células somáticas

Piensa en el árbol de manzano, en una mariposa o una tortuga. La vida de estos organismos, al igual que la de cualquier otro ser vivo, presenta un ciclo.

Producen descendientes que crecen y adquieren los rasgos característicos de su especie a medida que maduran y en algún punto se reproducen, con lo que dan origen a descendientes que repiten el ciclo. La diferencia está en el tiempo. En algunos seres vivos, como la mariposa, este ciclo puede durar semanas, mientras que en otros seres vivos, como las tortugas, puede durar muchos años.

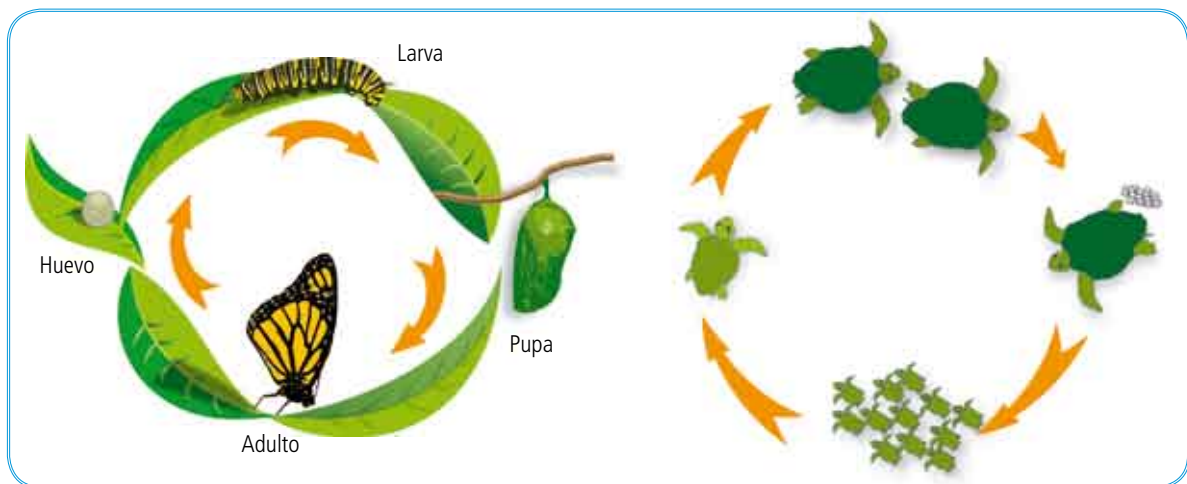


Figura 1.12 Ciclo de vida de una mariposa y de una tortuga. ¿Es similar el ciclo de vida del ser humano?

Las células que integran a los organismos pasan por un proceso similar. La reproducción celular ocurre cuando se divide la célula madre, formándose dos nuevas células hijas.

Las células que no se están dividiendo se encuentran en un estado de reposo llamado G_0 .

Ciclo celular

El ciclo celular básicamente consta de dos fases: Interfase y División Celular (Fase M).

El promedio de duración del ciclo es aproximadamente de 24 horas.

En la fase M, la célula se divide en dos células hijas idénticas a través de un proceso denominado **mitosis**.

La interfase es el periodo comprendido entre dos divisiones y presenta tres etapas:

- **Fase G_1 :** Corresponde a la primera fase del ciclo y en ella existe crecimiento celular con síntesis de proteínas y de ARN. Tiene una duración de entre 6 y 12 horas.

- **Fase S:** Es la segunda fase del ciclo donde ocurre la replicación o síntesis del ADN, como resultado la cromatina se duplica y queda formado por dos cromátidas idénticas. Tiene una duración de unas 6-8 horas.
- **Fase G₂:** Es la tercera fase del ciclo celular, al igual que G₁. Existe crecimiento celular con síntesis de proteínas y ARN. Termina cuando la cromatina empieza a condensarse para formar los cromosomas al inicio de la mitosis. Tiene una duración de entre 3 y 4 horas.

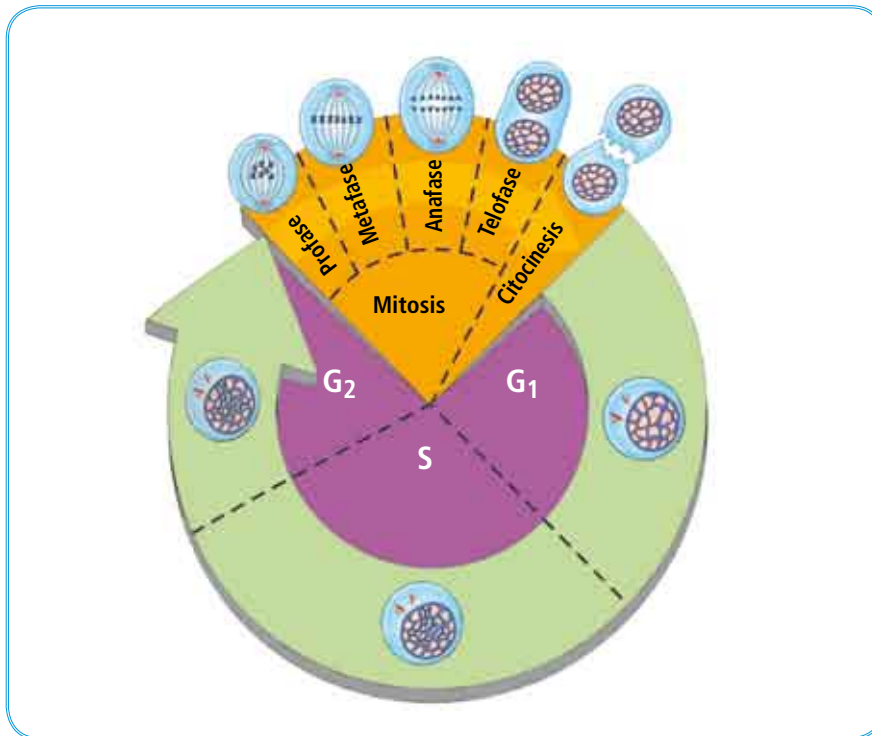


Figura 1.13 G₁: Replicación de los centriolos. S: Replicación del ADN. G₂: Crecimiento y actividad finales antes de la mitosis.

La fase M corresponde a la mitosis, proceso en el cual las células somáticas que son diploides se dividen en dos células hijas conservando la diploidía. Puede durar aproximadamente 30 minutos. La mitosis permite a organismos unicelulares, como las bacterias, reproducirse y a organismos pluricelulares, producir constantemente nuevas células que cumplen diversas funciones vitales; en las fases iniciales del desarrollo de un organismo multicelular, el número creciente de células contribuye al crecimiento general y a la producción de los numerosos tipos celulares distintos que componen el organismo maduro. Una vez que éste alcanza su desarrollo pleno, necesita nuevas células para reparar los tejidos dañados, reponer las células que se pierden en su superficie externa y resistir a las enfermedades.

Las células que originarán los gametos necesitarán de dos divisiones consecutivas para obtener la mitad del material genético y así obtener células haploides, que después de la fecundación formarán nuevamente una célula diploide. Este tipo de división se denomina **meiosis**.

Etapas de la mitosis

La mitosis consta de 4 fases consecutivas: la profase, la metafase, la anafase y la telofase.

PROFASE

Primero comienza la desintegración de los nucléolos y de la membrana nuclear. Luego los filamentos de cromatina comienzan a condensarse hasta hacerse visible por medio de un microscopio óptico, se observa su estructura de doble hebra, los cromosomas. Cada hebra llamada cromátida será una copia de la otra y estarán unidas en una región de fijación, llamada centrómero.

En células animales se inicia la separación y migración de centríolos hacia polos opuestos de la célula. Esto dará inicio a la formación del huso mitótico, estructura compuesta por fibras de microtúbulos que se disponen entre los dos pares de centríolos. Algunos de los microtúbulos que se extienden desde los centríolos se unen con proteínas que están conectadas con el centrómero. Esto fija los cromosomas al huso.

METAFASE

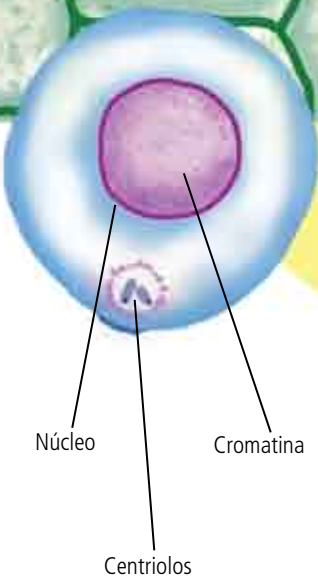
Al inicio de esta fase, los cromosomas se dispersan en forma aleatoria en lo que era el área del núcleo. Más adelante empiezan a moverse hacia el ecuador del huso mitótico, gracias al cambio en la longitud de los microtúbulos que están unidos a cada centrómero.

¿A qué se deberán los cambios de longitud de los microtúbulos?

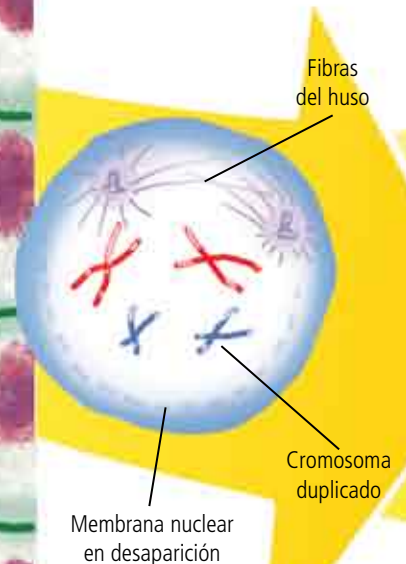
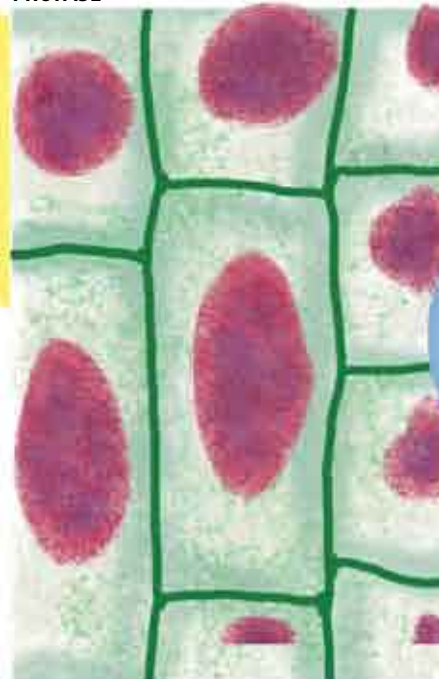
Una vez que los cromosomas quedan alineados en el ecuador del huso, ocurre la fase siguiente.

Figura 1.14 Identifica las características de cada etapa del ciclo celular y observa las diferencias entre la mitosis en células animales (diagramas) y en células vegetales (fotografías). ¿Qué diferencias observas?

INTERFASE



PROFASE



ANAFASE

Los centrómeros se separan al comienzo de esta fase, haciendo que las dos cromátidas hermanas de cada cromosoma también se separen y se distancien una de otra desplazándose hacia los polos opuestos. Este movimiento ocurre cuando las fibras unidas a los centrómeros se acortan por la eliminación de moléculas de proteínas de los microtúbulos.

Al final de la anafase existe un solo conjunto de cromosomas de una hebra en cada extremo de la célula.

TELOFASE

Corresponde a la etapa final de la mitosis. Se inicia cuando empiezan a formarse dos células a partir de una. La membrana plasmática de las células animales empieza a estrecharse en el centro de la célula, con la contracción de un anillo de microfilamentos unidos a la membrana.

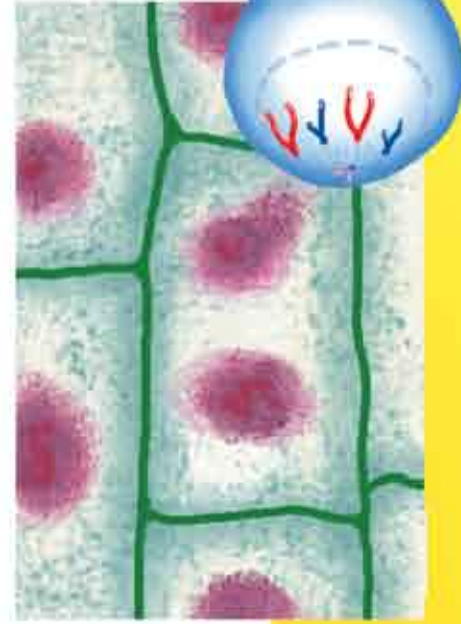
Reaparecen los nucléolos y una membrana nuclear envuelve a cada conjunto de cromosomas. Esta membrana se forma a partir del retículo endoplásmico (RE).

Entretanto, los cromosomas pierden su contorno distintivo y una vez más se observan como una masa de cromatina.

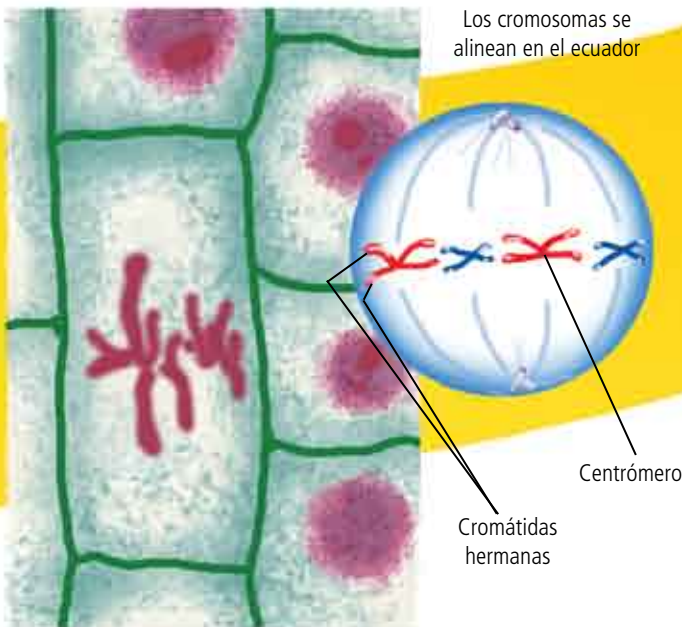
En las células animales la membrana plasmática se corta una vez que se completa la división celular, de modo que la célula madre se separa en dos células hijas. Este proceso lo llamamos citocinesis. De esta manera, la mitosis logra su misión. Se producen nuevas células, cada una de las cuales posee el mismo conjunto de información genética que la célula madre.

Se forma de nuevo la membrana nuclear

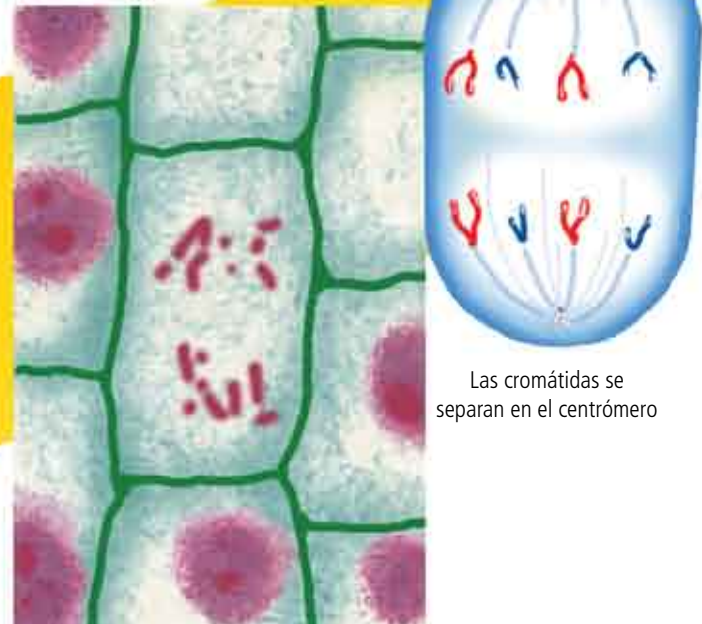
TELOFASE



METAFASE



ANAFASE



El proceso mitótico es muy semejante en todas las células eucariontes, sin embargo, existen algunas diferencias en las células vegetales que podemos apreciar en la siguiente tabla:

Diferencias de la mitosis en células animales y vegetales

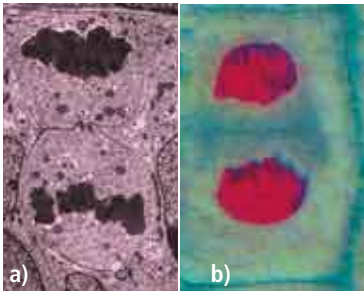


Figura 1.15

a) Citocinesis en célula animal.

b) Citocinesis en célula vegetal.

¿Cuáles etapas son semejantes en células vegetales y animales?

Mitosis en células animales	Mitosis en células vegetales
Existencia de centríolos. El huso mitótico se forma entre los centríolos ubicados en los polos.	No existen los centríolos. El huso mitótico se forma entre el centrómero y la membrana plasmática.
En la citocinesis la célula se comprime por un anillo de filamentos hasta separarse en dos células.	En la citocinesis se forma una placa celular que divide a la célula en dos.
No presenta pared celular.	Se incluye la división de la pared celular, proceso denominado fragmoplasto.

Control del ciclo celular

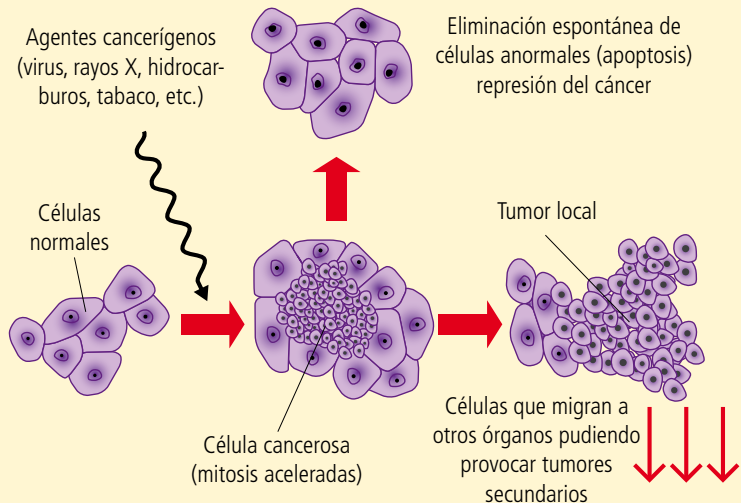
Muchas de las células de tu cuerpo están en una u otra etapa del ciclo celular mientras lees estas líneas. Es probable que por lo menos algunas células de la piel, el revestimiento del estómago y muchos otros tipos celulares estén produciendo células hijas. Se calcula que cada segundo ocurren unos 25 millones de divisiones celulares en el cuerpo de un ser humano adulto.

Los diferentes tipos de células se dividen a distintas tasas. Algunos, como los de la médula ósea que forman glóbulos rojos, se reproducen en forma acelerada para mantener satisfecha la necesidad de nuevas células. En tales casos el ciclo dura menos de una hora. En el otro extremo, ciertas células

Actividad N°2 Observación y Comprensión. Importancia del control del ciclo celular

I.- Observa la siguiente imagen y responde:

- 1 ¿Es importante tener un control del ciclo celular?
- 2 ¿Qué ocurriría si no tuviéramos el control de la mitosis?
- 3 ¿Qué mecanismos utiliza el organismo para controlar el crecimiento celular?
- 4 ¿Qué elementos pueden producir cáncer?
- 5 ¿Cuál es la importancia de la apoptosis?
- 6 Averigua qué son los proteosomas y cuál es su importancia en relación con el ciclo celular.



nerviosas (neuronas) y musculares no se vuelven a reproducir una vez que maduran. Se mantienen en la interfase durante toda su vida. Las células del hígado humano se dividen sólo cuando se necesitan nuevas células para reparar una lesión. En un organismo multicelular es importante que se mantenga el equilibrio entre los muchos tipos celulares del cuerpo. Para ello debe existir un sistema de regulación del ciclo celular (**Figura 1.16**).

Los genes que regulan el ciclo celular se dividen en tres grupos:

1. Genes que **codifican proteínas para el ciclo celular**, como por ejemplo tubulinas que forman parte de los microtúbulos que forman el huso mitótico.
2. Genes que **codifican proteínas como las ciclinas y quinasas dependientes de ciclina (cdK)** que regulan positivamente el ciclo (protooncogenes) activando la proliferación celular.
3. Genes que **codifican proteínas que regulan negativamente el ciclo**: También llamados genes supresores tumorales. Éstos detienen la mitosis si se detecta alguna alteración en el proceso del ciclo celular. Entre estos genes se encuentran los que codifican proteínas como la quinasa WEE1 que inactiva las cdK; también los que codifican proteínas CKI como la p53, p27, p21 que inhiben el ciclo.

- **p53**: Es una proteína que funciona bloqueando el ciclo celular si el ADN está dañado, codificada por un gen supresor tumoral. Si el daño es severo, esta proteína puede provocar la apoptosis o muerte celular programada. La p53 hace que se expresen otros genes de proteínas reguladoras como los p21 y p16 que bloquean la actividad de la cdK2. Las células, al no replicar su ADN, se estabilizan en la fase G₁.
- **p27**: Es una proteína que se une a ciclinas y cdK bloqueando la entrada en fase S.

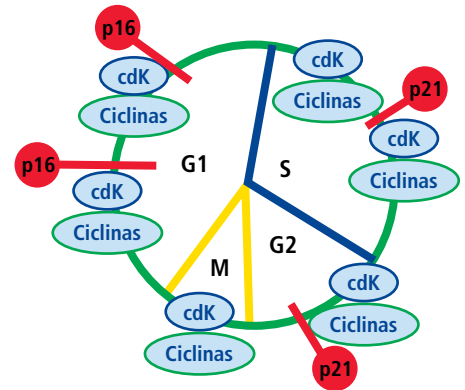


Figura 1.16

Las ciclinas y cdK son proteínas que estimulan el ciclo celular, activando la proliferación celular. Sin embargo, éstas pueden ser bloqueadas por otro tipo de proteínas como la p16 y la p21 en caso que se produzca alguna alteración.

II.- En relación al control del ciclo celular, responde:

- 1 ¿Por qué los niveles de p53 están aumentados en células lesionadas, como por ejemplo por radiaciones ionizantes?
- 2 ¿Qué crees que ocurriría si hubiera una mutación en la p53?
- 3 ¿Por qué crees que los niveles bajos de p27 predicen un mal pronóstico para las pacientes con cáncer de mama?
- 4 El tratamiento dado para el cáncer es muy variable y depende de varios factores como el tipo, el lugar y la cantidad del cáncer, así como en el estado físico del paciente. Averigua los tratamientos actuales que existen en contra del cáncer, cuál es su mecanismo de acción y si generan efectos secundarios desagradables para el paciente.

<http://www.cancerquest.org/index.cfm?page=183>

<http://www.conac.cl/>

Cáncer: ¿se puede heredar?

Toda célula debe dividirse para producir otras células con el mismo material genético. A veces ocurre un deterioro en el material genético que puede llevar a producir células con alteraciones. Para evitarlo, la célula tiene la capacidad de ser eliminada a través de un proceso llamado **apoptosis**, un tipo de suicidio para evitar que una célula alterada se reproduzca y constituya una amenaza para el organismo (**Figura 1.17**). Por lo tanto, la apoptosis afecta sólo a determinadas células, éstas presentan señales moleculares propias y también enviadas por las células vecinas para su autodestrucción.

Cuando una célula experimenta apoptosis, su membrana celular no se destruye, sólo se recoge, lo que impide el escape al espacio extracelular de su contenido y los elementos deteriorados son eliminados por fagocitos. Sin embargo, a veces este proceso falla y la célula que debía autodestruirse continúa reproduciéndose descontroladamente. Si se liberan y emigran a través del sistema circulatorio, pueden invadir otros tejidos provocando el cáncer.

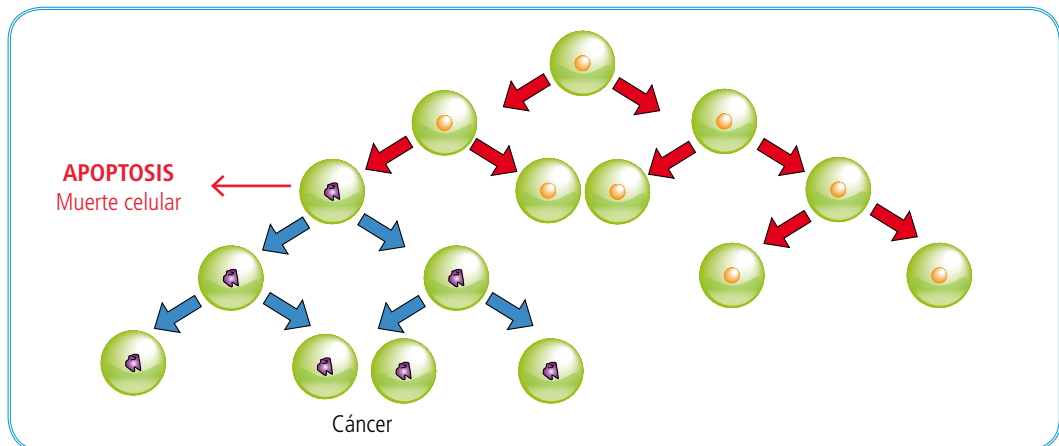


Figura 1.17 Proceso de apoptosis.

En esta figura, ¿qué representan las flechas de color rojo y las de color azul?, ¿qué sucedería si falla el proceso de apoptosis?, ¿cuál es la importancia de la apoptosis?

El cáncer se puede producir por dos causas: una de tipo **genético** en la cual la persona ha heredado la predisposición a producir mutaciones que podrían llevar a la formación de un cáncer y la otra de tipo **ambiental**, que se relaciona con la exposición a diversos agentes mutágenos como por ejemplo la contaminación (hidrocarburos), la exposición a irradiaciones de rayos UV, consumo de alimentos con radicales libres, consumo de tabaco, inhalación de algunas sustancias químicas peligrosas (arsénico, asbesto, benceno, formaldehído, plaguicidas, etc.). En relación con estas sustancias también se debe considerar la concentración, el tiempo de exposición y la susceptibilidad de cada persona.

Por lo tanto, para prevenir esta enfermedad, hay que conocer los factores de riesgo que pueden contribuir a la posibilidad de que una persona contraiga el cáncer. Los factores de riesgo son diferentes con cada tipo de cáncer y la mayoría de los cánceres probablemente se relacionan con más de un factor. También hay que considerar que algunos pueden ser controlados mientras que otros no. Los factores de riesgo pueden incluir elementos tales como edad, raza, sexo, factores genéticos, dieta y exposición a sustancias químicas, radiación y tabaco.

Meiosis: producción de células reproductivas

¿Cuántos cromosomas se requieren para formar una célula? ¿Supondrías que esto depende del tipo de organismo? Si lo pensaste así tu razonamiento está encaminado en la dirección correcta. El número de cromosomas por célula varía de un tipo de organismo a otro. Las células de tu cuerpo tienen 23 pares de cromosomas, las de un cerdo tienen 20 pares y las células de la mosca de la fruta poseen sólo 4 pares. Se dice que son **diploides** ya que estas poseen dos cromosomas de cada tipo, uno proporcionado por el padre y el otro por la madre. El número diploide se representa con $2n$, entonces el ser humano presenta $2n=46$, el cerdo $2n=20$ y la mosca de la fruta $2n=4$.

Pero, ¿qué ocurre con el número de cromosomas cuando se aparea una mosca de la fruta macho con una hembra y unen sus células reproductivas originando una nueva vida?

Podemos pensar que al sumar los cromosomas del macho con los de la hembra, el número de cromosomas sería $2n=8$, conteniendo el doble que el de sus progenitores. Sin embargo, en la realidad esto no ocurre así, ya que el número de cromosomas permanece constante de una generación a otra.

¿De qué forma una especie puede conservar intacto el número de cromosomas?

La respuesta está en las células reproductivas. Como puedes observar en la **Figura 1.18**, éstas presentan la mitad del material genético, debido a que sólo tienen un cromosoma de cada tipo, por lo tanto son consideradas **haploides**. En la especie humana cada gameto, femenino y masculino, presenta 23 cromosomas y se representa $n=23$.

Al unirse un ovocito con un espermatozoide, se restablece la diploidía conservando el número de cromosomas de la especie.

¿Cómo logra la célula reproductiva tener la mitad del material genético?

Las células haploides no se pueden producir por mitosis, ya que el número de cromosomas sería el mismo que el resto de las células ($2n=46$) y al producirse la fecundación el número se duplicaría. En lugar de la mitosis, se forman por otro tipo de división llamada **meiosis**, proceso en el que se generan núcleos haploides a partir de núcleos diploides. En animales da por resultado la producción de gametos, espermatozoide y óvulo, que poseen la mitad del material genético.

La meiosis no sólo ocurre en células animales; también sucede en el ciclo vital de plantas, algas multicelulares, hongos y algunos organismos unicelulares.

Sea cual fuere el caso, la meiosis casi siempre comprende dos divisiones celulares sucesivas: meiosis I y meiosis II. Los procesos que se presentan en la meiosis son muy similares a los de la mitosis, estudiada anteriormente.

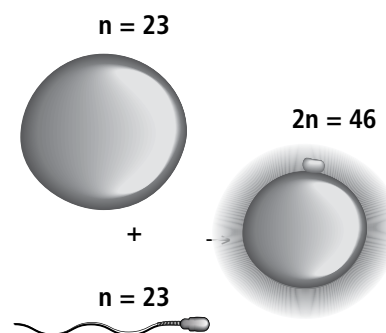
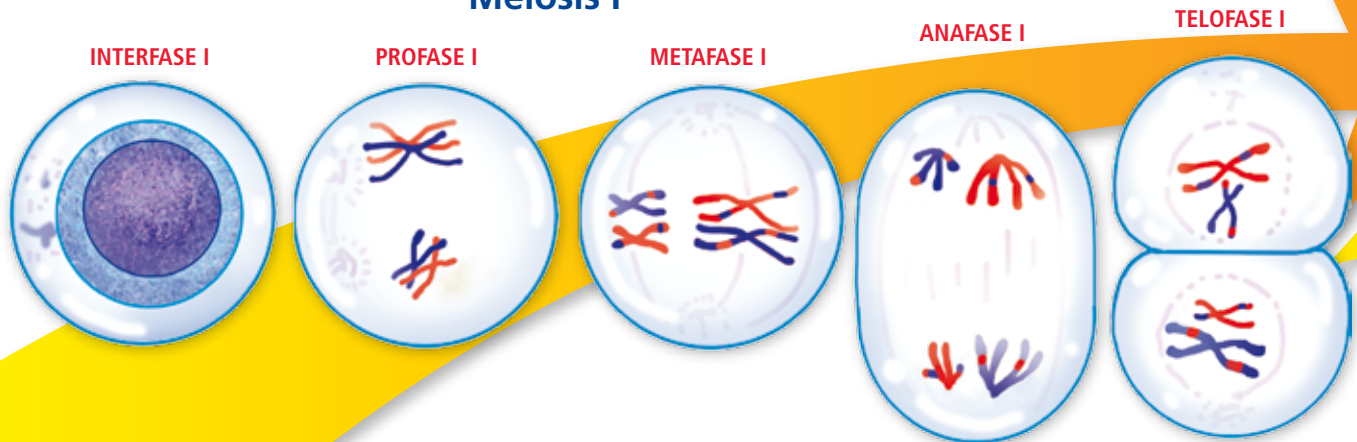


Figura 1.18 En la fecundación, al fusionarse el ovocito con el espermatozoide se reestablece el número de cromosomas de la especie.

Etapas de la meiosis

Meiosis I



La meiosis consiste en dos divisiones consecutivas y presentan las mismas etapas que la mitosis (Profase, Metafase, Anafase y Telofase), pero con algunas diferencias que se verán a continuación.

En la **profase I**, tiene lugar un acontecimiento decisivo: los cromosomas homólogos se acercan uno a otro y las cromátidas no hermanas de los dos homólogos se enrollan (**Figura 1.19**), produciéndose el entrecruzamiento o **crossing over**, donde se aparean e intercambian segmentos cromosómicos (proceso muy importante para la variabilidad en la especie). Poco después, el estado de doble hebra de los cromosomas, que indica que ha ocurrido la replicación, se hace evidente.

Cromátidas no hermanas



Homólogos

Figura 1.19 Ya avanzada la profase I, los cromosomas homólogos se unen para formar la tétrada. Los brazos de las cromátidas no hermanas suelen enrollarse uno alrededor del otro.

Debido al apareamiento de los homólogos, se forma una estructura de cuatro cromátidas llamada **tétrada**.

Mientras los cromosomas están juntos ocurren algunos fenómenos similares a los de la mitosis: Desaparecen los nucleolos y la membrana nuclear, se separan los centriolos y se forma el huso meiótico.

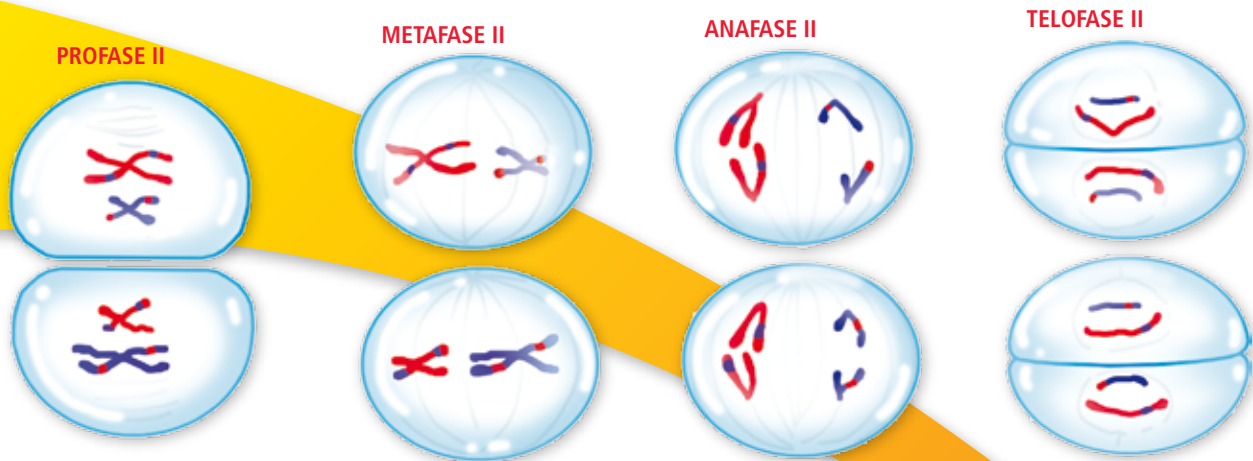
La diferencia principal entre esta profase y la de la mitosis radica en que en la meiosis los cromosomas homólogos están dispuestos por pares.

En la **metafase I** las tétradas se alinean en el ecuador del huso en forma aleatoria, proceso denominado **permutación cromosómica** y que también es clave en la variabilidad de la especie. Ésta es una segunda diferencia entre mitosis y meiosis porque, como recordarás, los cromosomas no se emparejan en la metafase de la mitosis.

Una tercera diferencia entre mitosis y meiosis ocurre al comienzo de la **anafase I** y corresponde a los centrómeros. Recuerda que la anafase de la mitosis comienza con la separación de los centrómeros, de modo que las cromátidas hermanas también puedan separarse y desplazarse a polos opuestos. En la anafase I de la meiosis, los centrómeros no se dividen y las cromátidas hermanas no se separan. En vez de ello, los cromosomas homólogos se separan y migran a los polos. Con las tétradas separadas la membrana celular empieza a contraerse.

En la **telofase I** la célula original se divide para formar dos células, cada una de las cuales contiene un miembro de cada par homólogo (n). Sin embargo, cada cromosoma todavía es doble y consiste en dos cromátidas unidas.

Meiosis II



Después de una breve interfase, durante la cual no ocurre la replicación del ADN o los cromosomas, se inicia la **meiosis II**, muy similar a la mitosis. En cada una de las dos células se omiten algunos de los sucesos iniciales y los cromosomas se mueven directamente al ecuador. Los centrómeros de cada cromosoma se separan y las cromátidas hermanas se desplazan hacia polos opuestos. Así pues, la separación de las cromátidas ocurre en la segunda división meiótica. Cuando se completa la meiosis II, cada nuevo núcleo contiene cromosomas sencillos, como se observa en la **telofase II** de la **Figura 1.20**.

Figura 1.20 Diagrama que muestra la meiosis de una célula con número diploide 4. ¿Se trata de una célula animal o vegetal? ¿Cómo saberlo? Compara este diagrama de la meiosis con el de la mitosis de las páginas 26 y 27, y luego contrasta tus observaciones con la tabla de la página siguiente.

Cambios experimentados por el material genético durante la meiosis

Fase meiótica	N° de cromosomas	Cantidad de ADN
Profase I	2n	4c
Metafase I	2n	4c
Anafase I	2n	4c
Telofasel	n	2c
Profase II	n	2c
Metafase II	n	2c
Anafase II	n	2c
Telofase II	n	c

Actividad N°3 Análisis. Gráfico del ciclo celular

De acuerdo al gráfico del ciclo celular responde:

- 1 ¿Qué evento está sucediendo en A, B, C, D, E y F?
- 2 ¿Qué proceso lleva a aumentar el ADN de 2 a 4?
- 3 ¿Por qué A y E tienen la misma cantidad de ADN (c)? ¿Tendrían también el mismo número de cromosomas (n)?

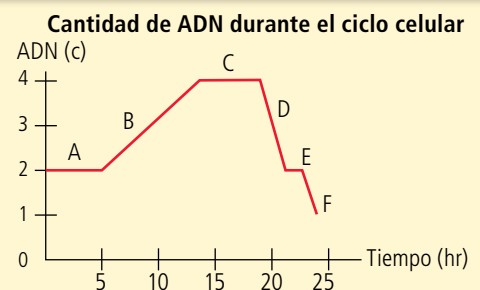
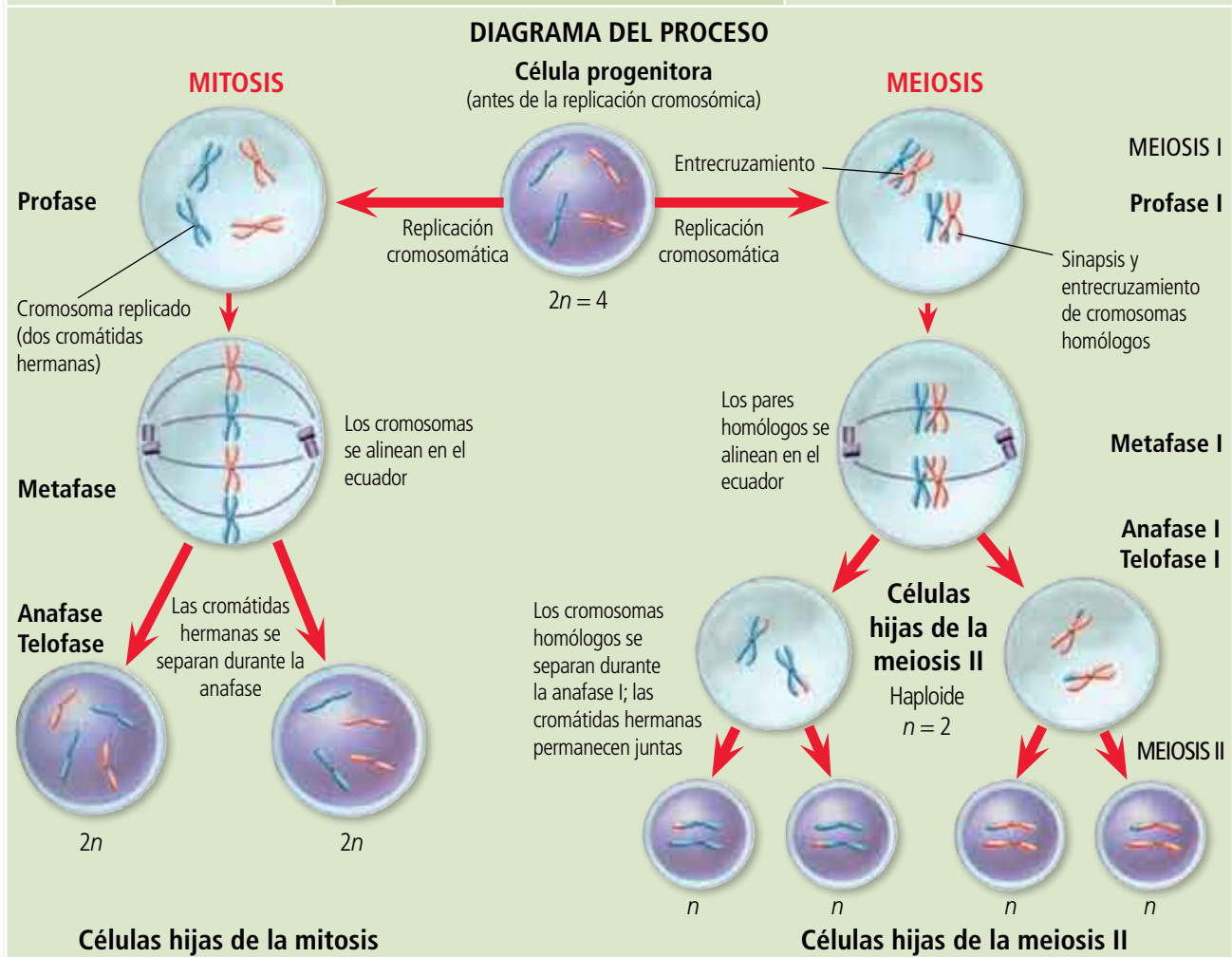


Tabla comparativa entre mitosis y meiosis

	MITOSIS	MEIOSIS
Ocurre en	Todas las células corporales.	Células germinales productoras de gametos.
Número de células producidas por célula madre	Dos.	Cuatro.
Número de cromosomas de la célula madre	Diploide (2n).	Diploide (2n).
Número de cromosomas de las células hijas	Diploide (2n).	Haploide (n).
Tipo de células producidas	Diversas células, como las de piel y huesos.	Gametos.
Función	Reproducción asexual, crecimiento de organismos, regeneración y reemplazo de células, continuidad genética de una célula a otra.	Producción de gametos para el proceso de reproducción sexual. Continuidad genética entre generaciones; fomenta la variación.
Características de células formadas	Forma células genéticamente idénticas.	Forma células genéticamente diferentes (recombinación, permutación).



Ventajas de la variabilidad

La meiosis es más que la transmisión de información genética. Combinada con la fecundación, la meiosis también es un medio que asegura la variación en los descendientes. La reproducción por mitosis produce poca o ninguna variedad en la descendencia.

La variedad resultante de la meiosis y la fecundación es algo semejante a un juego de cartas. Se barajan las cartas antes de repartirlas, de modo que se juega cada mano con un conjunto de cartas distinto. Algo similar sucede en la meiosis, ya que durante la metafase I, se reordenan al azar los cromosomas y la información genética que contienen (permutación cromosómica). Si hacemos la analogía con el juego de cartas, las manos jugadas contienen la información genética que se transmite a los descendientes. Todas las poblaciones presentan variación entre los organismos que las componen. Estas diferencias resultan de las diversas combinaciones de cromosomas.

¿Qué importancia tiene la variación para una especie? La variación proporciona mejores oportunidades de supervivencia para algunos organismos, ya que se adaptan a los cambios del ambiente al paso del tiempo. Al hacer que algunos individuos tengan rasgos levemente distintos, la naturaleza mantiene numerosas manos en juego. Así pues, disminuyen las probabilidades de que se produzcan demasiados individuos con combinaciones de genes desfavorables.



Figura 1.21 Los gatitos de una misma camada pueden tener pelaje de color similar o muy diferente. Los genes que cada gatito hereda de sus padres determinan la coloración de su pelaje.

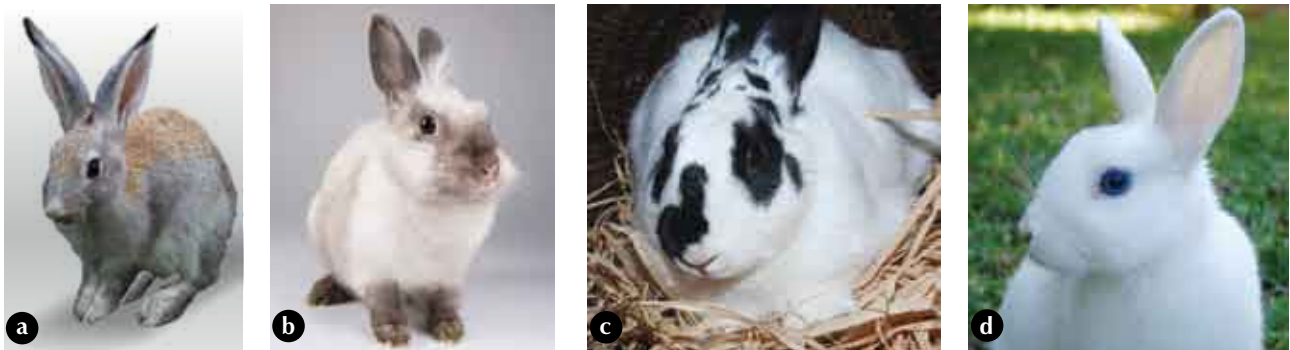


Figura 1.22 Combinaciones distintas de cuatro alelos producen pelaje de colores diferentes en conejos: a) conejo silvestre o conejo agutí (CC, Ccch Cch o Cc); b) conejo gris claro (cchcch, cchc o cchc); c) conejo albino con puntos negros (chch o chc), y d) conejo albino (cc).

Actividad N°4 Diseñalo tú mismo

Escoge los materiales que te parezcan adecuados para este laboratorio y realiza un modelo de meiosis y mitosis de una célula $2n=6$ con todas sus etapas.

Análisis y conclusiones

Cuando se elabora un modelo a gran escala de algo que ocurre en pequeña escala, es frecuente que sea más fácil comprenderlo, ¿por qué crees que ocurre eso?

Explica las partes de la meiosis que te fueron más fáciles de entender después de elaborar el modelo.

- 1 ¿De qué manera la meiosis causa la división exacta de la mitad del material genético de una célula?
- 2 ¿Qué evento de la meiosis origina la reducción del número de cromosomas a la mitad?
- 3 ¿Qué implicancias tiene esa reducción para el organismo y para su especie?

Gametogénesis

La gametogénesis es el proceso de formación de gametos a partir de células germinales. Tanto la **ovogénesis** como la **espermioagénesis** se inicia con una etapa proliferativa, en que se generan muchos ovogonios y espermatogonios por mitosis, luego viene una etapa de crecimiento en que se generan espermatoцитos y ovocitos primarios, éstos experimentarán meiosis, para dar lugar a ovocitos y espermatoцитos secundarios y finalmente los gametos: óvulos y espermátidas. En el caso de los machos deben cumplir un último proceso de diferenciación llamado espermiohistogénesis en que las espermátidas se diferencian para llegar a ser espermatozoides.

En el ser humano no existe el óvulo propiamente tal, ya que la segunda división meiótica se completa con la fecundación, pero en ese momento el óvulo fecundado pasa a llamarse cigoto.

La activación de la gametogénesis depende de la acción de varias hormonas, como la hormona liberadora de Gonadotropina GnRH que estimula la secreción de la FSH y LH, en el hombre además participa la testosterona y en la mujer los estrógenos.

La producción de óvulos por meiosis en hembras ocurre de la misma manera general que la de espermatozoides en machos. Sin embargo, presenta algunas diferencias interesantes:

- La meiosis I en mujeres se inicia antes del nacimiento, aproximadamente hacia la duodécima semana de desarrollo fetal. Luego, se interrumpe en profase I hasta que se alcanza la madurez sexual. En ese momento, las células continúan la meiosis I en forma cíclica y pasan a la Meiosis II, que concluirá sólo si se lleva a cabo la fertilización. En cambio en el hombre la formación de espermatozoides se inicia en la pubertad.
- La producción de espermatozoides desde que se inicia es ilimitada, el hombre produce millones de espermatozoides cada mes, en cambio los óvulos son limitados en cantidad, la mujer produce 400.000 ovocitos en toda su vida, liberando 1 ovocito mensualmente, por lo que se acaban alrededor de los 50 años, etapa llamada menopausia.

Actividad N°5 Comparación de la ovogénesis con la espermioagénesis

Completa en tu cuaderno el siguiente cuadro comparativo entre la ovogénesis y espermioagénesis:

	Ovogénesis	Espermioagénesis
Lugar de desarrollo		
Gametos funcionales		
Duración		
Cantidad de gametos producidos mensualmente		
Fases		

- En machos por cada división meiótica se producen 4 gametos viables, en cambio en la ovogénesis se produce sólo 1 gameto viable, los otros tres se degeneran en forma de corpúsculo polar o polocitos.

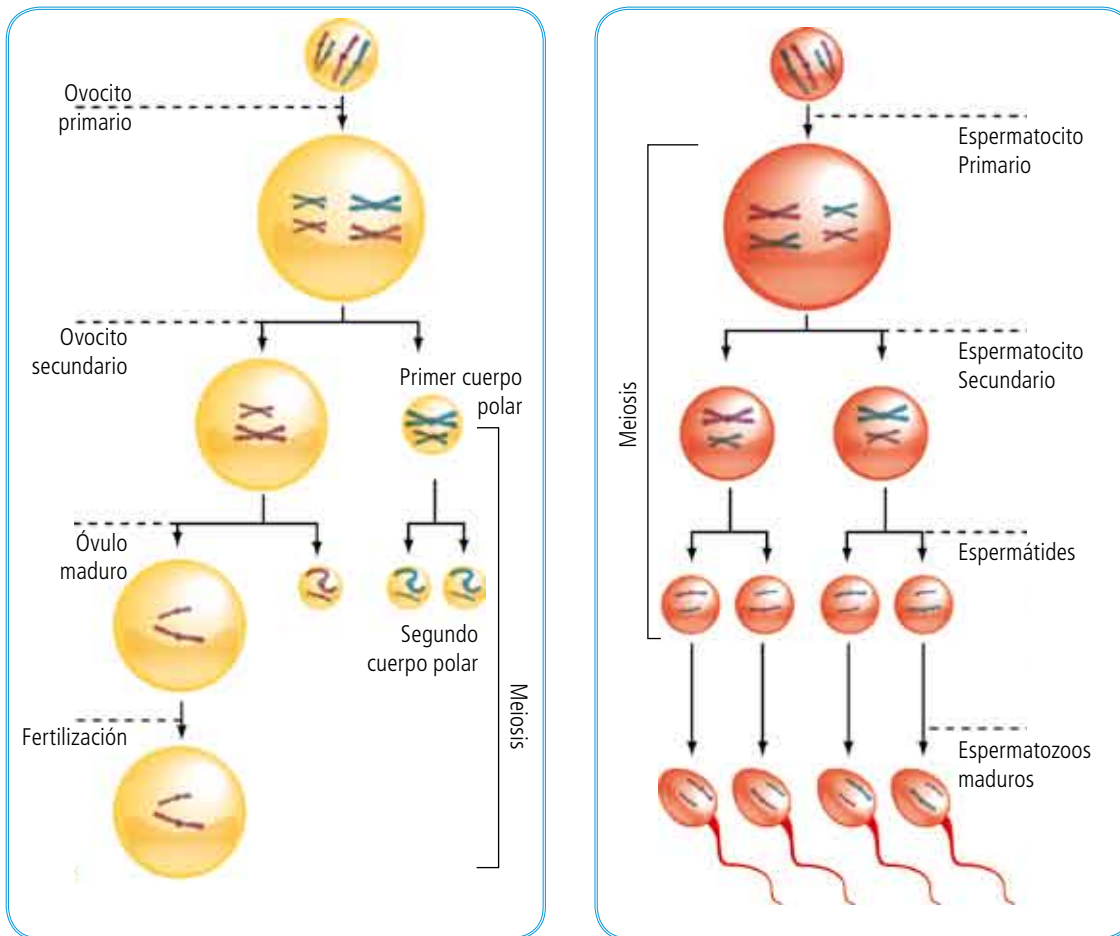


Figura 1.23
Comparación entre gametogénesis femenina y masculina.

Actividad N°6 Repaso de la sección

Comprensión de conceptos

- 1 La mayor parte de las células de cierto animal contiene 20 cromosomas. Sin embargo, se observa que algunas de ellas tienen 10 cromosomas. ¿Cuáles tipos de células poseen 10 cromosomas y qué proceso lleva a su producción? Compara los 10 cromosomas de estas células con los 20 de las otras células.
- 2 Muchos miembros de una población de animales tienen pelaje oscuro. Sin embargo, se producen algunos descendientes con pelaje de color claro. ¿En qué condiciones podría ser importante esta diferencia para la supervivencia de los animales en el futuro?
- 3 Describe la secuencia de actividades de los cromosomas durante la meiosis I.

Pensamiento crítico: ¿cuáles eventos de la meiosis I son de importancia crítica para que cada célula producida al final de la meiosis tenga el número haploide de cromosomas? ¿De qué manera son importantes estos sucesos en la producción de recombinaciones genéticas?

Laboratorio del pensamiento

Reconstruyendo un cariograma

Antecedentes

Un cariograma es la representación de un cariotipo, que es el conjunto de cromosomas de una especie determinada. Los cromosomas se pueden observar de mejor forma durante la metafase de la división celular. Es en ese momento en que se obtiene una fotografía y se analiza.

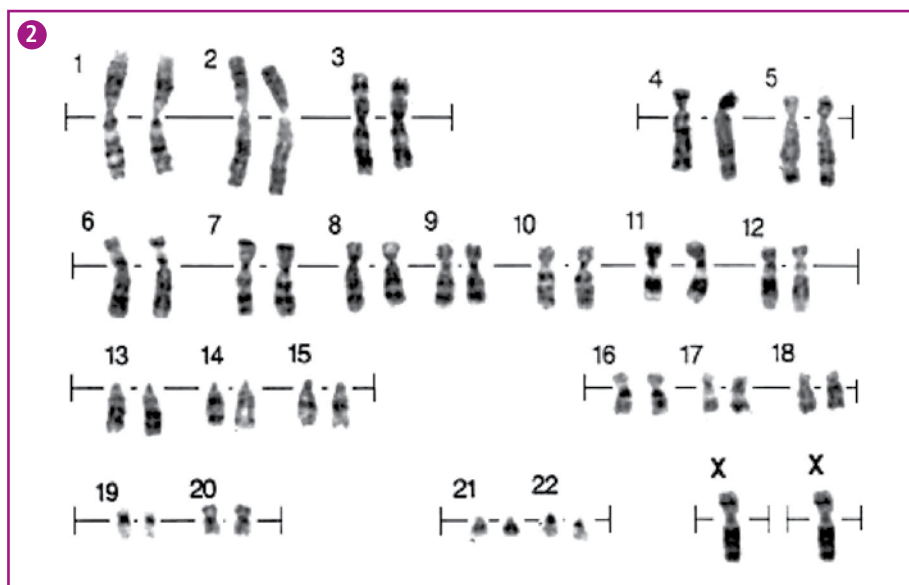
La siguiente fotografía representa una parte del cariograma del ser humano.

Materiales

- Tijeras
- Pegamento
- Fotocopia recortable del cariograma 1.

Procedimiento

- Fotocopia el cariograma número 1.
- Recorta cada uno de los cromosomas.
- Agrupa los cromosomas homólogos. Para ello busca los que sean similares en forma y tamaño. Te puedes ayudar con el cariograma 2, que a continuación te presentamos.

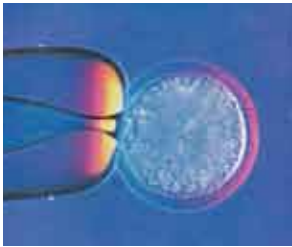


→ Pega cada pareja en la tabla y completa con el tipo de cromosoma: metacéntrico, submetacéntrico, acrocéntrico y telocéntrico.

Par número	Recorte cromosomas homólogos	Tipo de cromosoma	Par número	Recorte cromosomas homólogos	Tipo de cromosoma
1			13		
2			14		
3			15		
4			16		
5			17		
6			18		
7			19		
8			20		
9			21		
10			22		
11			23		
12					

Ciencia, biología y sociedad

¿Sabías qué...?



Con la técnica de las células madre los pacientes con patologías sin cura podrían ser tratados.

Hoy en día, existen muchas enfermedades que son tratadas con estas células provenientes de la masa celular interna del

blastocito. Entre ellas tenemos: enfermedad de Parkinson, daño del miocardio y válvulas cardiacas, anemias, leucemias, etc. Estas células madre pueden ser embrionarias, pero también existe la posibilidad de extraer células madres de un adulto. Aunque estas son más limitadas que las anteriores, también pueden servir para reemplazar células dañadas de algunas zonas del organismo.

Fuente: Revista Nacional Geographic, Julio 2005.

¿Sabías qué...?



Existe una forma de reproducción llamado Partenogénesis, en que sólo interviene el gameto femenino no fecundado. Este tipo de reproducción se da en platelmintos, rotíferos, tardígrados,

crustáceos, insectos, anfibios y reptiles, más raramente en algunos peces y, excepcionalmente en aves.

Un ejemplo de ello se da en las abejas, donde las hembras proceden de huevos fecundados, y los machos (zánganos) por partenogénesis. Por lo tanto los zánganos son hermanos de la reina, ya que se originan por un óvulo formado a partir de una meiosis de las células de la reina.

Fuente: www.beekeeping.com/articulos/genetica_apicola.htm

¿Sabías qué...?



Científicos chilenos están realizando técnicas de clonación en ciervos, similares a las empleadas en la clonación de la oveja Dolly.

El procedimiento implica extraer células de la oreja de los ciervos, las cuales son tratadas en un medio de cultivo específico para, posteriormente, extraerles el núcleo y proceder a su clonación. Así se obtiene una célula embrionaria que más tarde se implanta en el útero de una madre sustituta.

Hoy en día, el mundo científico cuenta con una gran variedad de especies intervenidas en distintas partes del mundo, donde destacan la vaca Pampita de Argentina, el toro Narciso de Francia y el potro Pieraz de Italia.

Fuente: Diario La Nación, 18 de enero de 2006.

¿Sabías qué...?



El proyecto de genoma humano (PIGH) iniciado en el año 1988, ha permitido, además del conocimiento de la secuencia completa del genoma humano, ampliar el rango de nuevas investigaciones. Una de ellas es la terapia génica, que tiene cuatro acepciones: la somática (tratamiento de las células enfermas), la germinal (para evitar

la transmisión hereditaria de enfermedades), la perfectiva (manipula los genes para mejorar ciertas características) y la eugénica (que busca mejorar cualidades complejas del individuo, tales como la inteligencia). Además, la ingeniería genética permite la creación de productos transgénicos, por modificación del ADN de organismos de diferentes especies (soldando partes de cada uno) que dan origen a una molécula recombinante que luego logra multiplicarse.

Fuente: www.uchile.cl/bioetica/doc/genoma.htm

BIOTECNOLOGÍA

Esperanza para los pacientes con lesiones en la médula espinal

Era un día caluroso y el lago parecía fresco e incitante. Daniel, de 14 años, se tiró un clavado en aguas que parecían tener 2,40m de profundidad, pero que tan sólo tenían 90cm. Daniel se convirtió en una de las aproximadamente 10.000 personas que sufren cada año lesiones en la médula espinal en Estados Unidos.

Lesiones de la médula espinal. El futuro de personas como Daniel podría ser la parálisis durante el resto de su vida. Una parte de esta parálisis relacionada con lesiones de la médula espinal parece resultar de las propias respuestas del cuerpo al traumatismo. Cuando ocurre la lesión de la médula espinal el organismo responde con una sucesión de eventos. En primer lugar, los radicales libres que liberan las células lesionadas atacan a la membrana de las células adyacentes. Luego las endorfinas, que son los analgésicos naturales del cuerpo, causan la disminución repentina de la sangre que fluye al área lesionada. Esta reducción del flujo sanguíneo significa que las neuronas de la médula espinal se ven privadas de los nutrientes y oxígeno esenciales. Por último, las moléculas que transmiten los impulsos nerviosos salen de las células lesionadas y se enlazan con moléculas de las células circundantes, lo que produce inflamación y daño celular.

Tratamiento medicamentoso. Algunos fármacos pueden contrarrestar cada una de estas respuestas corporales. Si se administran con prontitud suficiente, en las horas que siguen a la lesión, podrían significar la diferencia entre la parálisis total en el plano inferior a la lesión o conservar la capacidad para moverse.

Estos tratamientos con fármacos se desarrollaron con base en la antigua creencia de que las neuronas no pueden reproducirse. A diferencia de las células de la piel y del revestimiento del estómago se pensaba que las neuronas no se dividían después de que nació la persona. Los científicos creían que una vez lesionadas las vías nerviosas era imposible su reparación. En fecha reciente los investigadores descubrieron que no siempre



ocurre así. En ciertas condiciones las neuronas se pueden dividir y crecer. A raíz de este descubrimiento, se creó un nuevo medicamento que parece promisorio para personas con lesiones en la médula espinal. Esta nueva sustancia, llamada actualmente GM-1, es un compuesto químico extraído del cerebro de vacas. En pruebas de laboratorio con animales se ha demostrado que el GM-1 protege las neuronas después de que ha ocurrido el daño a la médula espinal. Todavía más alentador es el hecho de que se comprobó en pruebas similares que el GM-1 podría estimular la regeneración de las neuronas lesionadas y causar la formación de otras nuevas. Los investigadores están muy emocionados porque el fármaco parece restaurar la función de músculos paralizados.

Aunque todavía queda mucho por investigar y poner a prueba, los médicos afirman que tienen la esperanza de que pronto sea posible empezar a considerar las lesiones de la médula espinal como tratables, no como incurables.

- 1 **Integración con la salud:** ¿por qué es tan grave una lesión de la médula espinal?
- 2 **Integración con la medicina:** en tu opinión, ¿por qué es importante administrar con prontitud los fármacos después de ocurridas las lesiones de la médula espinal?
- 3 **Integración con la genética:** ¿de qué manera nuevos fármacos, como el GM-1, ayudarían a personas que nacen con defectos de la médula espinal?

Fuente: Oram, Raymond F. Biología Sistemas vivos. Editorial McGraw-Hill, México D.F., 2007. Cap. 7, pág. 193.

Lectura científica

Envejecimiento:**¿Es posible detener el paso del tiempo?**

Cuando piensas en la vejez, ¿qué significa “viejo”? ¿Treinta años? ¿Cuarenta años? ¿Setenta años? Tu respuesta tal vez sea similar a la de Bernard Baruch, asesor de varios presidentes estadounidenses. Baruch afirmó: “Nunca me sentiré viejo. Para mí, la vejez es siempre 15 años más de los que tenga”. Baruch murió a los 95 años, posiblemente con la misma idea respecto a la edad.

Sin importar cómo se defina la vejez, la realidad es que todos vamos en camino hacia ella. De hecho, en la vejez disminuyen las sensaciones gustativas y auditivas. Tampoco el oído tiene la misma agudeza que el de un bebé, que incluso puede oír el ruido “silencioso” (para los seres humanos) de un silbato para perros.

Por supuesto, los signos del envejecimiento son mucho más fáciles de observar en personas de la generación de tus abuelos. El cabello encanecido, anteojos con mayor aumento y músculos más débiles son sólo algunos de esos signos.

A medida que aumenta el número de personas que viven más tiempo también crece el interés por entender los cambios que enfrentan mientras envejecen. Asimismo, existe el interés por saber por qué ocurre el envejecimiento y si es inevitable o no. Los científicos están brindando algunas respuestas a esas preguntas a medida que estudian este proceso.

Modelo de uso y desgaste

Uno de los modelos más antiguos del envejecimiento podría llamarse el modelo de “uso y desgaste”. En éste se compara al cuerpo humano con una máquina, como un automóvil. Se espera que el vehículo dure cierto tiempo antes de que sus partes se descompongan o se desgasten. Al igual que con una máquina es posible abusar del organismo humano y hacer caso omiso de las “reparaciones” necesarias. De acuerdo con este modelo parecería lógico que el trabajo y estrés excesivos abrevien la vida de una persona.

Modelo del tic tac del reloj

Otros investigadores afirman que el envejecimiento parece estar programado en los genes del cuerpo humano. El científico Leonard Hayflick intentó demostrar este concepto mediante el cultivo de fibroblastos, un tipo de célula de la



piel, en condiciones aceleradas en su laboratorio. Descubrió que células tomadas de un feto se dividen unas 50 veces, luego se desacelera su tasa de división, se interrumpe esta última y finalmente mueren. Los fibroblastos tomados de adultos se dividieron menos veces antes de morir. La repetición del experimento con otros tipos de células corporales generó casi el mismo número de divisiones. En condiciones normales en el cuerpo humano ocurren esas 50 divisiones en un lapso de 100 a 115 años, que en opinión de Hayflick quizá sea el límite superior de duración de la vida humana. El investigador planteó la hipótesis de que el cuerpo humano podría estar sintonizado con un reloj biológico, cuyo tic tac descuenta los años de vida. Dejó en manos de otros científicos responder a la pregunta de si es posible reajustar ese reloj o no.

Modelo del cuerpo disfuncional

Otro factor que es probable que contribuya al envejecimiento corresponde a la probabilidad creciente de que el sistema inmune funcione de manera deficiente en el cuerpo de personas envejecidas. Como defensoras del cuerpo contra la edad las células se vuelven menos eficientes en el reconocimiento y respuesta ante la invasión de microorganismos que pueden dañarlo. Estas defensoras envejecidas pueden confundir a los invasores causantes de enfermedades con las células del propio cuerpo y atacar en forma errónea a los “chicos buenos”. Otros errores podrían corresponder a las moléculas que transmiten instrucciones genéticas para la síntesis de proteínas en las células. Si esas moléculas funcionan de manera inadecuada, se usarían instrucciones erróneas en la producción de las proteínas celulares. Con el fin de entender este problema de comunicación, imagina un contratista que planea usar clavos del número 16 en la

construcción de una casa. Si el mensaje se distorsiona al ser comunicado al carpintero y se convierte en "usar 16 clavos", la edificación sin duda alguna será poco resistente. Si cuentan con instrucciones deficientes para sus actividades de producción, las células también serían poco resistentes.

Modelo de acumulación de desechos

Otro factor que interfiere en la producción de las células podría ser que los desechos celulares se acumulen en su interior. Con ello se hace más difícil que la célula lleve a cabo sus funciones, de igual modo que lo es preparar la comida en una cocina donde se apilan los platos no lavados del almuerzo. Si estos materiales celulares innecesarios alcanzan cantidades excesivas que "taponen" a la célula, ésta podría "ahogarse" en sus propios desechos y morir.

Modelo de radicales libres

Uno de los modelos más recientes sobre el envejecimiento corresponde a los radicales libres. No se trata de un grupo político, como podría indicar su nombre, sino de sustancias que son partículas inestables formadas en las células durante el metabolismo normal, en especial cuando el oxígeno se combina con grasas insaturadas. Los radicales libres se mueven con rapidez y tienen un electrón libre no apareado. A causa de tal electrón los radicales libres se atraen entre sí y pueden quitar un electrón a otras moléculas. La unión resultante de las moléculas con el radical libre puede causar entrecruzamiento en las moléculas de una célula, lo que impide que el ADN transmita su información y produzca cáncer o alteraciones del funcionamiento normal del cuerpo. Si un radical libre toma un electrón del colágeno, proteína del tejido conectivo de la piel o las articulaciones, el resultado puede ser arrugas en la piel o rigidez articular. Y si lo toma de una molécula de fosfolípido en una membrana celular puede producir un orificio en la membrana, lo que causaría la muerte de la célula.

El daño puede ser considerable, puesto que el número de radicales libres aumenta con la exposición a la luz solar, la contaminación atmosférica, el humo del tabaco y el desdoblamiento normal de la grasa dentro de las células. Los científicos estudian hoy la acción de ciertos compuestos, como las vitaminas A, C y E. Al parecer estas vitaminas tienen efectos benéficos al tomar los electrones no emparejados de los radicales libres antes de que causen daños.



Al continuar con el estudio de las células en búsqueda de indicios adicionales sobre el proceso de envejecimiento, los científicos han encontrado un contraste que podría resultar útil en algún momento. Mientras que las células humanas normales agotan su número de divisiones celulares en el reloj biológico, las células cancerosas suelen dividirse de manera indefinida. Este contraste es un desafío para los biólogos: ¿pueden encontrar alguna forma de intercambiar algunas propiedades de las células normales y las cancerosas? Si esto fuera posible, las células que envejecen podrían renovar su contrato de arrendamiento con la vida. Continuarían dividiéndose, mientras que las divisiones incontroladas de las células cancerosas estarían bajo control.

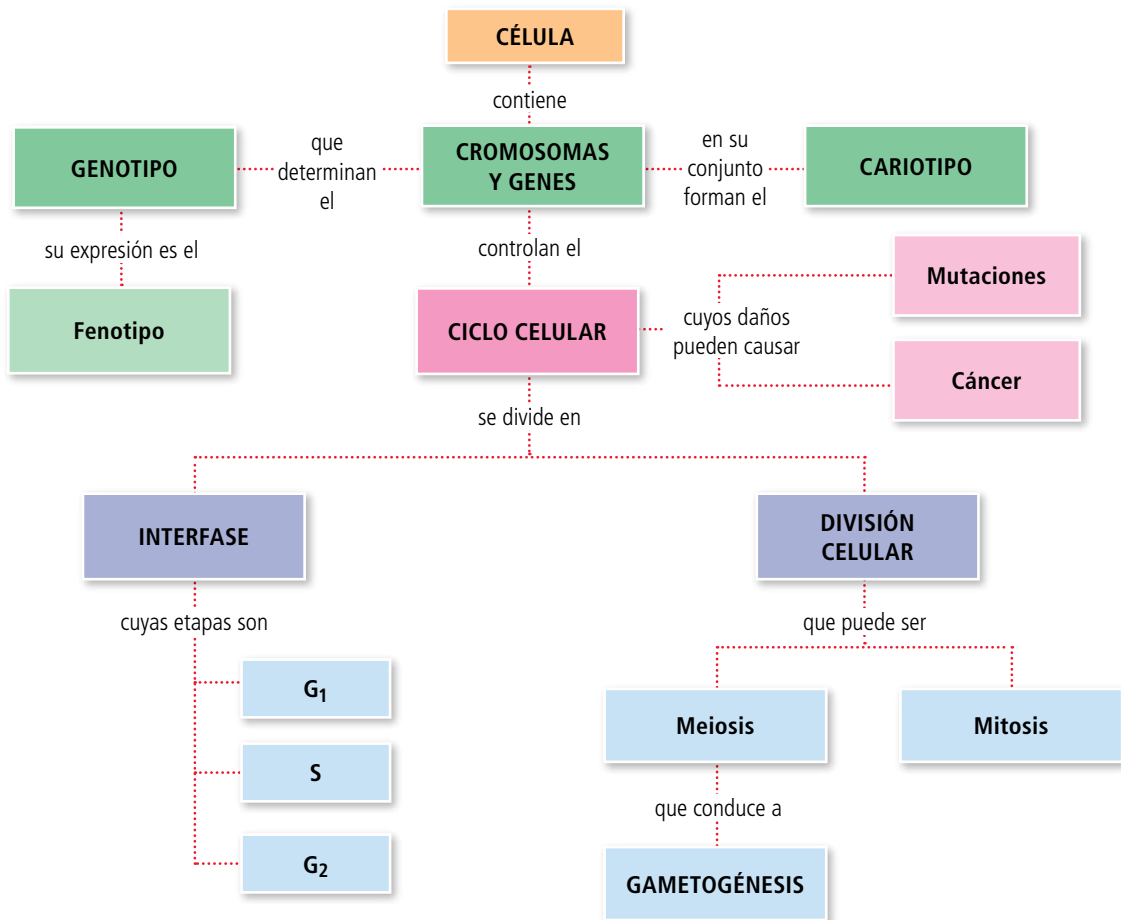
- 1 **Exploración adicional:** existe algunos alimentos como los berries (arándanos, frambuesas, frutillas) que tienen propiedades antioxidantes. ¿Qué relación tiene esa propiedad con el tema tratado?
- 2 **Enlace con las matemáticas:** cuando las células se dividen una se convierte en dos y estas dos se transforman en cuatro. Si una célula se reproduce cada 30 minutos, ¿cuántas células habría después de 24 horas?
- 3 **Enlace con los estudios sociales:** los indios hopo del suroeste estadounidense tienen un refrán: "No es bueno contar los años. Eso hace que uno envejezca." ¿Éstas de acuerdo con este dicho?, ¿por qué sí o por qué no?
- 4 **Tema a debate:** ¿debe usarse la biotecnología para prolongar la expectativa de vida?, ¿cuáles podrían ser sus efectos positivos y negativos?

Fuente: Oram, Raymond F. Biología Sistemas vivos. Editorial McGraw-Hill, México D.F., 2007. Cap. 7, pág. 191.

Glosario

- **Anafase:** fase de la mitosis en que los cromosomas migran a los polos.
- **Apoptosis:** autoeliminación de una célula.
- **Cáncer:** proliferación descontrolada de células malignas que pueden infectar a otras células y tejidos del organismo.
- **Características sexuales primarias:** características que permiten distinguir a un hombre de una mujer desde que nacen. Los aparatos reproductores.
- **Características sexuales secundarias:** características que permiten distinguir a un hombre de una mujer a partir de la pubertad (constitución esquelética y muscular, voz, vellos, etc.).
- **Cariograma:** representación del cariotipo.
- **Cariotipo:** disposición, morfología y número de cromosomas de una especie determinada.
- **Centrómero:** Es la región de constricción primaria en los cromosomas humanos donde las cromátidas hermanas se unen durante la mitosis y meiosis.
- **Ciclo celular:** ciclo de vida de toda célula consta de la interfase y de la mitosis (o meiosis).
- **Cigoto:** estructura resultante de la fecundación.
- **Cromátida:** una de las unidades longitudinales de un cromosoma duplicado.
- **Cromatina:** material genético descondensado que formará los cromosomas durante la división celular.
- **Cromosoma:** estructura formada por ADN y proteínas, sólo son visibles en la división celular.
- **Cromosomas homólogos:** par de cromosomas de similares características y funciones, uno aportado por la madre y otro por el padre.
- **Diploide:** célula que contiene la totalidad del material genético de una especie. Tiene dos series de cromosomas, uno aportado por el padre y otro por la madre.
- **Fecundación:** unión del espermatozoide y del óvulo u ovocito.
- **Fenotipo:** genotipo expresado en un determinado ambiente.
- **Gameto:** célula sexual que contiene la mitad del material genético de la especie.
- **Gametogénesis:** proceso de origen de los gametos.
- **Genotipo:** contenido genético de un individuo.
- **Haploide:** célula que contiene la mitad del material genético. Tiene una sola serie de cromosomas.
- **Huso:** estructura de filamentos proteicos, encargada de trasladar y sostener los cromosomas durante la mitosis.
- **Interfase:** fase del ciclo celular en que la célula duplica su material genético.
- **Meiosis:** división celular que experimentan las células germinales para dar origen a los gametos.
- **Mitosis:** división celular que experimentan las células somáticas y las células germinales tempranas.
- **Mutación:** alteración en los genes que se transmite.
- **Permutación:** distribución al azar de cromosomas durante la metafase.
- **Placa celular:** placa que separa a las células vegetales dividiendo el citoplasma en la telofase.
- **Recombinación genética:** proceso en que los cromosomas homólogos intercambian segmentos genéticos.
- **Variabilidad genética:** proceso que asegura en la descendencia, individuos con información genética distinta.

Mapa conceptual



Síntesis

La **reproducción** es el mecanismo que utilizan todos los seres vivos para perpetuarse en el tiempo. Todas las células tienen las herramientas necesarias para hacerlo. Las nuevas células eucariontes que se forman durante los **ciclos celulares** son reguladas por la interacción de muchas proteínas y agentes externos. Al fallar este sistema, se pueden producir **mutaciones** que pueden llevar a producir cáncer. Cuando un ciclo celular incluye la **mitosis**, como en la reproducción de muchas células del cuerpo, primero se replican los **cromosomas** y luego se distribuyen por igual en las células hijas. Cada una de estas últimas recibe el mismo conjunto de instrucciones

genéticas presentes originalmente en la célula madre. Las células procariontes distribuyen sus cromosomas replicados a las células hijas por fisión binaria o bipartición.

Un ciclo celular con **meiosis** también necesita la replicación de cromosomas. Si bien origina la formación de **células reproductivas** especializadas que contienen apenas la mitad del número de cromosomas de la célula madre, esta **reducción del número** de cromosomas asegura que éste se mantenga constante de una generación a otra. La **meiosis** y **fecundación** dan por resultado la **recombinación genética**, importante en la **variación de los organismos** y, por ende, en la evolución.

Evaluación

LENGUAJE DE LA BIOLOGÍA

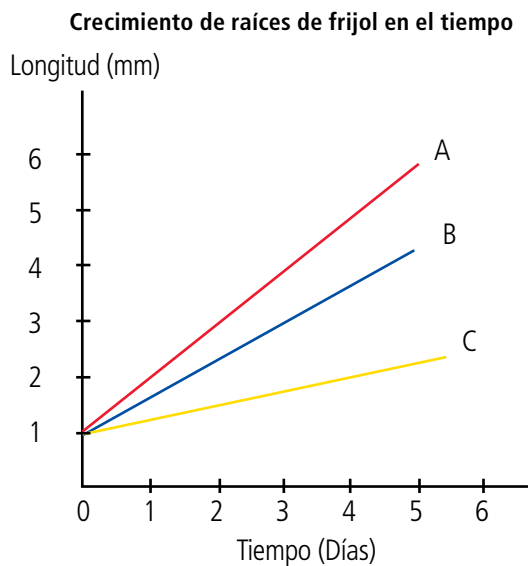
Escribe en tu cuaderno una síntesis que muestre tu comprensión de cada uno de los siguientes términos:

- Anafase
- Centrómero
- Huso
- Ciclo celular
- Interfase
- Cigoto
- Meiosis
- Cromátida
- Diploide
- Mitosis
- Placa celular
- Fecundación
- Recombinación genética
- Gameto
- Homólogo
- Haploide

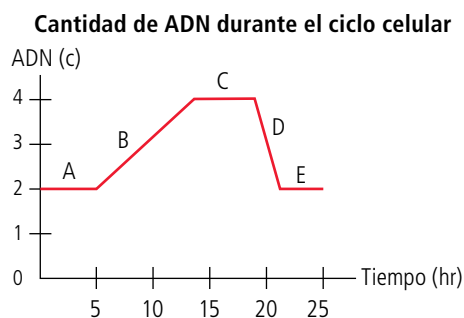
COMPRESIÓN DE CONCEPTOS

- 1 Elabora una serie de diagramas con rótulos que ilustre la mitosis en una célula animal con $2n=6$.
- 2 ¿De qué manera podría verse afectado el ciclo celular si se viera impedida la replicación del ADN?, ¿por qué?
- 3 ¿Cuál es la relación entre el área superficial celular y el volumen de la célula a medida que ésta crece?, ¿de qué modo esto limita el tamaño de la célula?
- 4 Elabora una serie de diagramas para ilustrar la meiosis en una célula animal con $2n=6$.
- 5 Explica en qué forma las moscas de la fruta con alas largas podrían tener descendientes con alas cortas.
- 6 ¿Qué se logra con la mitosis en cuanto a la información genética de una célula?
- 7 ¿Cómo explicarías la producción de una célula humana que tuviera solo 45 cromosomas?
- 8 Si el núcleo de un tipo celular que no se divide, como las neuronas, se trasplanta a una célula de la piel cuyo núcleo está en la fase de replicación del ADN, en cuestión de minutos se inicia la replicación del ADN en los cromosomas del núcleo de neurona trasplantado. ¿Qué indican los resultados de este experimento acerca del control del ciclo celular?
- 9 Algunos organismos se reproducen de manera que sus descendientes surgen de una sola célula del organismo progenitor. ¿Cual mecanismo de reproducción celular opera en tal caso? Compara la variedad entre los descendientes producidos de esta manera y la de los que resultan de la fecundación del óvulo por un espermatozoide.
- 10 Supón que una célula tiene cuatro cromosomas homólogos de cada tipo en lugar de dos. ¿Cuántos cromosomas homólogos de cada tipo tendrían las células hijas producidas por mitosis y por meiosis?
- 11 ¿En qué difiere la reproducción celular en procariontes y eucariontes? ¿Podrían ocurrir la mitosis o meiosis en procariontes? ¿Por qué sí o por qué no?
- 12 La colchicina es un compuesto que impide la formación de los microtúbulos. ¿Cuál sería el efecto de añadirla a células justo antes de que se inicie la mitosis?
- 13 En otros tiempos se decía que la interfase era la "fase de reposo" de la mitosis. En tu opinión, ¿por qué ya no se usa esta definición?
- 14 El daño a los nervios suele ser permanente, ¿por qué a veces es imposible recuperarse de él?
- 15 En algunos organismos la mitosis no va seguida de división celular. Describe el aspecto que podría tener la estructura celular de esos seres vivos.

- 16 Se marcaron las raíces de una planta de frijol en tres secciones iguales (A, B y C), de modo que A es la más cercana a la punta de la raíz y C la más distante de dicha punta. La longitud de cada sección se mide en cada uno de cinco días. El crecimiento total por sección se indica en la gráfica siguiente. ¿Cuál sección tuvo el crecimiento más rápido? Explica tu respuesta.

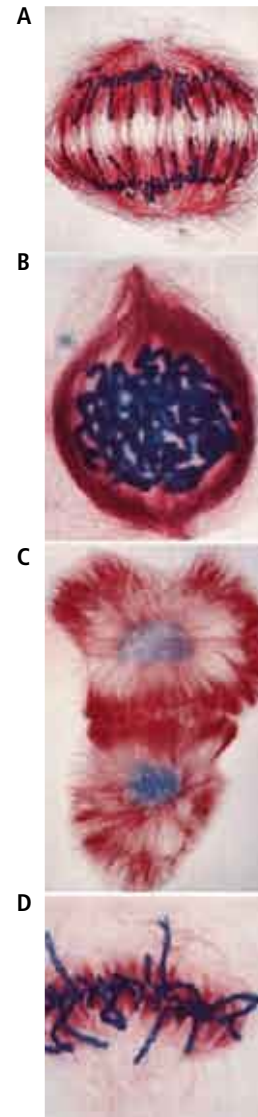


- 17 Las células están formadas por muchos organelos. ¿Cuáles interactúan durante la mitosis y cómo lo hacen?
- 18 Dado el siguiente gráfico del ciclo celular. Responde:



- I. ¿El gráfico corresponde a la mitosis o la meiosis? Justifica tu respuesta.
- II. ¿Qué procesos representan las letras A, B, C, D y E?
- III. ¿Cuál es la cantidad de ADN (c) y de cromosomas (n) presente en cada etapa?

- 19 Identifica, rotula y ordena los esquemas que representan las etapas de la mitosis.



Unidad 2

Hormonas, reproducción y desarrollo

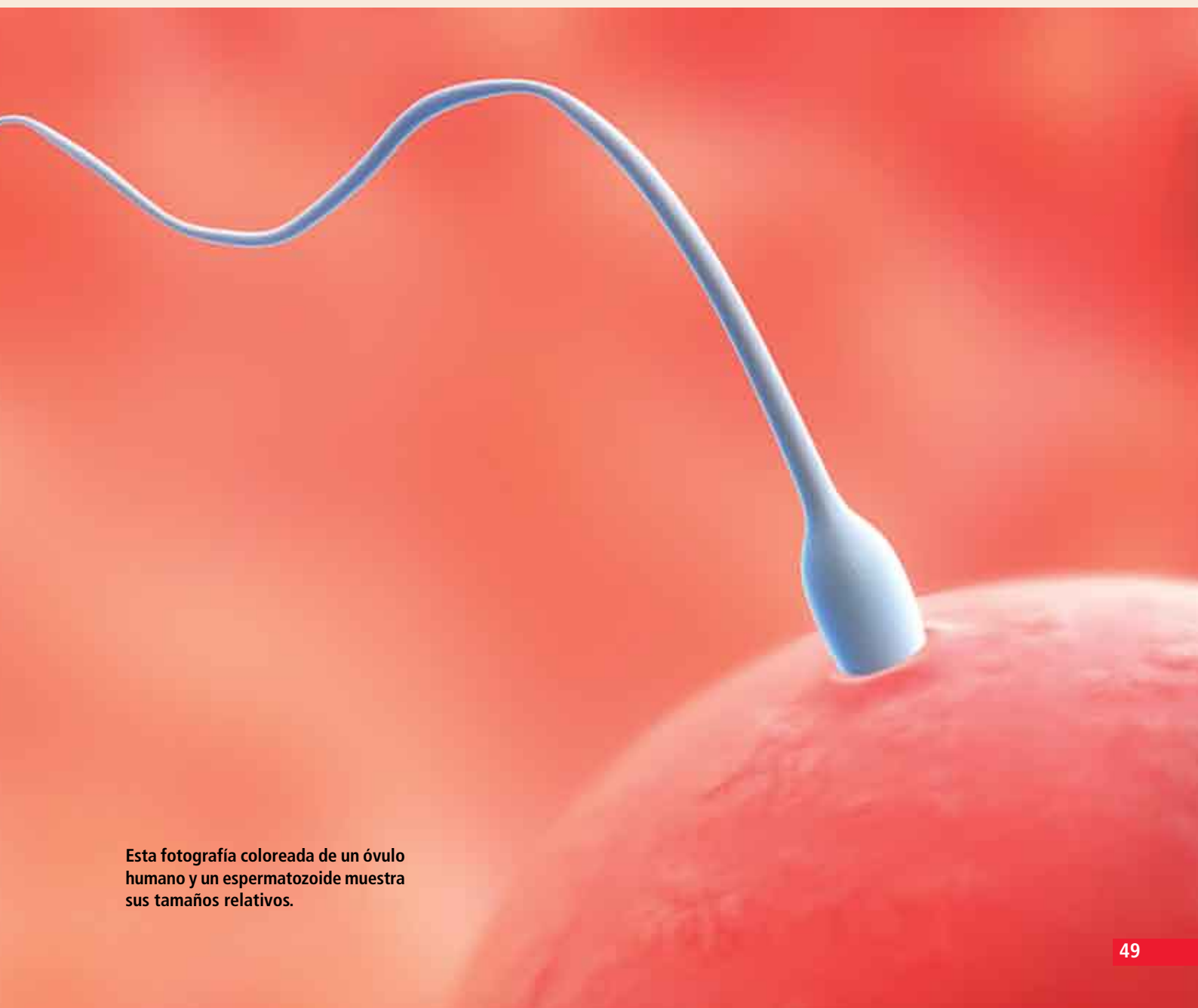
Sexualidad humana	52
Hormonas y control hormonal.....	65
Hormonas y sexualidad humana.....	78

En esta Unidad:

- Conocerás los elementos básicos del control hormonal, incluyendo la naturaleza de las hormonas, su procedencia y sus acciones reguladoras sobre procesos fisiológicos de animales y plantas, y sus aplicaciones biotecnológicas.
- Conocerás las características del período de la pubertad, del ciclo reproductivo y su regulación hormonal en la mujer.
- Comprenderás el significado de la fecundación en el restablecimiento de la diploidía y de la fecundidad masculina y femenina.
- Conocerás los cambios hormonales en el embarazo, parto y lactancia, proceso de desarrollo embrionario y fetal humano, y los aspectos valóricos, afectivos y de salud de la lactancia materna.
- Comprenderás los diversos aspectos de la sexualidad humana (físicos, psicológicos, valóricos y culturales) y de la responsabilidad individual que involucra.

Frecuentemente el tema de la sexualidad lo relacionamos principalmente con el sexo, con la parte física y nos olvidamos que ese concepto abarca muchos otros aspectos, tanto físicos, psicológicos y afectivos. Estos aspectos están determinados, por un lado, por el programa genético de la persona que hace posible la producción de hormonas sexuales responsables de muchas diferencias entre ambos sexos, y, por otro lado, la sexualidad puede estar determinada por la propia cultura, ya que ésta asigna roles y pautas de comportamiento a cada género, que pueden influir enormemente en la conducta social. Por ejemplo, en algunas culturas la mujer es la encargada de proteger a la familia, en cambio en otras el hombre cumple esa función.

Desde que nacemos estamos siendo controlados por nuestras hormonas, ellas regulan muchas de las acciones y comportamientos, a veces ni lo notamos, pero ahí están. Por ejemplo, al comer un chocolate la hormona insulina está controlando la cantidad de azúcar presente en la sangre, cuando nos asustamos experimentamos algunas reacciones para estar más alertas a situaciones que nos podrían producir algún daño, y esto es por la presencia de la adrenalina. En la pubertad se activan algunas hormonas sexuales, es por ello que los jóvenes comienzan a interesarse más por el sexo complementario, dejan atrás el juego de la pelota o las muñecas. Se establecen relaciones que a futuro llevarán a formar una nueva familia.



Esta fotografía coloreada de un óvulo humano y un espermatozoide muestra sus tamaños relativos.

PARA COMENZAR



Laboratorio de lectura y reflexión

Antecedentes

Durante toda la historia, la supervivencia de la especie humana ha dependido de su capacidad de reproducción. Sin embargo, ha aprendido que la mera producción de descendientes no es suficiente. Sin cuidado y atención constantes incluso los bebés bien alimentados no se desarrollarán bien ni ganarán peso.

Las representaciones tempranas de las mujeres en el arte destacan la fecundidad mediante el embarazo, dada la importancia de la continuación de la línea familiar por reproducción. Algunos artistas más recientes han ido más allá de sólo mostrar la fertilidad. Henry Moore, escultor inglés del siglo XX, es uno de tales artistas. En 1949 realizó una escultura en bronce llamada **Grupo familiar**, que muestra un nutritivo espíritu familiar. Los padres proporcionan protección y cuidado al niño. Henry Moore estuvo influenciado en sus primeras etapas artísticas por el arte mexicano y africano. Sus obras en piedra, madera y bronce tienen líneas simples y muchas parecen deterioradas por el clima. Muchas de sus esculturas muestran familias o madres con sus niños.

- 1 **Escribe acerca de la biología:** ¿cómo se relaciona la escultura de Moore con lo que sabes acerca de las familias actuales?
- 2 **Temas a debate:** el número de familias con un solo progenitor ha aumentado mucho durante las últimas décadas. ¿Cuáles son algunos de los problemas que estos padres o madres encuentran a medida que crecen sus hijos?
- 3 **Enlace con estudios sociales:** platica con un adulto acerca de su visión de la familia ideal. Escribe un breve reporte de tus impresiones.

Inténtalo

Reúnete con algunos compañeros y compañeras, observen distintos tipos de revistas y seleccionen todo aquello que crean que se relaciona con el tema de la sexualidad. Luego expongan frente al curso sobre el tema de sexualidad considerando las siguientes interrogantes:

- 1 ¿Cómo definirías la sexualidad?
- 2 ¿Qué importancia le das al entorno social frente al tema?
- 3 ¿Qué información acerca de la sexualidad has adquirido a través de conversaciones con tus padres, con amigos, amigas, compañeros y compañeras?
- 4 ¿Qué importancia le das al colegio, a la familia y a los amigos(as) sobre la información acerca del tema?
- 5 ¿Crees que los medios de comunicación influyen en la entrega de información sobre la sexualidad? Si es así, ¿de qué forma lo hacen? Da algunos ejemplos.

Laboratorio de análisis

Antecedentes

Observa la siguiente tabla acerca de las Enfermedades de Transmisión Sexual (ETS) en Chile. Comenta con tus compañeros y compañeras y luego responde en tu cuaderno:

Patologías notificadas en adolescentes (15 a 19 años)
Vigilancia centinela ETS 2000

Patología	Hombres		Mujeres		Total	
	Casos	%	Casos	%	Casos	%
Sífilis*	16	23,5	23	12,6	39	15,6
Gonorrea	13	19,1	8	4,4	21	8,4
Uretritis No Gonocócica (UNG)	9	13,2	0	0	9	3,6
Condiloma	27	39,7	91	50	118	47
Herpes genital	1	1,5	6	3,3	7	2
Flujos**	2	2,9	46	25,3	48	2,8
Otra	0	0	8	4,4	8	19,2
Total	68	100	182	100	250	100

*Sífilis todas sus etapas. ** Candidiasis, Vaginosis bacteriana, Tricomoniasis.

Fuente: Información de sistema de vigilancia centinela ETS. Chile, 2000.
Departamento de Epidemiología - Ministerio de Salud - Chile.

Inténtalo

- 1 ¿Las ETS son más frecuentes en el sexo femenino o masculino? ¿A qué crees que se deben esas diferencias?
- 2 ¿Cuál es la ETS más frecuente en mujeres y en hombres? ¿Es la misma en ambos sexos?
- 3 Realiza un gráfico sobre los casos de ETS en hombres y otro gráfico de las ETS en mujeres.
- 4 ¿Te llamó la atención alguna información entregada en la tabla?
- 5 De acuerdo a la información obtenida en la tabla, plantea algunas conclusiones.
- 6 Comenta con tus compañeros y compañeras qué enfermedad(es) de las señaladas en la tabla conoces y cuál(es) desconocen. Investigen en Internet los síntomas y consecuencias.

Sexualidad humana

Vivimos en un mundo muy “sexualizado”. Si observas a tu alrededor, verás que en la radio y televisión, en las películas, las revistas y la música, el sexo es usado para vender todo, desde jabón hasta analgésicos. Pero a pesar de que se habla tanto del tema, en realidad, mucha de la información que se recibe no es útil. Por ello resulta fácil confundirse o presionarse a tener relaciones sexuales antes de estar listos.

Si queremos tener vidas saludables y gratificantes, es importante informarse correctamente acerca del sexo.

¿Qué es la sexualidad?

Todos los seres humanos somos sexuales, ya que nuestra sexualidad incluye nuestros cuerpos y como funcionan; nuestro género (si somos mujer u hombre), nuestra identidad de género (cómo nos sentimos acerca de ser mujer u hombre), nuestra orientación sexual (si somos heterosexuales, homosexuales o bisexuales), nuestros valores sobre la vida, el amor y las personas en nuestras vidas. Por ello, la sexualidad influye en cómo nos sentimos sobre todas estas cosas y cómo experimentamos el mundo.




Para poder tomar decisiones sanas sobre tu sexualidad, es recomendable cuidar el cuerpo, conversar con tus padres u otros adultos de confianza en caso de dudas, respetarte a ti mismo y a los demás.

Actividad N°1 Relacionando hormonas con las características sexuales

Analiza el siguiente experimento

Arnold Adolph Berthold (1803-1861), naturalista y médico alemán que realizó en 1849 el primer experimento en endocrinología. Aunque fue pionero, no causó impacto entre la comunidad científica. Estudió y analizó la conducta de apareamiento, de lucha, las características de la anatomía del gallo y su cacareo.

Observó la conducta de los siguientes grupos de pollos:

Inicio		Después de un tiempo
Primer grupo: dos pollos castrados (capones).		Primer grupo: adultos que eran capones, no presentaban morfología de gallo.
Segundo grupo: dos pollos castrados pero con los testículos reimplantados en la cavidad abdominal.		Segundo grupo: gallos aparentemente normales en morfología y conducta.
Tercer grupo: dos pollos castrados pero con un testículo del otro trasplantado en la cavidad abdominal.		Segundo grupo: gallos aparentemente normales en morfología y conducta.

Características sexuales primarias

Corresponden a los **órganos sexuales**, ovarios y testículos. Están presentes desde la etapa de gestación del individuo y a partir de ellos se establece la **condición sexual** del hombre y de la mujer.

En las primeras semanas del desarrollo embrionario los órganos sexuales son prácticamente indistinguibles. Al nacer, aún se pueden encontrar estructuras “homólogas” que derivan del mismo tejido embrionario. Si observamos a dos bebés vestidos con el mismo tipo y color de ropa, no notaremos cuál es la mujer y cuál es el varón. Sólo al observar los órganos sexuales podremos distinguirlos (ver **Figura 2.1**).

El sexo del embrión queda determinado por el espermatozoide en el momento de la fecundación. Dependiendo del tipo de cromosoma sexual que contenga (X o Y) aportará un programa genético diferente en hombres y en mujeres. Ese programa genético determinará que las células adquieran una forma y una función determinada, dentro de las cuales se encuentra el desarrollo de los órganos sexuales. Éstos se producen en los primeros cinco meses de gestación por la estimulación de algunas hormonas sexuales y permanecen en un estado pasivo hasta llegar a la pubertad, al desarrollarse proporcionarán al niño o a la niña las funciones precisas para convertirse en seres capaces de relacionarse sexualmente y reproducirse.

Figura 2.1 En esta imagen, observamos a dos bebés cuyo sexo desconocemos, pero podríamos inferirlo por su vestimenta. En algunas culturas, las niñas son vestidas con ropa de color rosado y los niños con ropa de color celeste.



En relación al experimento de Berthold, responde las siguientes preguntas:

- 1 ¿Qué sucedió con los pollos del grupo 1, 2 y 3 al crecer?
- 2 ¿Qué variable fue alterada en cada grupo de pollos?
- 3 ¿Podría existir una relación entre la variable alterada y la morfología de los pollos? Si es así, ¿cuál sería esa relación?
- 4 ¿Qué conclusiones puedes plantear al respecto?
- 5 ¿Qué aporte crees que tiene este experimento para el estudio del desarrollo sexual en los seres vivos? ¿Se podría hacer una relación de lo sucedido en este experimento con las características sexuales secundarias del ser humano? ¿Cuál sería esa relación?
- 6 ¿De qué forma podrías hacer que el pollo del grupo 1 tuviera las características de un gallo normal?

Pubertad y adolescencia



*Las **características sexuales secundarias** son esas características físicas que se desarrollan durante la pubertad y que más adelante acentúan las diferencias anatómicas entre hombres y mujeres.*

La **adolescencia** es el periodo que comienza con la pubertad y termina cuando la persona alcanza la madurez sexual, es decir, se convierte en un adulto.

En esta etapa la persona descubre su identidad y define su personalidad. La transformación de niño(a) a adulto implica muchos cambios psicológicos, prefieren estar con sus amistades, comienzan las atracciones por el sexo opuesto, quieren tener más independencia de los padres, ser capaces de tomar sus propias decisiones, etc.

La **pubertad** es la fase de desarrollo del cuerpo humano en la que se inicia la maduración de los órganos sexuales y comienzan a manifestarse las características sexuales secundarias. La edad exacta en la cual un niño(a) ingresa a la pubertad depende de muchas variables como los genes, la nutrición y el género de la persona. El origen de estos cambios radica en la producción de algunas hormonas que estimulan, en el caso de las niñas, a los ovarios para que incrementen la producción de estrógeno y progesterona; mientras que en los niños, estimulan a que los testículos aumenten la producción de testosterona.

Características sexuales secundarias

Mujer	Hombre
Maduración de ovocitos.	Producción de espermatozoides.
Menstruación.	Eyaculación.
Aumento de vello principalmente en zona axilar y púbica.	Aumento de vello en distintas zonas del cuerpo (cara, axilas, pubis, extremidades, etc.).
Desarrollo esquelético: caderas más anchas.	Desarrollo esquelético: tórax y hombros más anchos.
Crecimiento y desarrollo del sistema reproductor.	Crecimiento y desarrollo del sistema reproductor.
Desarrollo masa muscular (en menor grado que el hombre).	Desarrollo masa muscular.
Cambio de voz (en menor grado que el hombre).	Cambio de voz: más grave.
Aumento del depósito de grasa, principalmente en caderas, glúteos y en zonas subcutáneas.	Aumento de depósitos de grasa principalmente en el área del abdomen.
Desarrollo de glándulas mamarias, sudoríparas y sebáceas.	Desarrollo de glándulas sudoríparas y sebáceas.

Los sistemas reproductores

El sistema reproductor masculino y femenino constituyen los sistemas responsables de la procreación humana. Ambos presentan órganos internos y externos con características específicas que garantizan su función. A continuación veremos con más detalle cada sistema.

Sistema reproductor masculino

En la **Figura 2.2** se muestra el sistema reproductor masculino humano. Los **testículos** son dos estructuras ovales que se hallan dentro de un saco externo llamado **escroto**. En muchos animales los testículos están dentro del abdomen, pero en los humanos y algunos otros mamíferos los **espermatozoides** requieren una temperatura ligeramente inferior a la del interior del cuerpo.

Los espermatozoides se producen a partir de células germinales de los testículos y luego se transfieren a través de una serie de tubos sumamente enrollados, denominados **túbulos seminíferos**. A medida que los espermatozoides dejan dichos tubos, se almacenan en el **epidídimo** y luego pasan por el conducto deferente recibiendo fluidos de algunas glándulas, éstas son la próstata, la vesícula seminal y las glándulas bulbouretrales. Estos fluidos constituirán el **semen** que proporcionará a los espermatozoides un medio para que puedan desplazarse y nutrirse. Cada espermatozoide tiene un flagelo que le ayuda a nadar en ellos. El semen sale del cuerpo del hombre a través de un conducto llamado uretra.

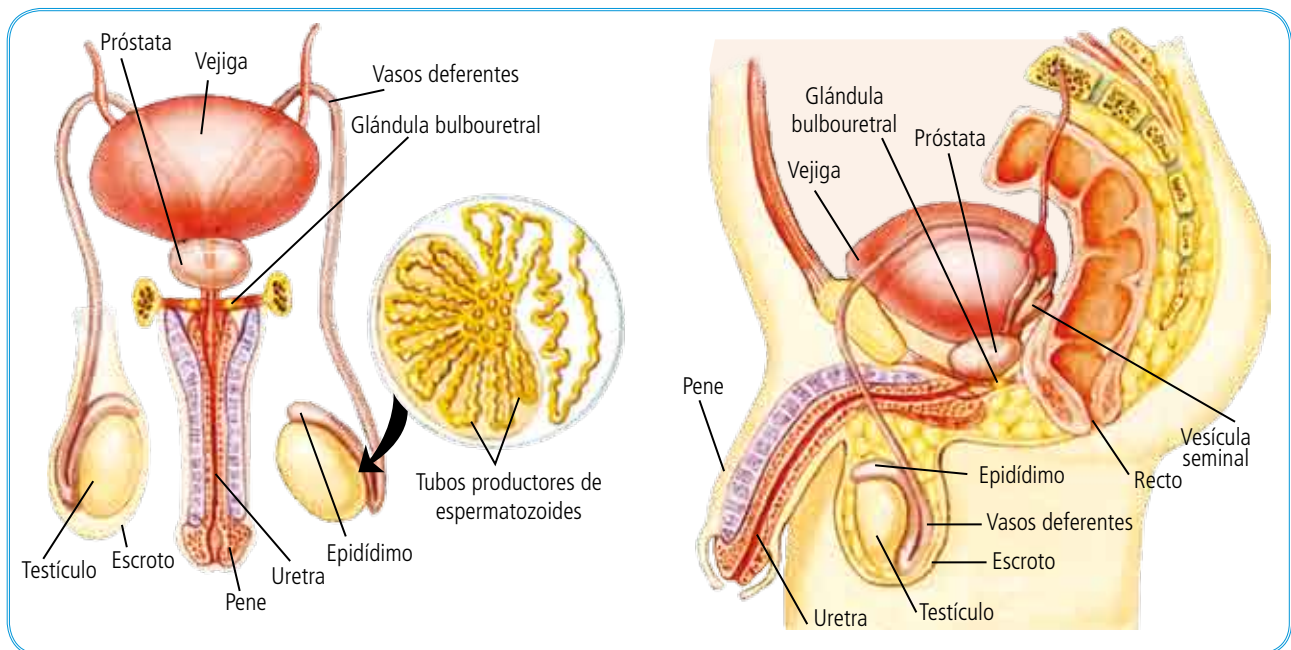


Figura 2.2 Los espermatozoides se desarrollan en los testículos, órganos ubicados dentro de sacos fuera del abdomen del varón. Observa que los tractos urinario y reproductivo tienen un paso compartido. ¿Por qué los espermatozoides necesitan ser almacenados afuera de la cavidad corporal?

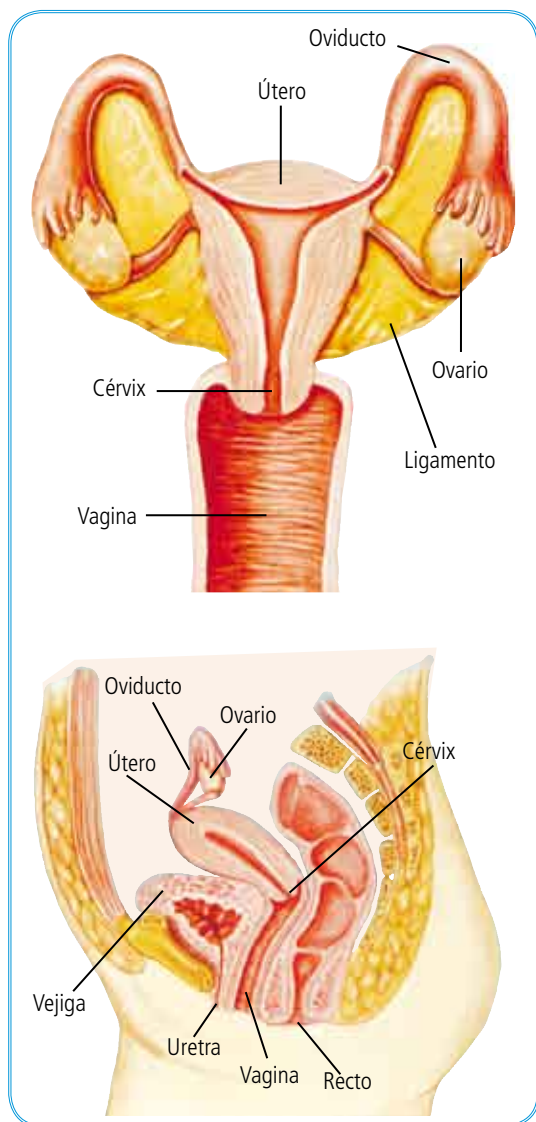


Figura 2.3 Los óvulos se desarrollan en los ovarios, dos órganos ubicados en cada lado del abdomen de la mujer. Observa que los órganos reproductivos femeninos están separados de los tractos urinario y digestivo. ¿Cuál es el nombre de la abertura al útero?

Sistema reproductor femenino

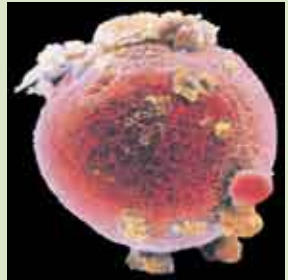

En la **Figura 2.3** se muestra el sistema reproductor femenino humano. Este sistema está formado por dos **ovarios** en cuyo interior se encuentran las células sexuales femeninas (ovocitos) protegida por las llamadas **células foliculares**. Durante el ciclo sexual femenino, con frecuencia promedio de 28 días, se desarrolla el folículo. En la mitad del ciclo el ovocito maduro es liberado desde el folículo e incorporado al oviducto, proceso denominado **ovulación**.

Si hay relación sexual y por lo tanto presencia de semen al interior del tracto reproductivo femenino, se producirá la fecundación del óvulo en el oviducto y se formará el **cigoto**, con lo cual se iniciará la vida de un nuevo ser humano.

En etapas sucesivas el cigoto se dividirá por mitosis y al cabo de un tiempo formará el **blastocisto** que se implantará en las paredes del útero y continuará el embarazo.

Si no se produce fecundación, el ovocito maduro se hace disfuncional y se reabsorbe al interior del tracto femenino. La capa más interna (endometrio) de las paredes uterinas se desprende y se produce la menstruación.

La siguiente tabla muestra las diferencias y semejanzas entre el ovocito y el espermatozoide:

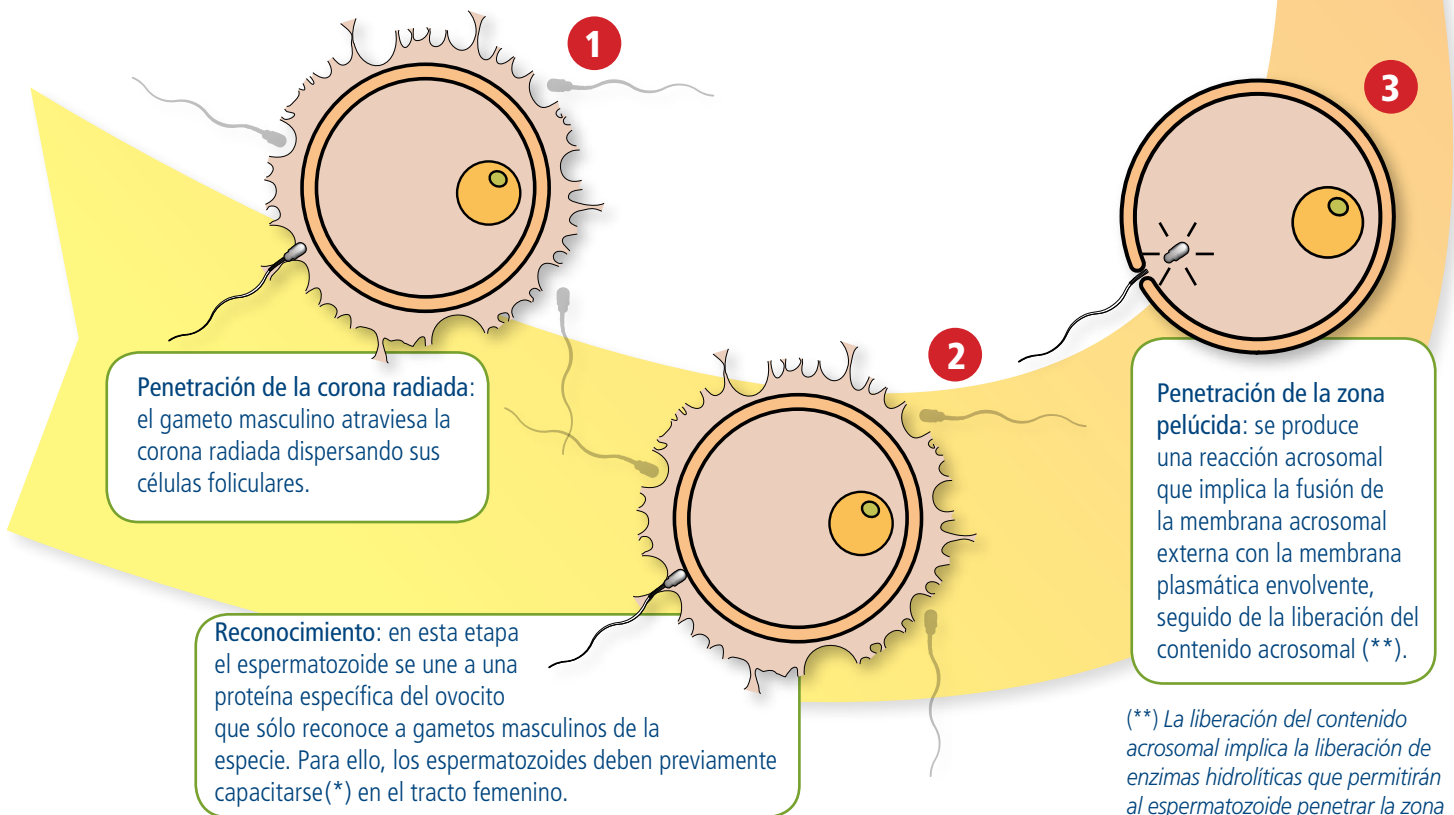
	Ovocito	Espermatozoide
		
Amplificación: óvulo, 470X; espermatozoides, 4.500X		
Definición	Célula haploide de la mujer, portadora de la carga genética.	Célula haploide del hombre, portadora de la carga genética.
Nutrientes	Reserva nutritiva propia.	Aportada por los fluidos del semen.
Tamaño	100 μm de diámetro.	Poseen una cabeza de 5-8 μm y una cola de 50 μm de longitud.
Lugar de formación	Producido por el ovario.	En túbulos seminíferos del testículo.
Cantidad liberada	1 por mes.	300 a 500 millones de espermatozoides en una eyaculación.
Cantidad producida por cada meiosis	1.	4.
Viabilidad	De 12 a 24 h.	72 h.
Movilidad	No presenta movilidad propia.	Movilidad propia gracias al flagelo.

Fecundación

La fecundación es la fusión de los gametos masculino y femenino para dar lugar al cigoto. Los humanos, como otros mamíferos, tienen fecundación interna. Ésta evita los peligros de los depredadores y las condiciones ambientales difíciles para los gametos. Dentro del cuerpo de la mujer progenitora los óvulos se retienen en los órganos reproductivos. Cuando los espermatozoides entran en el cuerpo de la mujer, se mueven en una ruta directa hacia los óvulos. Los órganos reproductivos ofrecen un ambiente húmedo y protector para espermatozoides y óvulos. Durante estos momentos, están protegidos de la deshidratación mediante un fluido en que son capaces de nadar hacia el óvulo.

Sólo es posible la reproducción si una célula sexual femenina (el ovocito) es fecundada por una célula sexual masculina (el espermatozoide). Numerosos espermatozoides rodean al ovocito, pero sólo uno de ellos penetrará en él, dejando fuera su flagelo. Una vez en su interior se fusionan los núcleos de los dos gametos. El ovocito se encuentra rodeado por una cubierta de células foliculares que formarán la **corona radiada** y hacia el interior existe una membrana glicoproteica llamada **zona pelúcida**, ésta presenta receptores que reconocen al espermatozoide de la especie y evita el ingreso de más de uno (poliespermia).

La fecundación se puede dividir en etapas como se ilustra a continuación:



(*) La capacitación corresponde a una serie de alteraciones de la cubierta superficial y membrana del espermatozoide, que le permitirá penetrar a través de la zona pelúcida.

(**) La liberación del contenido acrosomal implica la liberación de enzimas hidrolíticas que permitirán al espermatozoide penetrar la zona pelúcida.



Figura 2.4 "El beso", óleo sobre lienzo del pintor austríaco Gustav Klimt.

Aunque millones de espermatozoides pueden ingresar a la vagina, sólo uno logrará fecundar al ovocito. La penetración del espermatozoide en el ovocito hace que éste complete la meiosis. Entonces los núcleos haploides de espermatozoide y ovocito se combinan para formar el cigoto diploide. Éste comenzará a dividirse y se trasladará a lo largo del oviducto hacia el útero, donde se implantará y culminará su desarrollo.

Reproducción y sexualidad

En todo ciclo de vida, uno de los procesos fundamentales es la reproducción, ya que permite perpetuar las especies.

En la especie humana la reproducción se genera a través del coito. Este tiene dos componentes, uno biológico con un fin reproductivo y otro emocional, que involucra pasión y sentimientos de afecto entre dos personas donde la responsabilidad es un valor muy importante.

En una relación sexual se presentan 4 fases:

- **Fase de excitación:** es el inicio de sensaciones eróticas. *Aumenta el flujo sanguíneo alrededor de los órganos sexuales, produciendo la erección del pene en el hombre y la lubricación vaginal en la mujer.*
- **Fase de meseta:** estado de excitación aun más avanzado, que culmina al llegar al orgasmo.
- **Fase orgásmica:** fase más placentera de la relación sexual. En el hombre consiste en una serie de contracciones de los músculos peneanos, que permiten la eyaculación del semen. En la mujer esta fase se manifiesta en una serie de contracciones de los músculos vaginales.
- **Resolución:** etapa en la cual el organismo se relaja, disminuyen todos los cambios fisiológicos ocurridos durante el coito. En los varones esta fase dura muy poco, pasando por un **período refractario** durante el cual no es capaz de tener otro orgasmo. En cambio, las mujeres permanecen en esta fase durante más tiempo, y si la estimulación sexual continúa, pueden alcanzar otros orgasmos.

Conexión con la salud Síndrome de alcoholismo fetal

Jason, de siete años de edad, ha perdido a sus amigos. Es extravertido, amoroso y tiene mucha energía. Por desgracia, ha tenido un pobre inicio en la escuela porque tiene problemas para recordar los números y las letras y no puede poner atención a su trabajo como los otros niños de su edad. Jason no es responsable de sus problemas, sino su madre.

La madre de Jason lo ama mucho. Estaba emocionada cuando descubrió que iba a tener un bebé. Su embarazo fue un momento de celebración que incluyó fiestas con cerveza, vino y otras bebidas alcohólicas. Aunque nunca bebió lo suficiente como para embriagarse, sin saberlo dañó

a Jason. No se dio cuenta de que el alcohol llegó hasta la sangre del bebé en desarrollo.

Por fortuna, los síntomas del efecto de alcoholismo fetal (EAF) en Jason no son tan severos. Algunos niños cuyas madres bebieron mucho durante el embarazo nacen con retraso mental y con deformaciones físicas. Pueden padecer toda una variedad de problemas físicos, como cráneo deforme, defectos cardiacos, vista y audición deficientes, dientes malos y crecimiento atrofiado. La mayoría de estos problemas, llamados síndrome de alcoholismo fetal (SAF), los afectarán durante toda su vida.

El síndrome de alcoholismo fetal es la primera causa mundial de retardo mental prevenible.

Paternidad y maternidad responsable

Cuando comienzan a activarse las hormonas sexuales durante la pubertad, se producen muchas sensaciones nuevas. Puede ocurrir que te presenten a algún amigo o amiga que te atrae de manera especial. ¿Cómo reaccionas? ¿Qué le ocurre a tu cuerpo cuando esto sucede? Miles de estímulos se dirigen a tu cerebro y sientes que esa persona te gusta.

Cuando eso sucede, quieres conocer más a esa persona y si la atracción es mutua, ambos buscan el contacto físico. Se establece una relación de pareja que puede ser ocasional o permanente en el tiempo. En algún momento tienes la opción de elegir tener una relación sexual o bien abstenerte.

Si ambos deciden tener relaciones sexuales, entonces es muy importante considerar que esto te obliga a vivir tu sexualidad de manera responsable cuidando también a tu pareja.

Uno de los aspectos que debes considerar es la prevención de embarazo adolescente y evitar el contagio de ETS (Enfermedades de Transmisión Sexual). Hoy día muchos estudios indican que los y las adolescentes no están preparados(as) para asumir la responsabilidad económica, psicológica y emocional que significa ser padre o madre a tan temprana edad.

La unión sexual implica una gran responsabilidad que va más allá de usar algún método de prevención del embarazo. La relación sexual nos obliga a establecer vínculos con la persona elegida y a veces esos vínculos son para toda la vida, cuando un hijo o hija nace de esta unión.

La pareja debe procurar el cuidado del hijo(a) desde el embarazo. A veces deben dejar de hacer algunas cosas para cuidar la salud del futuro niño(a): cambiar hábitos alimentarios, dejar el tabaco o el alcohol, seguir un estilo de vida más sano, disminuir la carga de trabajo, etc.



Figura 2.5 En la pareja tanto el hombre como la mujer deben procurar el cuidado del hijo desde el embarazo.

Miguel Donoso, supo de esta estadística en una forma desgarradora. Adoptó a un niño de 3 años de edad cuyos padres murieron por abuso del alcohol. El niño ahora adulto tiene baja estatura, lento aprendizaje y es probable que nunca lleve una vida realmente independiente. Dorris, quien intentó todo para ayudar a su hijo, dice con tristeza: "Si no le darías a tu hijo(a) una botella de ginebra al siguiente día de su nacimiento, ¿por qué le das una el día anterior?".

El hecho más trágico acerca del SAF es que se puede prevenir por completo. Inclusive una mujer alcohólica puede tener un bebé libre de SAF si deja de beber antes de embarzarse.

Tema a debatir: El alcoholismo es una enfermedad que se caracteriza por la adicción y dependencia. La persona alcohólica muchas veces pierde el control de sus acciones con tal de conseguir un poco de alcohol. Hay quienes piensan que las madres que rechazan dejar de beber deberían ser encarceladas, para controlar su acceso al alcohol.

Comenta el texto con tus compañeros(as) y plantea argumentos a favor y en contra en relación con la propuesta de encarcelar a las madres que beben alcohol durante el embarazo.

Fuente: Oram, Raymond F. *Biología Sistemas vivos*. Editorial McGraw-Hill, México D.F., 2007. Cap. 18, pág. 498.

Métodos anticonceptivos y planificación familiar



La familia es el pilar fundamental de nuestra sociedad. Tener un bebé debe ser considerado un acto de mucha responsabilidad en la pareja. A los hijos(as) se les debe proporcionar protección, cuidado, educación, pero sobre todo mucho amor. La pareja debe estar preparada para otorgarle todo lo necesario para su desarrollo integral. Es por ello que existe la alternativa de la planificación familiar en que la pareja toma la decisión de cuándo tener sus hijos.

Métodos artificiales o intervencivos

Método	Tipo	Fundamento	Efectividad
Métodos de barrera.	Preservativo femenino y masculino. Diafragma.	Los métodos de barrera impiden la entrada del semen a la vagina. Existen algunos preservativos que son tratados con espermicidas para aumentar su eficacia. Además son los únicos que protegen contra enfermedades de transmisión sexual.	80 a 90%. Su efectividad aumenta si es utilizado junto a otro sistema, como los espermicidas.
Métodos químicos.	Espermicidas.	Son productos químicos que alteran la membrana de los espermatozoides, por lo tanto los desactivan o matan. Están disponibles en aerosoles, cremas, jaleas, tabletas vaginales, supositorios o películas vaginales disolubles.	75 a 90%
Métodos hormonales.	Píldora anticonceptiva.	Después de la fecundación, el ovario libera progesterona, ésta permite mantener el embarazo si éste ha ocurrido y también impide que ocurran nuevas ovulaciones. La píldora aprovecha esto último para evitar el embarazo. Para ello se utilizan los gestágenos, hormonas sintéticas de acción similar a la progesterona natural. Así, empleando gestágenos, se evita que un folículo que ha crecido se rompa liberando el ovocito.	97 a 99%
	Implante subdérmico.	Implante que se coloca por debajo de la piel del brazo de la mujer, ofreciendo protección anticonceptiva por tres años, sin ser definitivo.	97 a 98%
	Píldora de emergencia.	Método hormonal de uso ocasional. Se basa en la administración de un producto hormonal que evita la ovulación y afecta el transporte y/o la capacitación de los espermatozoides; de esta forma previene el embarazo en aquellas mujeres que tuvieron relaciones sexuales y el método anticonceptivo utilizado ha fallado o si tuvieron relaciones sin protección.	98%
Dispositivo intrauterino (DIU).	Dispositivo intrauterino.	Se coloca en el interior del útero un dispositivo plástico con elementos metálicos (ej. cobre), se produce una alteración del microclima intrauterino que dificulta de gran manera la fecundación y también la implantación del óvulo fecundado.	95 a 98%
Métodos anticonceptivos irreversibles.	Ligadura de trompas.	Consiste en ligar las trompas de falopio a fin de impedir que el óvulo se implante en el útero o que los espermatozoides se encuentren con él.	99 a 100%
	Vasectomía.	Es una operación quirúrgica para seccionar los conductos deferentes que transportan a los espermatozoides desde los testículos.	99 a 100%

Existen diversos métodos no intervencivos (naturales) e intervencivos (artificiales) para evitar el embarazo. Es responsabilidad de la pareja informarse adecuadamente, con ayuda de un médico especializado y tomar la decisión de qué método es mejor dadas las condiciones físicas, psicológicas y culturales.

Sólo la abstinencia es 100% efectiva para evitar el embarazo. Por otro lado, el contacto sexual sin protección puede traer otro tipo de consecuencias, las enfermedades de transmisión sexual. Muchas de ellas aún no tienen cura y sus tratamientos pueden ser largos y molestos.

Métodos naturales no intervencivos

Método	Fundamento	Efectividad
Coito interrumpido.	Se basa en retirar el pene de la vagina antes de la eyaculación. Es un método inseguro debido a la posibilidad de eliminar un poco de semen antes de la eyaculación.	75%
Método del ritmo.	Consiste en registrar los ciclos menstruales durante un año para identificar cuáles son los días fértiles en que la mujer puede quedar embarazada. El día de la ovulación ocurre aproximadamente 14 días antes de iniciarse el próximo ciclo menstrual, pero también se deben contabilizar como días fértiles la sobrevivencia del ovocito y del espermatozoide, por lo tanto al día de la ovulación se le suman 4 días antes y 4 días después. Al identificar esos días la mujer debe abstenerse de tener relaciones sexuales. Este método sólo funciona en mujeres con ciclos menstruales regulares.	60%
Temperatura basal.	La hormona progesterona aumenta la temperatura del cuerpo alrededor de 0,5°C al inicio de la etapa post-ovulatoria infértil y la mantiene elevada hasta su siguiente período. Este aumento en la temperatura justo al momento de despertar, confirma que la ovulación ya se ha dado. La temperatura permanece baja hasta que se da la ovulación. La fase infértil post-ovulatoria empieza el tercer día de temperatura alta. La temperatura se debe registrar diariamente en una gráfica cuyo eje horizontal contiene los días del ciclo menstrual, y el eje vertical la temperatura.	70%
Método de Biling.	Se basa en la observación diaria de los cambios del moco cervical a lo largo del ciclo femenino, debido a los aumentos en los niveles de estrógenos. En periodo fértil el moco se observa más líquido, elástico y transparente.	70%
Lactancia materna.	Cuando la mujer está amamantando, existe un periodo de inactividad en el ovario. Esto hace que la mujer sea infértil durante ese periodo.	80%

Actividad N°2 Identificación y aplicación. ¿Qué aprendiste sobre los métodos anticonceptivos?

Desarrolla las siguientes preguntas en relación con los métodos anticonceptivos:

- 1 Una mujer utiliza el método del ritmo y presenta un ciclo menstrual regular de 30 días e inicia su ciclo el 15 de noviembre. Dibuja en tu cuaderno una tabla para representarlo.
- 2 Responde:
 - a. ¿Qué días debe abstenerse de tener relaciones sexuales para evitar un embarazo?
 - b. ¿Por qué debe abstenerse por varios días y no se considera sólo el día de ovulación?
 - c. ¿Por qué este sistema no es recomendable en mujeres con ciclos menstruales irregulares?
 - d. ¿En qué se basan los métodos hormonales para evitar el embarazo?
 - e. ¿Qué métodos anticonceptivos se pueden utilizar de forma paralela para aumentar la eficacia anticonceptiva?
 - f. El DIU es un sistema que no se recomienda a jóvenes que no han tenido hijos (nulíparas). ¿Por qué crees que no es recomendable para ellas?



Figura 2.6 Toda pareja debe tener una conducta sexual responsable para prevenir el contagio de enfermedades de transmisión sexual. Algunas ETS no son curables, pero todas son prevenibles. Es importante informarse sobre el tema y prevenir estas enfermedades con una conducta sexual responsable: que incluye la abstinencia sexual, mantener una pareja estable, usar correctamente los preservativos.

Enfermedades de transmisión sexual

Las **enfermedades de transmisión sexual (ETS)** son aquellas que se transmiten preferentemente mediante el contacto sexual, aunque también pueden transmitirse por otros medios. Son muy frecuentes en jóvenes debido a una conducta sexual sin protección y la tendencia a cambiar constantemente de pareja. Afectan tanto a hombres como mujeres y a personas de distintos estratos económicos.

A pesar de que existe mucha información sobre las ETS, y ha sido difundida por varios medios, todavía existe mucha ignorancia en la población, lo que ha llevado a aumentar el número de personas infectadas. El inicio de la actividad sexual más precoz también ha incidido en esa alza. La desinformación y la vergüenza hace que muchos jóvenes no consulten al médico, piensan que se van a curar solos, no saben que muchas de estas enfermedades necesitan de antibióticos para ser tratadas. Si esto no ocurre, la enfermedad puede agravarse e incluso ser letal.

Las diferencias entre las ETS dependen del agente infeccioso, que pueden ser: bacterias, virus, protozoos, hongos o parásitos.

Las enfermedades de transmisión sexual más habituales son el Sida, la sífilis, la gonorrea, la hepatitis B, la clamidia y el virus papiloma humano o HPV. En Chile, la ETS más común es la infección por HPV, con un 30% de los casos, le siguen la sífilis con 17% y la gonorrea con 12,5% de los casos.

Desde 1998 la Organización Mundial de la Salud (OMS) usa el término de **ITS (infecciones de transmisión sexual)**, ya que el término enfermedades no se consideró apropiado para las infecciones asintomáticas (que no presentan signos visibles). Una ITS es primero una infección y sólo después empieza a generar síntomas y se transforma en una enfermedad.

Si quieres saber sobre las Enfermedades de Transmisión Sexual, visita el vínculo: <http://www.fundacionrescate.cl/ets.php>

La siguiente tabla muestra las ETS más comunes, sus síntomas, causas y forma de prevención:

Enfermedades producidas por un parásito

Enfermedad Causa	Forma de contagio	Signos y síntomas	Complicaciones	Prevención y tratamiento
TRICOMONIASIS Parásito <i>Trichomonas vaginalis</i> .	<ul style="list-style-type: none"> • Contacto sexual con una persona infectada. 	<ul style="list-style-type: none"> • Casi nunca se presentan síntomas en los hombres, pero en algunos casos se podría presentar ardor, prurito o secreción, ocasionalmente puede presentar prostatitis o epididimitis. • Las mujeres presentan prurito y una secreción vaginal profusa, blanquizca, verdosa o amarillenta y de olor fétido. 	<ul style="list-style-type: none"> • Vaginitis. • Irritaciones en la vejiga y uretra. • Las mujeres embarazadas pueden dar a luz bebés prematuros o con bajo peso. 	<ul style="list-style-type: none"> • Abstinencia sexual. • Pareja estable. • El uso correcto de preservativo reduce la posibilidad de contagio. • Antibióticos para la persona infectada y su pareja.

Enfermedades producidas por un virus

Enfermedad Causa	Forma de contagio	Signos y síntomas	Complicaciones	Prevención y tratamiento
HERPES GENITAL Virus herpes simple (VHS).	<ul style="list-style-type: none"> • Puede adquirirse por medio de las relaciones sexuales. • Contagio de madre a hijo(a) durante el parto o lactancia. 	<ul style="list-style-type: none"> • Puede que no se presenten síntomas. • Primeros brotes bastante pronunciados. • Presencia de úlceras y síntomas parecidos a la gripe, entre ellos fiebre e inflamación de las glándulas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Afecta los genitales, las nalgas o la región anal. • Presenta llagas cerca del área por la cual penetró el virus al cuerpo, éstas se convierten en ampollas que causan picazón y dolor y posteriormente se curan. • El virus puede diseminarse aun cuando no exista la presencia de llagas. • Es peligroso para los recién nacidos o personas con sistemas inmunológicos debilitados. 	<ul style="list-style-type: none"> • Abstinencia sexual. • Pareja estable. • El uso correcto de preservativo reduce la posibilidad de contagio. • Medicamentos para disminuir los síntomas.
SIDA (Síndrome de inmunodeficiencia adquirida). VIH (Virus de Inmunodeficiencia Humana).	<ul style="list-style-type: none"> • Contacto sexual con una persona infectada o con la sangre de ella. • Compartir agujas con personas infectadas. • Contagio de madre a hijo(a) durante el parto o lactancia. 	<ul style="list-style-type: none"> • Los primeros signos de infección con VIH pueden ser inflamación de los ganglios y síntomas gripales. • Éstos pueden presentarse y desaparecer un mes o dos después de la infección. • Los síntomas graves pueden no aparecer hasta pasados meses o años. 	<ul style="list-style-type: none"> • El estadio más avanzado de infección mata o daña las células del sistema inmunológico del organismo. • Aumento de enfermedades oportunistas como neumonía, tumores, alergias, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> • Abstinencia sexual. • Pareja estable. • El uso correcto de preservativo reduce la posibilidad de contagio. • No existe una cura, pero existen tratamientos para combatir las infecciones y enfermedades que la acompañan.
PAPILOMA VIRUS Virus del papiloma humano (VPH).	<ul style="list-style-type: none"> • Contacto sexual con una persona infectada. 	<ul style="list-style-type: none"> • No siempre se presenta síntomas. • Aparición de verrugas genitales. 	<ul style="list-style-type: none"> • En las mujeres los VPH de alto riesgo pueden conducir al cáncer en el cuello uterino, vulva, vagina y ano. En los hombres, pueden conducir al cáncer del ano y del pene. • Aparición de verrugas genitales. 	<ul style="list-style-type: none"> • Abstinencia sexual. • Pareja estable. • El uso correcto de preservativo reduce la posibilidad de contagio. • Examen de Papanicolaou ayuda a detectar tempranamente el cáncer cervicouterino. • Vacunas.
HEPATITIS B VHB (Virus de la hepatitis B).	<ul style="list-style-type: none"> • Contacto sexual con una persona infectada. • Compartir agujas. • Contagio de madre a hijo(a) durante el parto o la lactancia. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ictericia (piel y ojos presentan un color amarillento). • Fiebre, dolor abdominal, náuseas y vómitos. Cansancio, dolores articulares, orina oscura y heces de un color muy claro o amarillo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Destrucción de tejido hepático, cirrosis, cáncer de hígado. • Puede producir la muerte. 	<ul style="list-style-type: none"> • Para esta infección existe vacuna. • No existe una cura total para esta enfermedad, pero sí se trata con medicamentos para controlar el virus se puede llevar una vida normal.

Enfermedades producidas por una bacteria

Enfermedad Causa	Forma de contagio	Signos y síntomas	Complicaciones	Prevención y tratamiento
CLAMIDIA Bacteria <i>Chlamydia trachomatis</i> .	<ul style="list-style-type: none"> • Relaciones sexuales sin protección. • Contagio de madre a hijo(a) durante el parto. 	<ul style="list-style-type: none"> • No suele causar síntomas. En caso de presentar, puede aparecer una sensación de ardor al orinar o una secreción anormal por la vagina o el pene. 	<ul style="list-style-type: none"> • En mujeres puede producir infección urinaria y la enfermedad inflamatoria pélvica que puede llevar a dañar los órganos reproductivos y causar infertilidad o problemas en el embarazo. • En hombres puede producir una infección en el epidídimo y en los conductos del sistema reproductor causando dolor. 	<ul style="list-style-type: none"> • Abstinencia sexual. • Pareja estable. • El uso correcto de preservativo reduce la posibilidad de contagio. • Antibióticos para la persona infectada y su pareja.
GONORREA Bacteria <i>Neisseria gonorrhoeae</i> .	<ul style="list-style-type: none"> • Relaciones sexuales sin protección. • Contagio de madre a hijo(a) durante el parto. 	<ul style="list-style-type: none"> • Puede que los síntomas no sean visibles, especialmente en las mujeres. • En los hombres, puede causar dolor al orinar y secreción proveniente del pene. 	<ul style="list-style-type: none"> • Infección en el tracto genital, la boca o el ano. • Puede producir epididimitis, que afecta los testículos y puede causar infertilidad. • En mujeres, puede provocar hemorragias entre los períodos menstruales, dolor al orinar y aumento de las secreciones vaginales. Si no es tratada, puede producir la enfermedad inflamatoria pélvica que puede llevar a la infertilidad o problemas en el embarazo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Abstinencia sexual. • Pareja estable. • El uso correcto de preservativo reduce la posibilidad de contagio. • Antibióticos para la persona infectada y su pareja.
SÍFILIS Bacteria <i>Treponema pallidum</i> .	<ul style="list-style-type: none"> • Contacto sexual con una persona infectada. • Contacto con la sangre o las úlceras de una persona infectada. 	<ul style="list-style-type: none"> • No siempre presenta síntomas. • Presencia de úlceras sin dolor en los genitales. • Fiebre, dolor de garganta y ganglios linfáticos hinchados, Rash. 	<ul style="list-style-type: none"> • Si no se trata oportunamente puede producir problemas cerebrales, en la médula espinal, en el corazón u otros órganos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Abstinencia sexual. • Pareja estable. • El uso correcto de preservativo reduce la posibilidad de contagio. • Antibióticos para la persona infectada y su pareja.
CHANCRO BLANCO Bacteria <i>Haemophilus ducreyi</i> .	<ul style="list-style-type: none"> • Contacto sexual con una persona infectada. • Contacto directo con una ampolla. 	<ul style="list-style-type: none"> • En su primera fase aparece como una mancha inflamada, que se transforma en una ampolla con pus, muy dolorosa. 	<ul style="list-style-type: none"> • Al reventarse la ampolla produce una úlcera profunda con rebordes gruesos y rojos, llamada chancro. 	<ul style="list-style-type: none"> • Abstinencia sexual. • Pareja estable. • El uso correcto de preservativo reduce la posibilidad de contagio. • Antibióticos para la persona infectada y su pareja.

Actividad N°3 Análisis. Estadísticas de SIDA en el mundo

Analiza la siguiente información sobre el SIDA en el mundo.

Reflexiona con tus compañeros(as) sobre los siguientes temas:

- 1 ¿Por qué crees que han aumentado los casos de Sida en el mundo?
- 2 ¿Qué factores crees que han hecho posible que en el Caribe se haya mantenido el número de enfermos? Investiga.
- 3 Investiga qué ha pasado en Chile con el número de enfermos de SIDA en los 10 últimos años.

Zona geográfica	2003	2005
África subsahariana	24,9 millones	25,8 millones
África del norte y Oriente próximo	500.000	510.000
Asia meridional y sudoriental	6,5 millones	7,4 millones
Asia oriental	690.000	870.000
Oceanía	63.000	74.000
América Latina	1,6 millones	1,8 millones
Caribe	300.000	300.000
Europa oriental y Asia central	1,2 millones	1,6 millones
Europa occidental y central	700.000	720.000
América del Norte	1,1 millones	1,2 millones
TOTAL	37,5 millones	40,3 millones

Hormonas y control hormonal

En el tema anterior vimos que nuestro organismo experimenta muchos cambios; a medida que crecemos y nos desarrollamos estos cambios se hacen cada vez más notorios. ¿Por qué cambiamos? ¿Qué factores estimulan las características sexuales primarias y secundarias?

Todos los seres vivos cambiamos: al responder a algún estímulo, al crecer o al desarrollarnos siempre estamos cambiando. Estos cambios pueden responder a una serie de variables, entre ellas, genéticas y ambientales. Los estímulos pueden provenir del interior o exterior del organismo, por ejemplo, al sufrir una caída repentina de temperatura vamos a experimentar algunas reacciones para elevar la temperatura, o si una pelota de béisbol se dirige hacia ti, nos movemos sin pensarlo.

En las plantas las hormonas son responsables de muchas respuestas, regulan el crecimiento y el desarrollo. En los animales, las hormonas, junto con el sistema nervioso, controlan esas funciones con un mecanismo de acción mucho más complejo que desencadena una serie de respuestas con el fin de mantener el equilibrio interno de nuestro organismo, es decir, la homeostasis. En esta sección se estudiarán principalmente las hormonas que mantienen esta condición.

Control endocrino en los animales

El sistema de control químico en los animales suele ser muy lento porque la mayoría de las hormonas viajan a través de la sangre para llegar a los órganos y tejidos donde cumplen su acción. No obstante, a diferencia de las hormonas vegetales, sus efectos sobre el organismo pueden durar varias horas, días, semanas e incluso años.

En los animales, el control químico es regulado por varias glándulas ubicadas en todo el cuerpo. Las glándulas son órganos o tejidos formados por células, capaces de secretar sustancias necesarias para el funcionamiento del organismo.



Figura 2.7 El control químico no se limita a plantas y humanos. Las sustancias químicas desempeñan funciones importantes en el control del desarrollo de la polilla Polifemo, desde su etapa de huevo hasta larva y pupa, y por último, su etapa adulta.

Clasificación de las glándulas

Las glándulas se pueden clasificar en exocrinas y endocrinas.

Glándulas exocrinas: son un conjunto de glándulas que se distribuyen por todo el organismo y que son capaces de secretar sustancias no hormonales a través de conductos o tubos a un lugar determinado para realizar una función concreta. Por ejemplo, las glándulas sudoríparas, las glándulas salivales y las glándulas mamarias.

Glándulas endocrinas: son glándulas que secretan hormonas directamente en la sangre sin pasar por conductos. Las hormonas secretadas viajan por la sangre hasta que llegan a diferentes órganos y tejidos los cuales presentarán células capaces de reconocerlas a través de receptores específicos. Estas células se denominan célula o tejido blanco.

Un ejemplo de este tipo de glándulas es el páncreas, que secreta la hormona insulina.

Las glándulas endocrinas se encuentran en el cerebro, cuello, abdomen y la pelvis de los vertebrados. En la **Figura 2.8** se muestra el nombre y la ubicación de las principales glándulas endocrinas en los humanos.

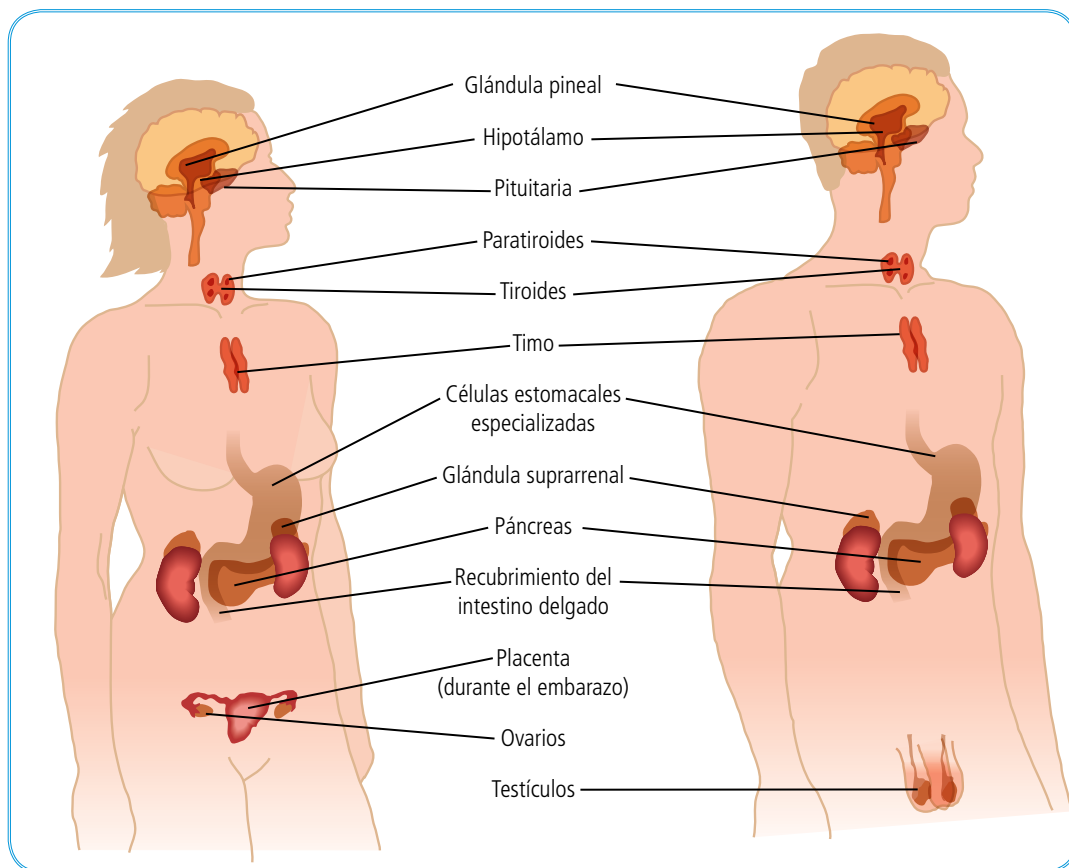


Figura 2.8 Principales glándulas endocrinas del ser humano.

¿En qué parte del cuerpo se encuentra cada una de las glándulas señaladas? ¿Conoces la función de alguna de ellas? Comenta con tus compañeros y compañeras.

¿Qué son las hormonas?

Una hormona es un complejo macromolecular que se produce en una parte determinada del organismo y luego se transporta a otra parte, donde habrá receptores específicos que activarán la respuesta. Las células que contienen esos receptores se denominan **célula blanco** o diana. Las hormonas pueden estimular una célula blanco aumentando o inhibiendo su actividad. Es importante hacer notar que es la célula blanco la que determina la respuesta de la hormona. Si no existiera o se dañara, la hormona no se accionaría. En general, las hormonas regulan el crecimiento, el desarrollo y la reproducción; además, mantienen la homeostasis.

En términos de estructura química, las hormonas se pueden clasificar en cuatro tipos principales:

Clasificación de las hormonas según su naturaleza química

Tipo de Hormona	Ejemplos
Proteicas	Insulina Vasopresina
Esteroidales	Testosterona Cortisol
Derivadas de aminoácidos	Adrenalina Tiroxina
Derivadas de ácidos grasos	Prostaglandinas

Las hormonas también se clasifican en tróficas y no tróficas.

- **Hormonas tróficas:** son aquellas que actúan estimulando a otra glándula. Por ejemplo, la tirotropina o TSH (sigla en inglés que significa hormona estimulante de la tiroides), estimula a la glándula tiroides para que secrete otras hormonas, como la tiroxina y la triyodotironina.
- **Hormonas no tróficas:** actúan directamente sobre la célula blanco. Por ejemplo, la PRL (prolactina), estimula la producción de leche materna y la síntesis de progesterona en el cuerpo lúteo.

¿Cómo funcionan las hormonas?

En general, las glándulas endocrinas secretan hormonas de acuerdo a las necesidades del animal en ciertos momentos. A menudo el mensaje que provoca que la glándula se acelere o trabaje más lento procede del sistema nervioso que responde a algún estímulo.

La relación entre los sistemas nervioso y endocrino es tan estrecha que algunas de las señales son compartidas por ambos sistemas. Éstos desempeñan la mayoría de las funciones del organismo tendiendo a mantener el equilibrio del medio interno (homeostasis), sin embargo, encontramos algunas diferencias; por ejemplo, la velocidad de respuesta es más lenta, pero más duradera en el sistema endocrino; el sistema nervioso utiliza neurotransmisores para transmitir el mensaje, en cambio el sistema endocrino utiliza las hormonas.

Interrupción de mercurio en posición de "Encendido"

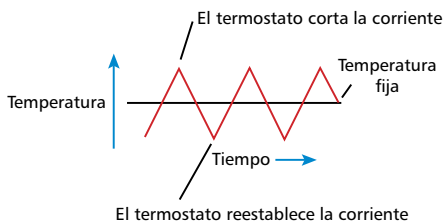
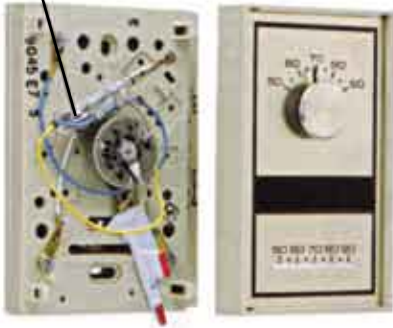


Figura 2.9 Un termostato es un dispositivo que funciona de acuerdo con el principio de retroalimentación negativa. Responde a la temperatura al cortar y reestablecer la corriente eléctrica para mantenerla con diferencia de uno o dos grados respecto al punto fijado. La retroalimentación negativa en humanos es similar, excepto que los cambios no son tan rápidos. ¿Por qué serán más lentas las respuestas de retroalimentación en los humanos que en el caso del termostato del horno?

Retroalimentación negativa: muchos procesos del cuerpo se mantienen en un nivel adecuado mediante el mecanismo de retroalimentación negativa. Un ejemplo conocido de tal mecanismo es el termostato de un horno, que se emplea para mantenerlo a temperatura constante. En un horno eléctrico, cuando la resistencia eléctrica aumenta la temperatura justo por encima de la fijada en el regulador, el termostato interrumpe la corriente. Entonces el horno se enfría hasta alcanzar la temperatura un poco por debajo de la fijada, luego el termostato deja pasar de nuevo la corriente.

Un termostato se puede fijar a una temperatura más alta o más baja, según se requiera. La retroalimentación negativa del sistema endocrino mantiene del mismo modo los procesos corporales en los niveles que éstos requieran.

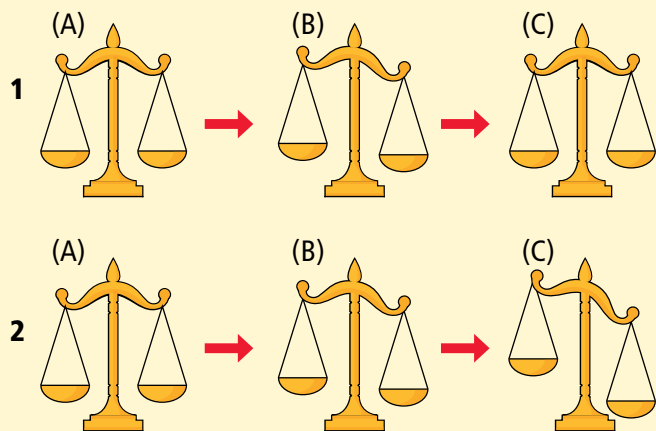
En el cuerpo, la retroalimentación negativa funciona de este modo: imagina que la concentración de determinada sustancia. Por ejemplo, una hormona tiroidea en la sangre, se eleva por encima del nivel que el cuerpo necesita. Entonces entra en acción la retroalimentación negativa para reducirla. Por otra parte, si la concentración llega a ser demasiado baja, la retroalimentación negativa actuará para aumentar su nivel. Dichos niveles varían de acuerdo con las condiciones del cuerpo, las cuales pueden incluir un periodo de sueño, de trabajo, de huir del peligro, de luchar contra una infección, de crecimiento y el embarazo.

Retroalimentación positiva: este tipo de retroalimentación es contraria a la anterior y se da con menor frecuencia. Por ejemplo, si la concentración de progesterona en una mujer se eleva por encima del nivel normal, lo lógico sería que se active la retroalimentación negativa y baje los niveles para que esa hormona se equilibre, pero sucede lo contrario, es decir, los niveles de esta hormona se elevan aun más. Esto sucede en circunstancias específicas; en el caso anterior lo más probable es que la mujer esté embarazada y necesite aumentar más los niveles de esa hormona para continuar con el embarazo, en caso contrario podría haber un aborto.

Actividad N°4 Relación y comprensión. Ejemplificando la retroalimentación

La siguiente figura muestra una situación de desequilibrio (B), pero con resultados diferentes (C) en 1 y 2.

- 1 ¿Qué ocurrió en B y C en las balanzas 1 y 2?
- 2 Indica a qué mecanismo correspondería cada situación. Justifica tu respuesta.
- 3 ¿Por qué crees que la retroalimentación negativa es mucho más frecuente que la positiva?

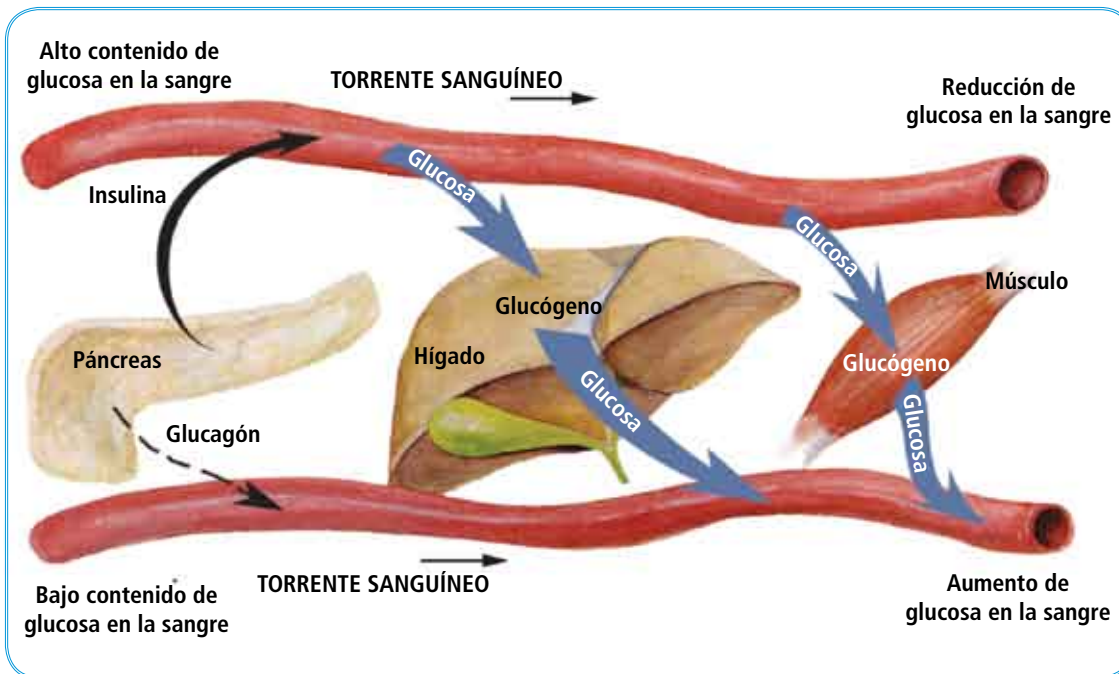
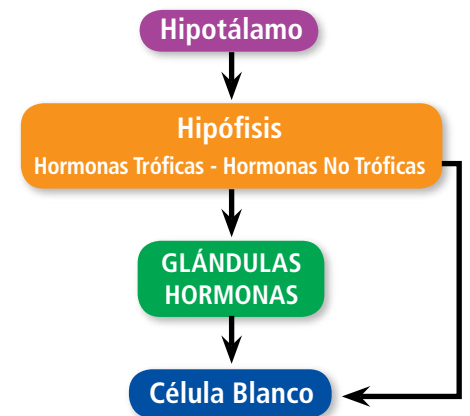


Mecanismo de acción hormonal

El **hipotálamo** es un centro nervioso y endocrino de gran importancia debido a que regula la acción hormonal del organismo, libera hormonas que actúan como inhibidoras o estimulantes en la secreción de otras hormonas en la hipófisis.

La **hipófisis** secreta hormonas tróficas que estimulan a otras glándulas, y hormonas no tróficas, como la oxitocina y la vasopresina, que actúan directamente en la célula blanco (útero y riñón, respectivamente).

Diversas glándulas estimuladas por hormonas secretadas por la hipófisis producen nuevas hormonas, que van a actuar sobre la célula blanco.



Hipotálamo

Es una glándula que forma parte del sistema nervioso; se sitúa por debajo del tálamo, en la base del cerebro. Es responsable del funcionamiento correcto e integrado de la mayor parte de los procesos fisiológicos, como por ejemplo:

- Regulación del equilibrio hídrico, proceso regulado por la hormona anti-diurética, que a su vez recibe el estímulo por parte del hipotálamo.
- Regulación del metabolismo de los hidratos de carbono, de las grasas y de las proteínas; provoca la sensación de hambre.
- Regulación de la temperatura.
- Regulación del sueño.
- Desempeña un papel importante en algunas funciones psíquicas y psicomotoras, manteniendo un equilibrio.

Figura 2.10 La insulina causa que el exceso de glucosa entre en las células hepáticas y de los músculos para ser almacenada como glucógeno. Otra hormona pancreática, el glucagón, transforma el glucógeno en glucosa cuando los niveles de ésta en la sangre descienden.

- Regulación hormonal: controla la producción de hormonas por parte del lóbulo anterior de la hipófisis, influyendo en el crecimiento corporal, en las funciones sexuales, etc. Para ello, secreta Factores Liberadores o Inhibidores a la sangre, pero también es capaz de producir hormonas listas para su secreción. La siguiente tabla muestra las hormonas secretadas por el hipotálamo y su correspondiente función:

Hormona	Función
TRH (Hormona liberadora de tirotropina).	Estimula la secreción de TSH y prolactina.
GnRH (Hormona liberadora de gonadotropina).	Estimula la secreción de LH y FSH.
CRH (Hormona liberadora de adrenocorticotropina).	Estimula la secreción de ACTH.
GHRH (Hormona liberadora de la hormona del crecimiento).	Estimula la secreción de HGH.
Somatostatina.	Inhibe la secreción de HGH.

Si quieres saber sobre las hormonas, visita el vínculo: http://www.icarito.cl/medio/articulo/0,0,38035857__277575570__1,00.html

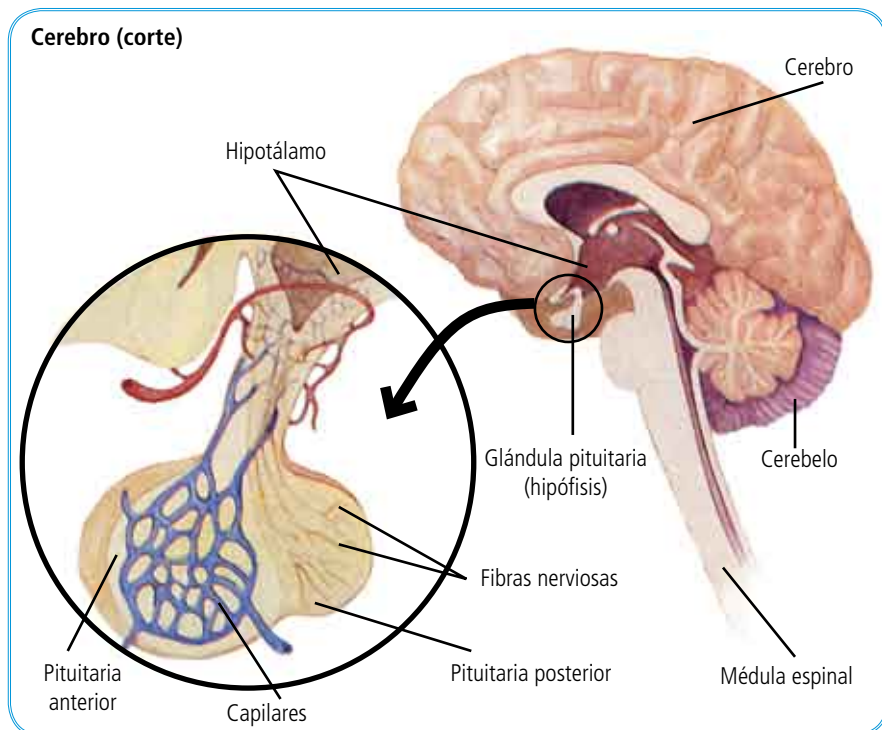


Figura 2.11 La glándula pituitaria (hipófisis) está ubicada en un hueso por debajo del hipotálamo, en el cerebro. El hipotálamo percibe los niveles de diversas hormonas en la sangre y como resultado secreta (o deja de secretar) factores liberadores. Éstos entran en la sangre y causan que la pituitaria anterior libere sus propias hormonas.

Hipófisis o pituitaria

La secreción de hormonas en las glándulas endocrinas es controlada por la **glándula pituitaria** (hipófisis). Ésta tiene una estructura de tres lóbulos y está ubicada en la base del encéfalo. Los dos lóbulos principales se conocen como hipófisis anterior (adenohipófisis) e hipófisis posterior (neurohipófisis), el tercer lóbulo lo constituye la hipófisis media.

Hipófisis	Hormona	Función
Hipófisis anterior o Adenohipófisis.	HGH o somatotrofina (hormona del crecimiento).	Estimula la síntesis de proteínas y como consecuencia favorece el crecimiento de tejidos y órganos.
	PRL (prolactina).	Estimula la producción de leche materna y la síntesis de progesterona en el cuerpo lúteo.
	TSH (Hormona estimulante de la tiroides).	Estimula a la glándula tiroides para que secrete otras hormonas, como la tiroxina y la triyodotironina.
	ACTH (hormona adrenocorticotrofina).	Estimula a la corteza suprarrenal para que secrete glucocorticoides y andrógenos.
	LH (hormona luteinizante).	Actúa sobre las gónadas regulando la secreción de testosterona en los hombres, y en la mujer controla la maduración de los folículos, la ovulación, la iniciación del cuerpo lúteo y la secreción de progesterona.
	FSH (hormona folículo estimulante).	En las mujeres estimula la producción de folículos ováricos y de estrógeno. En los hombres estimula la producción de espermatozoides en los túbulos seminíferos.
Hipófisis posterior Neurohipófisis.	Oxitocina.	Estimula las contracciones uterinas durante el parto.
	Vasopresina.	Estimula la reabsorción de agua y sales, muy importante en la homeostasis.
Hipófisis media.	MSH (melanocito-estimulante).	Estimula la síntesis de melanina, pigmento determinante del color de la piel humana.

Algunas hormonas humanas y sus principales funciones

Hormona	Fuentes	Ubicación de la fuente	Funciones
Tiroxina.	Glándula tiroides.	Cuello.	Regula el ritmo metabólico de las células del cuerpo.
Insulina.	Islotes de Langerhans (células beta).	Páncreas.	Disminuye la glicemia que se presenta por niveles bajos de glucosa.
Glucagón.	Islotes de Langerhans (células alfa).	Páncreas.	Aumenta la glicemia que se presenta por niveles elevados de glucosa.
Adrenalina.	Médula suprarrenal.	Sobre los riñones.	Prepara el cuerpo para afrontar el estrés; transforma el glucógeno en glucosa.
Cortisona.	Corteza suprarrenal.	Sobre los riñones.	Evita la inflamación. Aumenta el nivel de glucosa en la sangre.
Aldosterona.	Corteza suprarrenal.	Sobre los riñones.	Incrementa la reabsorción de sodio (Na ⁺) y facilita la eliminación de potasio (K ⁺).
Testosterona.	Testículos.	Dentro del escroto.	Causa el desarrollo de las características sexuales secundarias en los varones; estimula la producción de espermatozoides.
Estrógeno.	Ovarios.	Cavidad abdominal.	Causa el desarrollo de características sexuales secundarias en las mujeres. Prepara el útero para el embarazo.
Progesterona.	Cuerpo lúteo.	Cavidad abdominal.	Mantiene el revestimiento uterino durante el embarazo.
Gastrina.	Células estomacales.	Estómago.	Estimula la liberación del jugo gástrico.
Secretina.	Células intestinales.	Intestino.	Estimula la liberación de bicarbonato de sodio en el páncreas y en la bilis de la vesícula.
Colecistocinina.	Células intestinales.	Intestino.	Estimula la liberación de enzimas pancreáticas y bilis.

A continuación se describirán algunos ejemplos más específicos del control hormonal en los humanos.

Control del nivel de glucosa en la sangre

Cuando se digieren los alimentos, los carbohidratos se descomponen en glucosa, como resultado se produce una alta concentración de ésta en el intestino delgado. Después que la glucosa entra en la sangre se transporta al hígado, en donde una parte de ella se almacena como glucógeno. Cuando el cuerpo necesita glucosa, parte del glucógeno almacenado se descompone y la glucosa resultante se libera en la sangre. Este almacenamiento y liberación de glucosa en el hígado ayuda a mantener la glicemia en un nivel adecuado para la actividad del cuerpo. La glucosa también se almacena como glucógeno en el músculo esquelético, es decir, el que está unido a los huesos. El exceso de glucosa se transporta a las células adiposas, en donde se transforma en grasa.

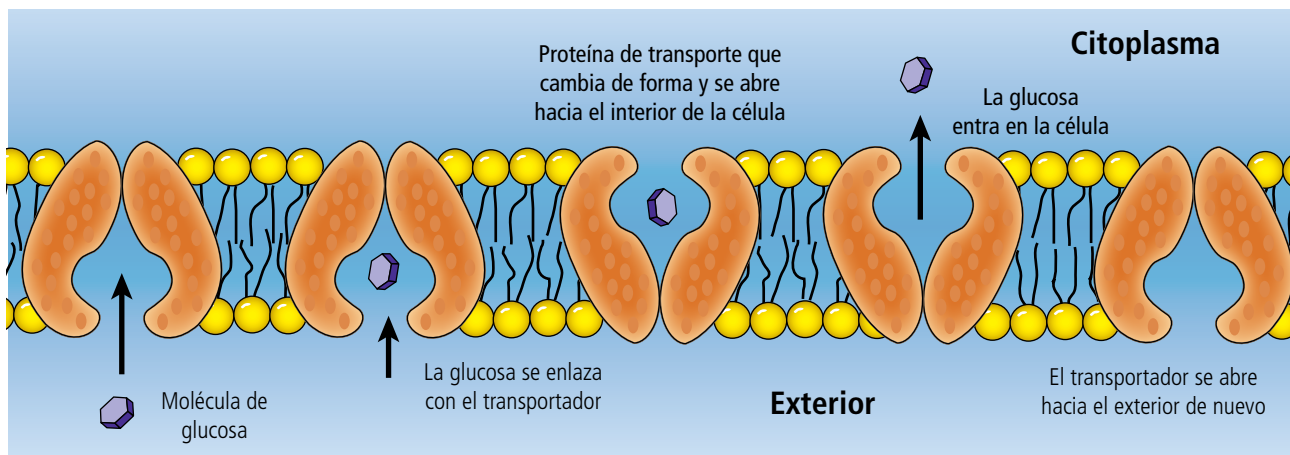
¿Cómo actúa la insulina?

La hormona insulina, que es producida por un grupo de células ubicadas en el páncreas, controla el almacenamiento de glucosa en el hígado, el músculo esquelético y las células adiposas. Después de ingerir alimentos ricos en carbohidratos, se incrementa el nivel de glucosa en la sangre, como consecuencia las células pancreáticas responden aumentando su producción de insulina. El efecto neto es el almacenamiento de la glucosa sanguínea. Cuando las células del páncreas detectan la reducción del nivel de glucosa, el páncreas disminuye su producción de insulina. Esto asegura que permanezca cierta cantidad de glucosa en la sangre, en vez de ser almacenada.

¿Qué es la diabetes mellitus?

Cuando la glicemia de algunas personas no se regula de manera adecuada y aumenta demasiado, se presentan diversos problemas. Estas personas padecen de la enfermedad llamada diabetes mellitus o diabetes por azúcar. Una función de los riñones es conservar sustancias importantes, incluyendo la glucosa, reabsorbiéndolas a la sangre para no ser eliminadas por la orina. Sin embargo, en el caso de la diabetes hay tal cantidad de glucosa en la sangre, que no toda puede ser reabsorbida y pasa a la orina. Además, debido al aumento de la concentración de glucosa en la sangre, el agua y las sales

Figura 2.12 La glucosa entra en las células por acción de las proteínas de transporte en la membrana celular. ¿De qué manera afectará la cantidad de proteínas de transporte en la membrana plasmática a la velocidad con que entra la glucosa en la célula?



pasan de las células del cuerpo a la sangre por los efectos de la osmosis y la difusión. Esta afección también fuerza a los riñones a trabajar más para retirar el exceso de agua y sales de la sangre. Como consecuencia se produce mucha sed, aumento de ingesta de líquidos (polidipsia) y aumento del volumen de la orina (poliuria). Una serie de complicaciones resultantes de la diabetes sin tratamiento pueden deprimir el funcionamiento cerebral y dar origen a la afección llamada coma diabético. Las complicaciones de la diabetes no tratada, a largo plazo incluyen apoplejías, ceguera, insuficiencia renal y problemas circulatorios graves.

¿Qué tipos de diabetes existen?

Diabetes tipo I: Es una enfermedad que aparece, generalmente, en personas de menos de 30 años, aunque puede ocurrir a cualquier edad. Su característica principal es la incapacidad del cuerpo para producir insulina. El proceso de desarrollo de este tipo de diabetes es gradual, pudiendo ser necesarios varios años antes de que se manifieste clínicamente. La enfermedad se desarrolla por el ataque del sistema inmune contra las propias células beta del páncreas, encargadas de producir la insulina. Dentro de los factores que la pueden causar están la predisposición genética y factores ambientales como una infección viral, estrés, etc. Suele controlarse con inyecciones de insulina para mantener los niveles necesarios.

Diabetes tipo II: Ocurre cuando los músculos y las células adiposas, que de manera normal captan la glucosa después de la digestión de los alimentos, no realizan su función de manera adecuada. Es mucho más común que la del tipo I, y ocurre con mayor frecuencia en personas mayores de 40 años con exceso de peso. Se ha demostrado que la dieta y el ejercicio ayudan a reducir la glucosa sanguínea en estos casos. Sin embargo, a medida que la enfermedad progresa, muchas personas tienen que emplear inyecciones de insulina.

Figura 2.13 Los científicos creen que la insulina ayuda a que la glucosa entre en la célula por un proceso que lleva más proteínas de transporte hacia la membrana plasmática, procedentes del interior de la célula. Cuando la insulina se enlaza con un receptor, una cadena de sucesos ocasiona que las vesículas que contienen proteínas de transporte se fusionen con la membrana plasmática de la célula, suministrando así más transportadores para llevar glucosa a su interior.

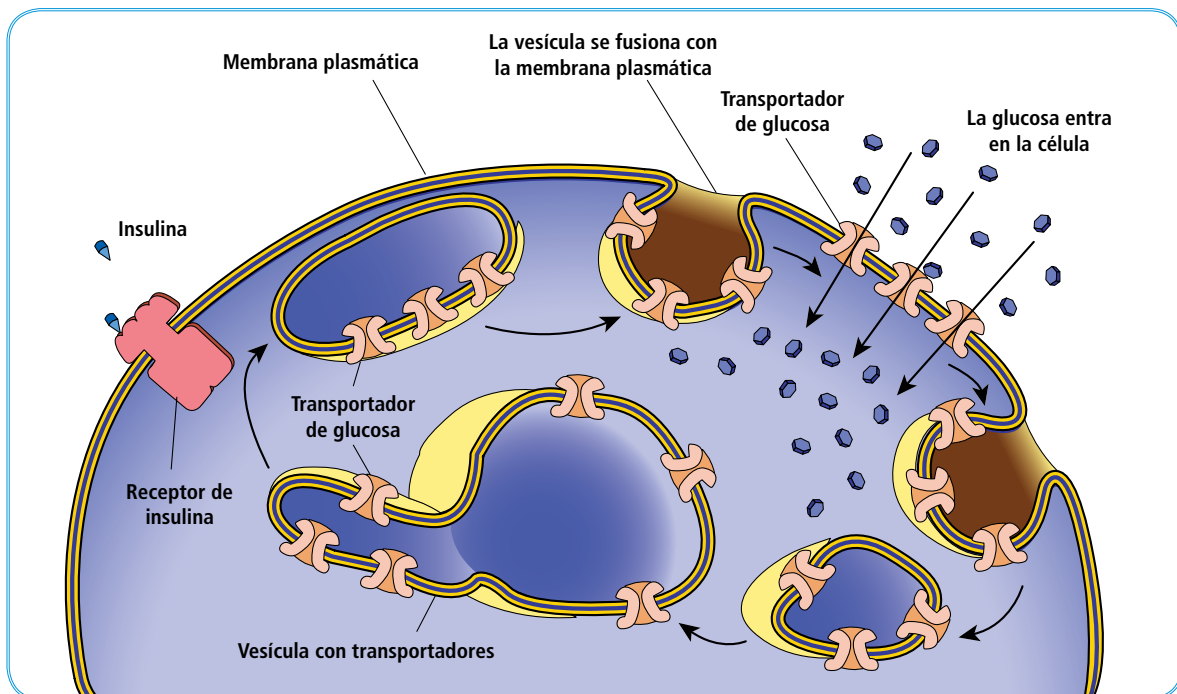




Figura 2.14 El árbol de forma cónica muestra dominancia apical.

Hormonas vegetales

Es probable que hayas observado que muchos árboles crecen en forma de cono. Esta apariencia se debe a que las ramas cerca de la parte inferior del tronco son mucho más largas que las que se encuentran cerca de la punta. Pero, ¿qué hace que crezca de esta manera y no de otra? La respuesta radica en que el brote que crece de manera activa en la punta del tallo, conocido como meristemo apical, produce unas hormonas llamadas auxinas que inhiben el desarrollo de brotes, incluyendo las puntas de las ramas.

Además de agua, luz, dióxido de carbono y nutrientes, las plantas necesitan hormonas para lograr un crecimiento armónico. Estas hormonas se clasifican en cinco grupos, cada uno de los cuales presenta propiedades de regulación del crecimiento, tienen una estructura particular y se activan a muy bajas concentraciones dentro de la planta.

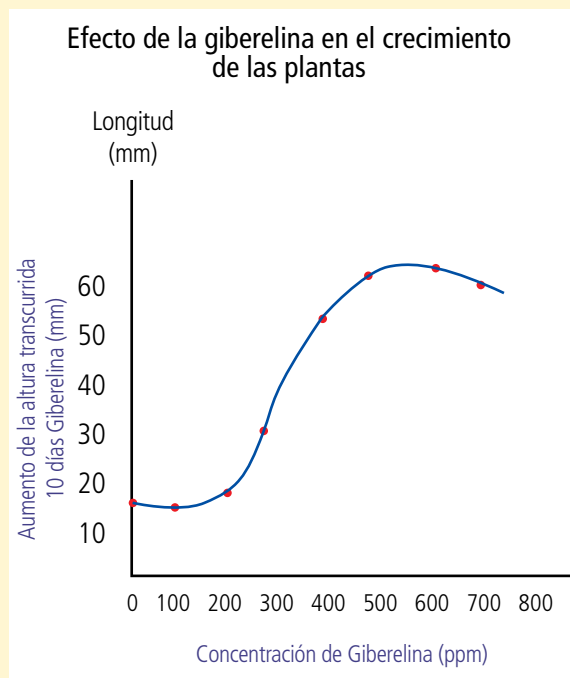
Además del crecimiento, las hormonas vegetales regulan funciones tan importantes como la caída de las hojas, la floración y la formación o maduración del fruto. Un ejemplo de ello lo observamos en la **Figura 2.15**.

Actividad N°5 Comprendiendo la importancia del uso de hormonas vegetales

- Se ha probado el efecto de aplicar soluciones con diversas concentraciones de giberelina en las raíces de plantas de un determinado tipo de legumbres. Los datos obtenidos se muestran en la gráfica lateral.

Desarrolla las siguientes preguntas:

- ¿Qué ocurre al ir aumentando la concentración de giberelina?
 - ¿Qué ocurrió después de aumentar la concentración a 600ppm? Plantea una hipótesis de lo ocurrido.
 - Después de terminar la actividad, ¿qué pasos serán necesarios para que el tallo de la planta regrese a su posición vertical original? Explica por qué funcionaría tu idea.
 - Escribe una conclusión del experimento.
- Reúnete con dos compañeros, diseñen un experimento que demuestre que la auxina secretada por un brote apical es la que controla la dominancia apical. Realicen el experimento diseñado en la próxima clase y expongan los resultados dos semanas después.



A continuación se muestra una lista de las principales hormonas vegetales y sus funciones:

	Distribución en la planta	Funciones
Auxinas.	Se encuentra en toda la planta, pero mayoritariamente en las regiones meristemáticas en crecimiento activo.	Estimulan el crecimiento y maduración de frutas, floración, senectud, retardan la caída de hojas, flores y frutos jóvenes, dominancia apical.
Giberelinas.	Son sintetizadas en zonas apicales de las hojas, en puntas de las raíces y en semillas en desarrollo.	Incrementan la tasa de división celular (mitosis).
Citocininas.	Producidas en las zonas de crecimiento, como los meristemas, en la punta de las raíces.	Estimulan la división celular en tejidos no meristemáticos, la germinación de semillas, la formación de frutas sin semillas, ruptura del letargo de semillas, inducción de la formación de brotes, mejora de la floración.
Ácido abscísico.	Se encuentra en todas las partes de la planta	Inhibidor del crecimiento natural presente en plantas.
Etileno.	Todas las partes vivas de las plantas superiores. Se difunde fácilmente fuera de la planta.	Maduración, abscisión (separación de una parte del vegetal), senectud, reducción de actividad, floración.



Figura 2.15 La aplicación de giberelina a algunas plantas ocasiona que crezcan más de lo normal. Compara la planta de mostaza tratada con giberelina de la derecha, con las plantas normales de la izquierda.

Revisión del plan

Analicen en grupo los puntos siguientes para decidir los procedimientos:

- 1 ¿Cuál es su plan de acción que van a seguir?
- 2 ¿Consideraron el tiempo de crecimiento de la planta elegida?
- 3 ¿Fueron consideradas las variables que podrían influir en los resultados?
- 4 ¿Usaron materiales fáciles de conseguir?

Análisis y conclusiones

- 1 El diseño tuvo los resultados esperados, en caso de que no, ¿qué variables pudieron haber afectado?
- 2 ¿Cuál fue la parte más sencilla y más complicada del diseño del experimento?
- 3 ¿Qué aprendieron acerca del uso controlado de hormonas?
- 4 Redacten un resumen breve de cómo afecta la auxina en el crecimiento de la planta.

Coevaluación

Evalúa tu participación en el diseño y realización del experimento:

1. Nunca
 2. A veces
 3. Frecuentemente
 4. Siempre
- Aporté ideas al grupo para el diseño experimental.
 - Seguí el plan de acción como fue planificado.
 - Respeté las opiniones de los demás.
 - Cooperé en la ejecución del experimento.
 - Cooperé en la exposición de los resultados.

Enfermedades relacionadas con el control endocrino

Nuestro organismo tiene rangos determinados en los niveles hormonales, cualquier desequilibrio puede producir alteraciones en el funcionamiento. Por ejemplo, una alteración en la producción de la hormona del crecimiento puede producir enfermedades como el gigantismo si hay una hipersecreción o enanismo si hay una hiposecreción.

Además de la diabetes, existen muchas enfermedades relacionadas con el sistema endocrino. A continuación te presentamos algunas de estas enfermedades.

Cretinismo o hipotiroidismo congénito

El cretinismo es una enfermedad producida por la falta de hormonas tiroideas. Si esa afección ocurre antes del nacimiento se denomina hipotiroidismo congénito, pero si la afección se presenta después del nacimiento se denomina hipotiroidismo adquirido.

La acción de la glándula tiroidea se asocia al crecimiento de tejido muscular y neurológico. Las hormonas tiroideas son fundamentales en la embriogénesis y maduración fetal, particularmente en el crecimiento y desarrollo del sistema nervioso, por lo que una persona afectada con esta enfermedad si no es tratada a tiempo, puede llegar a presentar graves problemas cardiacos y retardo en el crecimiento físico y mental. Además puede producir otros signos y síntomas como por ejemplo: cansancio, caída de cabello, retención de líquido, pérdida de memoria, aumento de peso no intencional, dolor muscular, etc.

El principal tratamiento radica en reemplazar la hormona deficiente (tiroxina).



Figura 2.16 Uno de los principales signos del bocio es la inflamación de la glándula tiroides.

Bocio

El bocio es una enfermedad generada por alteraciones de la actividad de la glándula tiroides. Hay diversos tipos de bocios; el más simple es cuando la glándula tiroides es incapaz de producir suficiente cantidad de la hormona tiroidea para satisfacer las demandas corporales, ésta se agranda para compensar esta situación. Existen muchas razones para que se genere esta enfermedad, pueden ser factores hereditarios o bien adquiridos. Entre los factores de riesgo podemos mencionar: ser mujer, tener más de 40 años, déficit de yodo en la alimentación, tener antecedentes familiares, etc.

Los síntomas se generan principalmente por la inflamación de la glándula tiroides, que puede ejercer presión en otras áreas como la tráquea y el esófago, trayendo como consecuencia dificultades en la respiración y en la deglución. (Ver **Figura 2.16**).

Acromegalia y gigantismo hipofisiario

La acromegalia es una enfermedad caracterizada por una mayor producción de la hormona de crecimiento (GH) y los tejidos corporales gradualmente se agrandan. Si esta alteración se da en personas adultas, la enfermedad recibe el nombre de acromegalia; cuando se da en jóvenes se denomina gigantismo. Esta diferencia radica principalmente si la persona está en etapa de crecimiento o no. En el primer caso, como los adultos no están en etapa de crecimiento, el agrandamiento se da en extremidades principalmente; en cambio, en los niños y jóvenes, que están aún en crecimiento, éste se enfoca al aumento considerable de la estatura. Las causas se relacionan principalmente por la presencia de un tumor en la hipófisis sus principales signos son: crecimiento desproporcionado de mandíbula, nariz, orejas y extremidades, separación de dientes, etc.

El diagnóstico precoz de este trastorno es importante para prevenir daños irreversibles en el cuerpo ya que, además de los problemas de crecimiento, pueden originarse fallas en el corazón, en los vasos sanguíneos de su cerebro y alteraciones respiratorias, entre otras. Lamentablemente un niño en crecimiento la mayoría de las veces no se da cuenta que tiene esta afección, ya que piensa que los cambios que está experimentando son propios del crecimiento normal.



Figura 2.17 Probablemente, esta persona tuvo gigantismo cuando estaba en etapa de crecimiento.

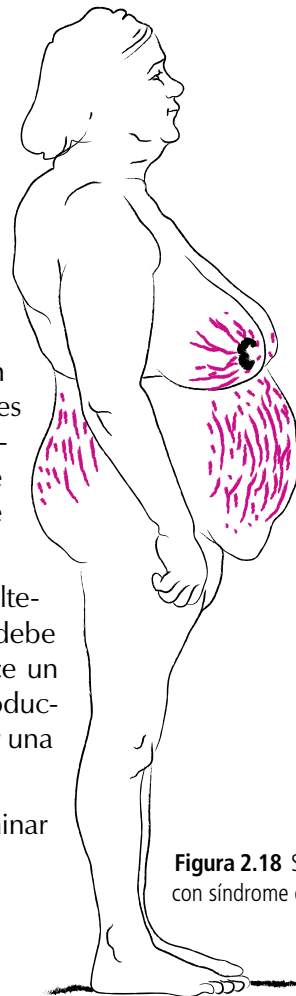
Síndrome de Cushing

Causada por el aumento de cortisol en el organismo, puede producir los siguientes síntomas: aumento de peso, diabetes, presión sanguínea alta, debilidad en el sistema óseo y muscular, ciclos menstruales irregulares que puede llevar hasta la infertilidad, exceso de vello facial, etc.

Existen dos tipos de síndrome de Cushing: exógeno y endógeno, que se diferencian solamente en su origen. El origen del primero radica en la ingesta de medicamentos semejantes al cortisol, que son muy utilizados por pacientes con enfermedades respiratorias como el asma. Este tipo del síndrome de Cushing es temporal y desaparece al dejar de tomar ese tipo de medicamentos.

El síndrome de Cushing endógeno es ocasionado por una alteración en las glándulas adrenales o en la hipófisis. Ésta se debe principalmente por la presencia de un tumor que produce un exceso de cortisol o de ACTH (que estimula una mayor producción de cortisol). En este último caso el síndrome pasa a ser una enfermedad.

El tratamiento del Cushing endógeno es la cirugía para eliminar el tumor.



- Estrías color púrpura.
- Aumento de glucosa en la sangre.
- Pérdida de masa ósea y muscular.
- Acné.
- Obesidad.
- Cara redonda.
- Hirsutismo.
- Depresión.
- Fatiga y debilidad.
- Desórdenes del sueño.
- Retención de líquidos.
- Ciclos menstruales irregulares.
- Aumento de presión sanguínea.

Figura 2.18 Síntomas y signos de una persona con síndrome de Cushing.

Hormonas y sexualidad humana

Las hormonas cumplen un papel fundamental en la sexualidad humana, desde que estamos en el útero materno. Después de este periodo, el nivel se reduce y se mantiene al mismo nivel de la hembra hasta el comienzo de la pubertad, cuando sube de nuevo. Durante la pubertad el nivel de la testosterona es ligeramente más alto en varones que en hembras. Al mismo tiempo, el nivel del estrógeno es mucho más alto en hembras que en varones. Estas diferencias en el equilibrio hormonal contribuyen al desarrollo de las características sexuales secundarias. Las hormonas sexuales femeninas producidas en los ovarios desempeñan una función vital en la preparación del aparato reproductor para la recepción del espermia y la implantación del óvulo fecundado, mientras que la testosterona, producida por las células de Leydig en los testículos, interviene de manera fundamental en el desarrollo del aparato genital masculino. Ambas hormonas sexuales son las responsables de la aparición y mantenimiento de las características sexuales secundarias.

El mecanismo de acción hormonal es similar a las otras hormonas del organismo. En el caso de la sexualidad, el hipotálamo produce hormona liberadora de la gonadotropina (GnRH) que estimula a la adenohipófisis para que secrete las hormonas gonadotropinas, FSH y LH, luego éstas se trasladan a través de la sangre hacia los testículos y ovarios para estimular la producción de las hormonas sexuales.

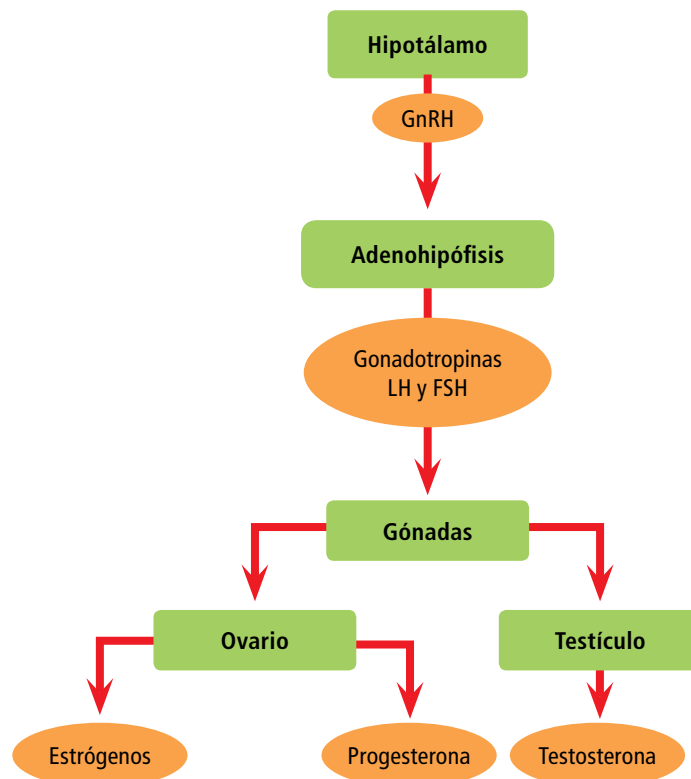


Figura 2.19 Mecanismo de acción de las hormonas sexuales.

¿Cómo controlan las hormonas el ciclo menstrual?

El **control del ciclo menstrual** incluye varias hormonas distintas e ilustra con claridad el principio de retroalimentación negativa. El ciclo menstrual dura un promedio de 28 días. Durante ese tiempo madura un ovocito dentro del folículo de un ovario y el tejido uterino se hace más esponjoso al enriquecerse con sangre. Por ser un ciclo, el periodo menstrual puede comenzar a estudiarse en cualquier punto. Por conveniencia. Aquí se comenzará por la menstruación, que se caracteriza por una hemorragia en la que se pierde parte del tejido uterino a través de la vagina y que dura de tres a cinco días.

Fase folicular A medida que transcurre la menstruación, un nuevo óvulo comienza a madurar dentro de un folículo en el ovario. Este hecho caracteriza el inicio de la fase folicular, que dura aproximadamente 10 días. La adenohipófisis libera la hormona folículo estimulante o FSH que controla la maduración del ovocito. La secreción de hormona luteinizante, LH, también se incrementa. A medida que el folículo se desarrolla, secreta una hormona llamada estrógeno que estimula los tejidos del útero para su engrosamiento e incrementa el suministro de sangre. Con esta acción comienza a prepararse el útero para un posible embarazo.

Fase luteínica Cuando el nivel de estrógenos en la sangre aumenta, el hipotálamo lo detecta. En un proceso de retroalimentación, la respuesta del hipotálamo provoca que la hipófisis reduzca la producción de FSH y aumenta la producción de LH. Este aumento de concentración de LH en la sangre conduce a la ovulación, un folículo se revienta y libera un ovocito en el oviducto. Esta liberación se llama ovulación, y suele ocurrir aproximadamente en la parte media del ciclo.

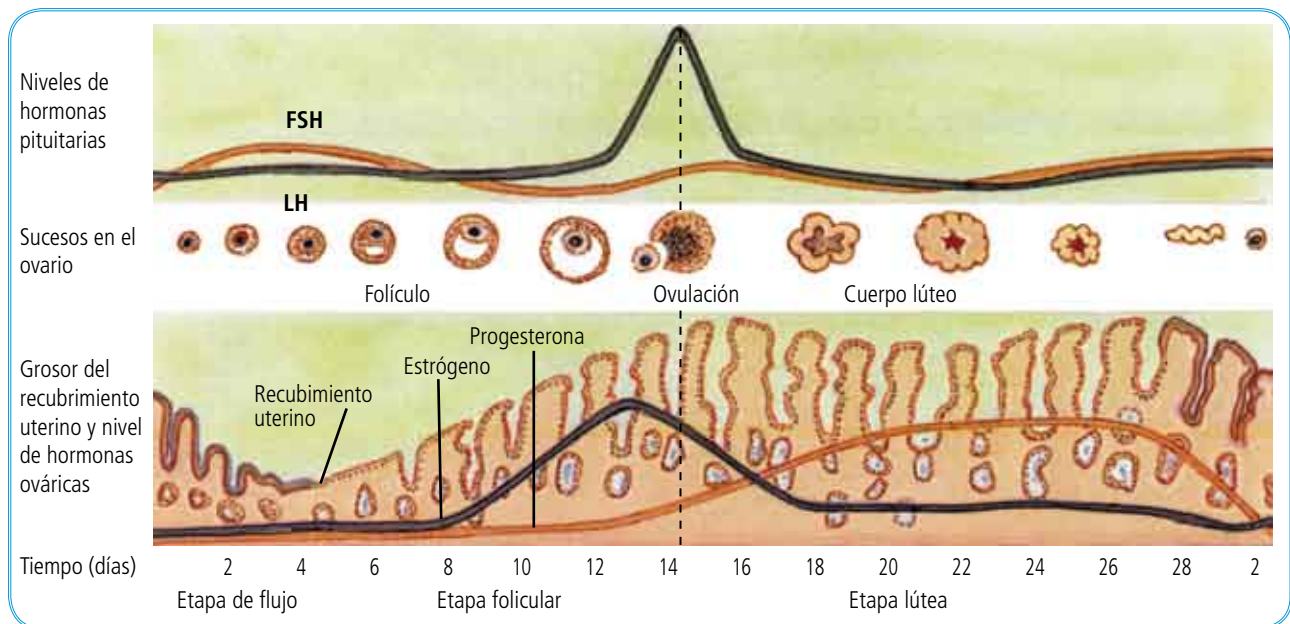


Figura 2.20 Este diagrama del ciclo menstrual muestra la relación entre los niveles de hormonas pituitarias y de hormonas ováricas, los sucesos que ocurren en el ovario y el estado del recubrimiento uterino.

La LH también ocasiona que el folículo reventado se transforme en un cuerpo amarillento llamado cuerpo lúteo. Bajo la influencia de la LH, el cuerpo lúteo secreta algo de estrógeno y la hormona progesterona, la cual además prepara el útero para el embarazo. La alta concentración de progesterona en la sangre es detectada de nuevo y la hipófisis reduce la producción de FSH y LH. Esta etapa del ciclo dura más o menos dos semanas.

Flujo menstrual Si la implantación del embrión no ocurre durante la fase del cuerpo lúteo, éste comienza a descomponerse. Al hacerlo, el nivel de progesterona declina y el recubrimiento uterino no puede mantenerse, como consecuencia, comienza a descomponerse y ocurre la menstruación una vez más. Además la producción de FSH y LH deja de estar inhibida y los niveles de las dos hormonas aumentan. El resultado neto es el desarrollo de un nuevo folículo y, en consecuencia, el inicio de un nuevo ciclo.

OK, pero en el eje Y entre 10 y 30 dice 40, reemplazar por 20.

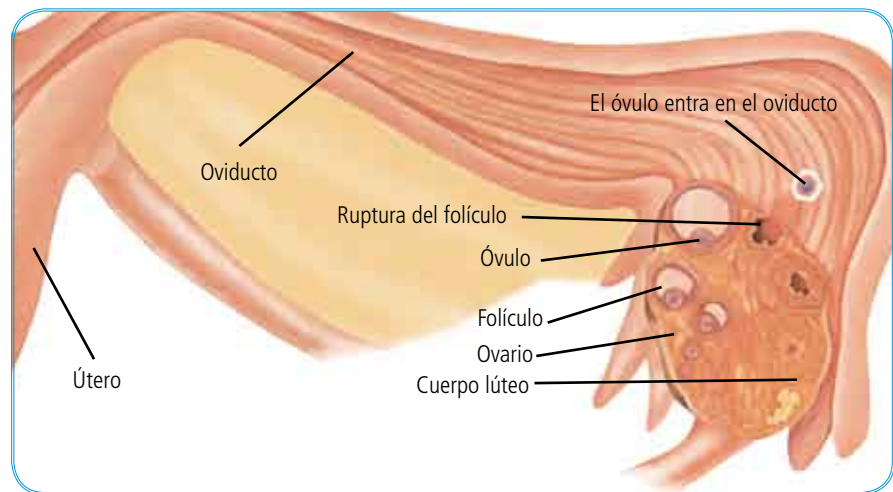


Figura 2.21 Durante el ciclo menstrual, un folículo madura y libera un óvulo. El folículo se transforma en el cuerpo lúteo que secreta importantes hormonas. Compara este diagrama con el control del ciclo menstrual que se muestra en la Figura 2.16.

Actividad N°6 Comprendiendo el ciclo menstrual

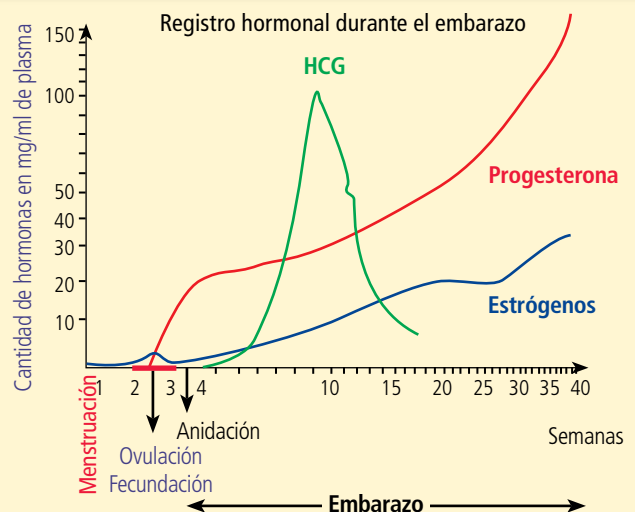
Observa la tabla y el gráfico y responde:

Tabla sobre la cantidad de progesterona y HCG presente en mujeres embarazadas y su diagnóstico final

Paciente	Progesterona	HCG	Diagnóstico
1	21,2	148	Evolutivo *
2	0,35	56	Aborto
3	23,9	1234	Evolutivo
4	0,19	23	Aborto
5	12,9	45	Ectópico **
6	24,2	2390	Evolutivo

* Embarazo que está en desarrollo.

** Desarrollo del embarazo fuera del útero.



Hormonas, crecimiento y desarrollo

Además de ser responsables de muchas reacciones en la adolescencia, las hormonas también son muy importantes en el desarrollo y mantención del embarazo. Además preparan a la mujer para el momento del parto y la lactancia.

¿Qué hormonas intervienen en el embarazo?

Cuando un ovocito ha sido fecundado en el oviducto, comienza a experimentar división celular. Al finalizar la primera semana de crecimiento ocurre el implante en el útero, parte de las células del embrión producen una hormona que mantiene el cuerpo lúteo de manera que continúe produciendo progesterona. De este modo, las condiciones uterinas necesarias para el embarazo, como un recubrimiento grueso y un rico suministro de vasos sanguíneos, también se mantienen. Transcurridas aproximadamente cinco semanas, el propio embrión producirá progesterona para mantener el útero durante todo el tiempo que dure el embarazo. Como la progesterona inhibe la producción de FSH y LH, los ciclos menstruales cesan.

Hormona gonadotropina coriónica humana (HCG) sólo se produce durante el embarazo principalmente por la placenta, se encuentra tanto en la orina como en la sangre, por lo tanto es la que se detecta en las pruebas de embarazo. Desempeña funciones análogas a la hormona LH.

Lactógeno de la placenta humana (Lactógeno placentario) hormona producida por la placenta cumple la función de estimular las glándulas productoras de leche y asegurar el correcto desarrollo fetal.

Estrógeno se forma normalmente en los ovarios, pero durante el embarazo también lo produce la placenta, para ayudar a sostener el embarazo.

Progesterona Durante el embarazo la progesterona también es producida en la placenta. Su función es estimular el engrosamiento del recubrimiento uterino manteniendo así el embarazo.



Figura 2.22. Existen varias hormonas cuya acción permite que el útero adquiera las condiciones necesarias para el embarazo.

- 1 ¿Qué relación existe entre la cantidad de hormonas y el diagnóstico final que muestra la tabla?
- 2 ¿Cuál sería el fundamento de que el diagnóstico de los pacientes 2 y 4 terminan en aborto?
- 3 ¿Cuál podría ser la relación entre la cantidad de progesterona y el embarazo ectópico?
- 4 ¿Cuál es la hormona que más aumenta durante el embarazo? ¿Cuál es la razón de ese aumento?
- 5 ¿Cuál es la hormona que aumenta considerablemente después de la anidación? ¿A qué se debe este aumento?
- 6 ¿Por qué la HCG disminuye después de algunas semanas?
- 7 Para detectar un embarazo, existen diversos sistemas, uno de los más usados son los test de embarazo que utilizan una muestra de orina. ¿Por qué la presencia de progesterona en una muestra de orina no es indicio de un embarazo?

Desarrollo embrionario y fetal

Después de que el ovocito es fecundado, se transforma en una sólo célula llamada cigoto. Durante la primera semana de vida, el cigoto sufre una serie de divisiones mitóticas, proceso conocido como **segmentación** hasta quedar formado por varias células denominadas blastómeros, al llegar a los 16 a 64 blastómeros se denomina **mórula**.



Figura 2.23 Etapas tempranas del desarrollo embrionario.

Al llegar a la primera semana, se forma la **blástula** debido al movimiento de los blastómeros hacia la periferia. Ese movimiento deja una cavidad central llamada blastocele que se llena de líquido y en la superficie, una capa de células denominada trofoblasto. Durante todo este tiempo, el embrión se ha ido desplazando desde la trompa de falopio hacia el útero. Allí, la mucosa uterina ha aumentado su grosor y se ha vascularizado, en un proceso regulado por las hormonas sexuales femeninas. Hacia el sexto o séptimo día, la blástula se implanta en la mucosa uterina. A partir del trofoblasto se han formado unas digitaciones llamadas vellosidades coriónicas que se hunden en la mucosa uterina hasta que la blástula queda completamente envuelta. Posteriormente comienza el proceso de gastrulación en que la blástula se transforma en **gástrula**, en esta etapa se distinguen en el embrión tres capas germinativas: el ectodermo, mesodermo y endodermo. Además se forman varios órganos que intervienen en la protección y nutrición del embrión, éstos son los anexos embrionarios: placenta, corión, saco vitelino, amnios, y alantoides.

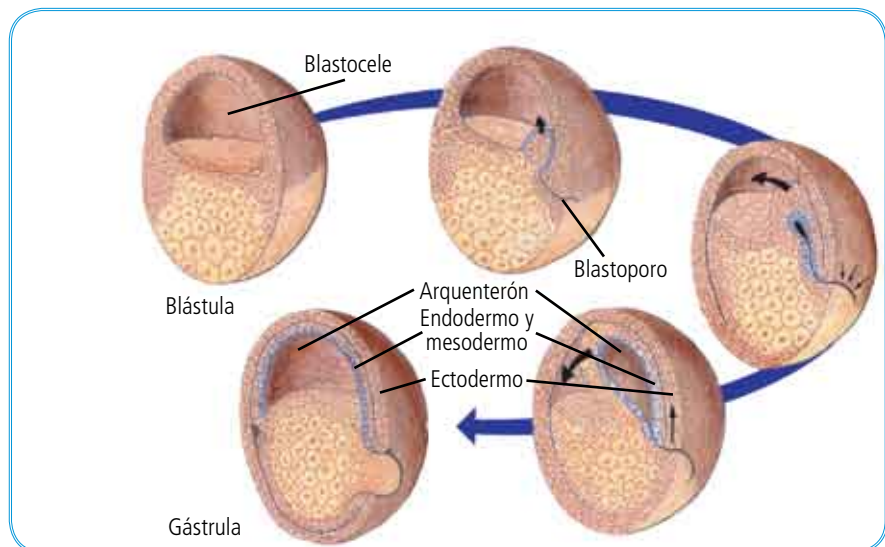


Figura 2.24 Durante el desarrollo embrionario la blástula comienza a experimentar cambios, distinguiéndose tres capas germinativas: ectodermo, mesodermo y endodermo.

Anexos embrionarios

Placenta	Estructura de intercambio de sustancias nutritivas, productos de desecho y gases entre la madre y el niño.
Corión	En los mamíferos está próxima a las células de la pared uterina. A partir de ésta membrana se forma la porción fetal de la placenta. Secreta la hormona gonadotrofina coriónica humana que asegura la continuidad del embarazo hasta que la placenta entre en actividad.
Amnios	Saco membranoso que envuelve y protege al embrión. Está lleno de líquido amniótico que permite la amortiguación del bebé. Los pliegues amnióticos que se encuentran en la región ventral se reúnen para formar el cordón umbilical, un tubo formado de grandes vasos que nutren y alimentan al embrión desde la pared del útero.
Alantoides	En la especie humana no cumple una función especial, sólo proporciona vasos a la placenta. En las aves sirve de depósito de desechos nitrogenados.
Saco vitelino	En la especie humana no cumple un rol tan importante, sólo sirve para demostrarnos el desarrollo progresivo del embrión. En un comienzo el embrión se nutre a través de la desintegración enzimática de las células que lo rodean.

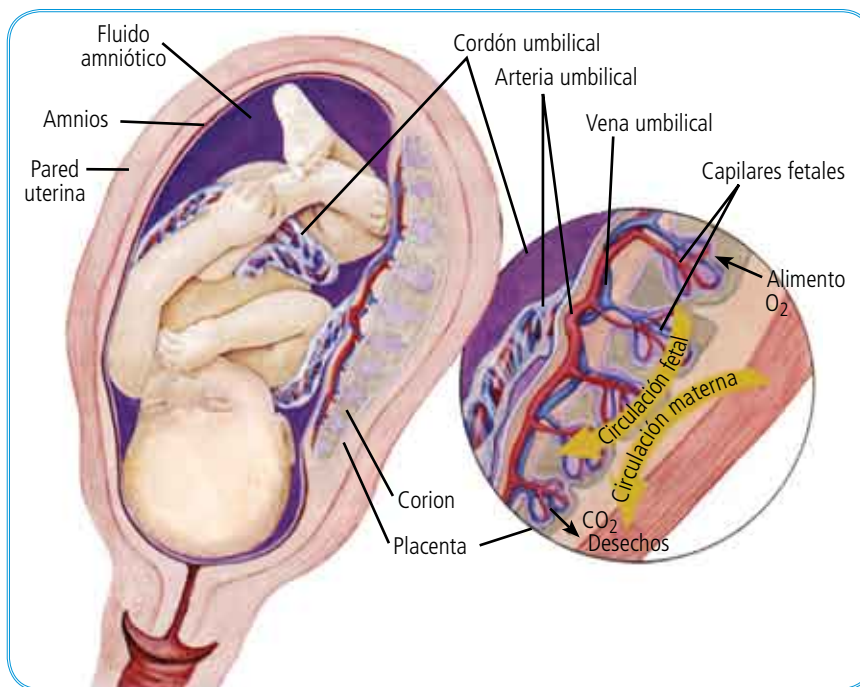


Figura 2.25 En el útero, membranas protectoras rodean al embrión en desarrollo. La placenta sirve como sitio para el intercambio de gases, nutrientes y desechos entre la madre y el feto. Los materiales se transportan hacia y desde el feto a través de vasos sanguíneos en el cordón umbilical. No hay conexión directa entre el sistema circulatorio del feto y el de su madre.

Posteriormente comienza la etapa de organogénesis, en que la gástrula comienza a diferenciarse en los diversos órganos a partir de las tres capas germinativas).

Diversos órganos que se desarrollan a partir de las tres capas germinativas

Ectodermo	Mesodermo	Endodermo	
Cerebro	Esqueleto	Páncreas	
Médula espinal	Músculos	Hígado	
Nervios	Gónadas	Pulmones	
Piel (parte exterior)	Sistema excretor	Recubrimiento del aparato digestivo	
Cúpula del ojo y cristalino	Piel (parte interior)		

En los primeros dos meses el embrión está formando sus tejidos, órganos y sistemas. Al pasar al tercero es considerado feto, ya que está casi totalmente formado, pasando a una etapa de crecimiento y desarrollo que terminará en el momento de nacer.

¿Qué cambios experimenta el feto en los nueve meses de gestación?

Mes	Medida y peso	Cambio experimentado
1°	Mide 4 mm y pesa 1 g.	Desarrollo incipiente de la cabeza. El corazón ya late.
2°	Mide 3 cm y pesa 3 g.	Desarrollo de brazos y piernas, así como del cerebro y órganos internos.
3°	Mide 10 cm y pesa 45 g.	Desarrollo de los párpados y movimiento de las extremidades.
4°	Mide 15 cm y pesa 180 g.	Se cubre de lanugo (vello que cubre al feto). El intestino comienza a llenarse de meconio (materia fecal). La piel es todavía muy fina, casi transparente.
5°	Mide 18 cm y pesa 500 g.	Crece el pelo de la cabeza, pestañas y cejas. Desarrollo del sistema inmunitario.
6°	Mide 25 cm y pesa 1.000g.	La cara ya está completamente formada. La piel se cubre de un material graso. Abre los ojos y se mueve mucho.
7°	Mide 30 cm y pesa 1.500 g.	Comienzan a moverse los pulmones. Aumenta la grasa subcutánea y ya no cabe bien en el útero.
8°	Mide 35 cm y pesa 2.500 g.	Generalmente se pone boca abajo (posición cefálica). Se engrosa la piel, adquiriendo el tono rosáceo que tendrá definitivamente.
9°	Mide 50 cm y pesa 3.000 g.	Los pulmones ya están completamente formados para la vida exterior. Se cae el lanugo y la piel se estira. Es el momento del nacimiento.

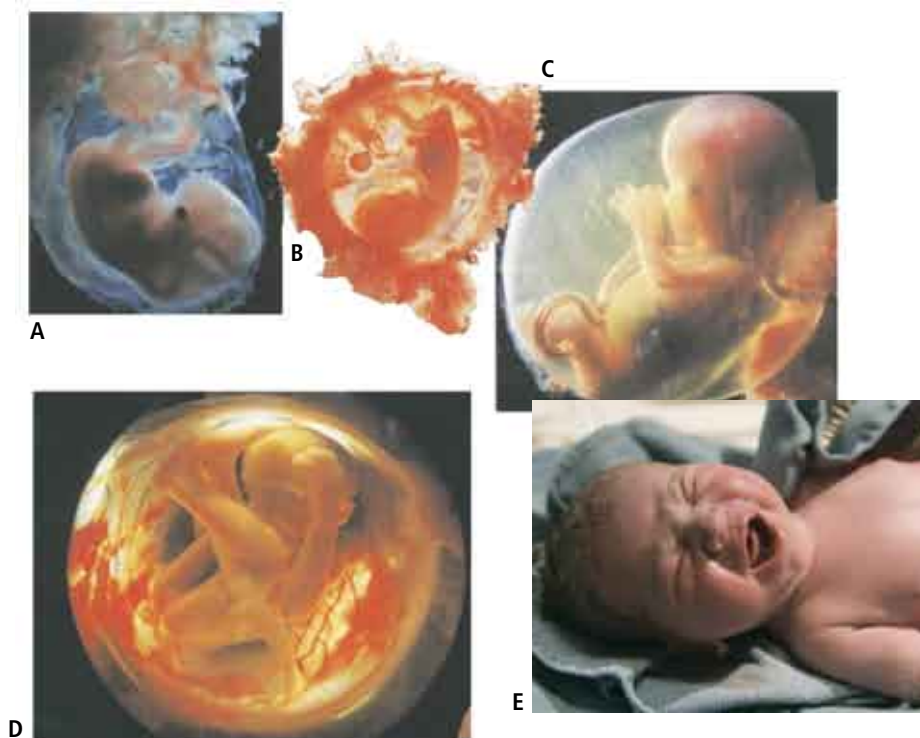


Figura 2.26 Estas fotografías muestran algunas etapas del desarrollo de un bebé humano. Un embrión humano de seis semanas **a)** muestra unas paletas por manos y pies en los brotes de las extremidades, y una gran cabeza con ojos y orejas en formación. A las ocho semanas **b)**, las características faciales se vuelven más obvias y las manos y pies más desarrollados. A las once semanas **c)**, los dedos de manos y pies se ven con claridad, y el tórax se puede ver justo detrás del codo. A las veintidós semanas **d)**, un feto humano está bien desarrollado y crece con rapidez. Después de nueve meses **e)**, nace un bebé.

¿Cuáles son las etapas del parto?

Cuando el feto cumple entre 38 a 42 semanas, es expulsado del útero al exterior a través del canal vaginal, proceso llamado parto. Éste presenta tres fases o etapas:

- Primero, la fase de **dilatación** en que el cuello uterino se dilata hasta alcanzar un diámetro de 10 cm aproximadamente. Paralelo a esto, aumentan las contracciones uterinas y se rompe la membrana del amnios saliendo el líquido amniótico al exterior.
- La segunda fase corresponde a la **expulsión** del feto debido a la máxima dilatación del cuello uterino; comienza a salir con la cabeza adelante y tras la salida se corta el cordón umbilical
- En la tercera fase, llamada fase de **alumbamiento** o **posparto**, saldrá la placenta y otras envolturas fetales, empujadas por ligeras contracciones del útero.

Durante el parto también actúan hormonas que van a facilitar el proceso, en primer lugar la oxitocina actúa sobre el útero estimulando las contracciones para la expulsión del bebé. Por otra parte, los ovarios elaboran una hormona llamada relaxina, que actúa sobre los ligamentos de la pelvis y el cuello del útero y provoca su relajación durante el parto, facilitando de esta forma el proceso.

Lactancia materna

La lactancia materna es un proceso muy importante en el desarrollo de niños y niñas. Además de tener todos los nutrientes que necesita para su desarrollo, también les proporciona un medio de defensa, ya que a través de la leche materna el bebé adquiere anticuerpos para defenderse de muchas enfermedades. Por otro lado, el contacto de la madre con su hijo asegura lazos de afecto y seguridad. El periodo mínimo de lactancia materna recomendable es de seis meses.

La producción y secreción de leche materna también es estimulada por hormonas. Durante la gestación, los elevados niveles de hormonas femeninas provocan un aumento de volumen y peso de las mamas, que comienza a prepararse para la producción de leche.

La Prolactina producida por la hipófisis estimula a los alvéolos mamarios para que secreten leche materna. Para mantener los altos niveles de esta hormona, es necesario el estímulo de succión que induce a la hipófisis a liberar dicha hormona. Pero la acción de esta hormona no es suficiente para que la leche materna llegue a la superficie y el bebé pueda sacarla. Esto se logra por la acción de otra hormona, la oxitocina, liberada también por la hipófisis y también en respuesta refleja a la estimulación del pezón, que contrae los alvéolos mamarios para que salga la leche a través de los conductos, lo que se conoce como reflejo de eyección.

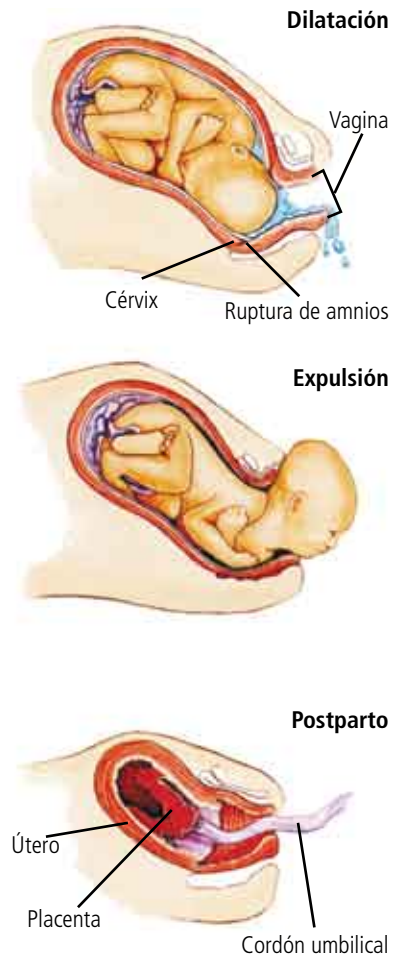


Figura 2.27 Las etapas del nacimiento son dilatación, expulsión y posparto.



Figura 2.28 La lactancia materna proporcionará al bebé nutrientes y anticuerpos para su desarrollo.

Laboratorio del pensamiento

Influencia de la luz en el crecimiento de la planta

Antecedentes

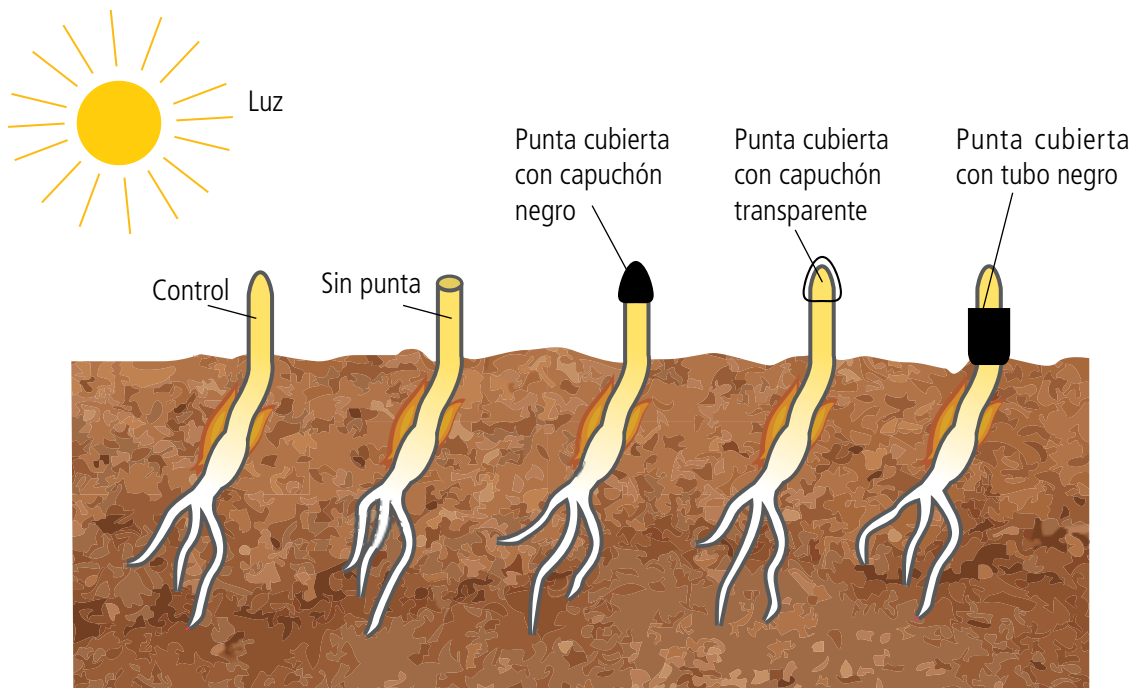
Para que una planta crezca normalmente debe tener ciertas condiciones que le permitan su desarrollo, debe tener agua, nutrientes, dióxido de carbono y luz. Esta última constituye una variable que puede influir demasiado en su crecimiento. En este laboratorio comprobarás qué tan importante es la luz para el desarrollo de las plantas, ¿es importante en todas las partes de la planta por igual o existen zonas que requieren más luz que otras?

Materiales

- Semillas de una planta de crecimiento rápido (pueden ser 5 porotos).
- 5 vasos, algodón, agua.
- 5 recipientes de plásticos (con algunos agujeros en su base) o maceteros.
- Tierra fértil (de jardín).
- Capuchón negro.

Procedimiento

- Coloca una semilla en cada vaso rodeada por un trozo de algodón humedecido (revisa cada día de que el algodón no se seque).
- Cuando la planta comience a germinar y haya crecido alrededor de 5 cm, trasládala al macetero o recipiente de plástico con tierra fértil, cada planta debe estar expuesta a la luz.
- Rotula las 5 plantas y cambia las condiciones de 4 plantas de la siguiente manera:
 - N° 1** Planta control.
 - N° 2** Ápice cortado de la planta.
 - N° 3** Ápice de la planta cubierta con un capuchón negro.
 - N° 4** Ápice de la planta cubierta con un capuchón transparente.
 - N° 5** Base de la planta cubierta con un tubo negro
- Plantea una hipótesis de lo que sucederá.
- Controla las otras variables que pueden influir en el experimento (temperatura, viento, humedad, etc.).
- Observa diariamente el crecimiento de las plantas y anota tus observaciones (altura, dirección del tallo en crecimiento, ramas laterales (si las hubiese), etc.



→ Realiza una comparación entre las 5 plantas, completando una tabla como la que presentamos a continuación.

Tabla de observaciones

	Planta 1	Planta 2	Planta 3	Planta 4	Planta 5
Día 1					
Día 2					
Día 3					
Día 4					
Día 5					
Día 6					
Día 7					
Día 8					
Día 9					
Día 10					

Responde las siguientes interrogantes:

1. ¿La altura de crecimiento presentó diferencias? Si tu respuesta es afirmativa, ¿cuáles diferencias y a qué se deben?
2. ¿La dirección del crecimiento es igual o diferente? Realiza una inferencia de lo sucedido
3. ¿Tu hipótesis resultó ser la correcta?
4. Si tu resultado no es el esperado, analiza las variables que pudieron influir.
5. Compara tus resultados con el resultado de tus compañeros.

Ciencia, biología y sociedad

¿Sabías qué...?



Existen las hormonas del amor...

La investigación que fue publicada en el último número de la revista "Chemistry World" de la Real Sociedad de Química del Reino Unido, evidenció que hay dos hormonas fundamentales que participan en las sensaciones relacionadas con el amor: la neurotrofina y la oxitocina.

La primera hace que nos sintamos profundamente enamorados, nos acelera el corazón cuando se acerca el ser amado; pero luego esa hormona va disminuyendo y entra en juego la oxitocina, que ayuda a que permanezcan sentimientos de compromiso. La oxitocina además actúa sobre neurotransmisores que provocan conductas sedativas disminuyendo la irritabilidad y el estrés.

Fuente:

http://www.lanacion.cl/prontus_noticias/site/artic/20060201/pags/20060201213047.html

¿Sabías qué...?



No sólo algunos hombres utilizan esteroides para tener un desarrollo muscular mayor, también algunas mujeres los consumen y al igual que ellos, tienen varias consecuencias, sobretodo en el sistema reproductor.

Algunos de estos efectos son: una reducción en los niveles circulantes de la hormona luteinizante, la hormona foliculo-estimulante, estrógenos y progesterona; inhibición de la foliculogénesis y de la ovulación; así como cambios en el ciclo menstrual como prolongación de la fase folicular, reducción de la fase luteal, y amenorrea.

Fuente: Medicine & Science in Sports & Exercises. Volumen 19, N° 5. 1987. <http://www.scribd.com/doc/12695875/Uso-Esteroides>

¿Sabías qué...?



Cuando uno forma una familia, piensa en el número de hijos que va a tener, 2, 3, 4 ó más, pero nunca espera que estos bebés nazcan todos al mismo tiempo.

¿Te imaginas lo que es tener octillizos?

Este es el mayor embarazo gemelar que se registra en nuestra historia con hijos nacidos vivos.

Los bebés de embarazos múltiples deben estar en incubadoras hasta completar el desarrollo que les permita sobrevivir.

Fuente

http://news.bbc.co.uk/hi/spanish/science/newsid_7852000/7852651.stm

¿Sabías qué...?



Dormir poco o demasiado puede elevar el riesgo de padecer obesidad, tabaquismo o alcoholismo

Dormir menos de seis horas o más de nueve puede acarrear problemas de salud graves. Un estudio del Centro para el Control y Prevención de Enfermedades de Estados Unidos ha demostrado que las personas a las que les faltan o les sobran horas de sueño tienen más posibilidades de desarrollar obesidad, tabaquismo, menor actividad psíquica o incluso alcoholismo.

Fuente: www.natgeo.es/articulo/actualidad_dormir.htm

BIOTECNOLOGÍA

Insulina sin pinchazo

Nadie disfruta las inyecciones, pero quienes sufren de diabetes mellitus juvenil han aprendido a vivir con ellas, porque de no hacerlo quizá morirían. El nombre "diabetes juvenil" no significa que quien la padezca sea joven. Más bien se llama así porque su inicio suele ser durante la niñez.

Causa de la diabetes

El cuerpo de quienes padecen diabetes mellitus no produce suficiente insulina, o bien no usa de manera eficaz la que produce. El tipo de diabetes mellitus conocida como diabetes adulta, a menudo puede controlarse con una dieta cuidadosa y ejercicio. No obstante, el tipo llamado diabetes juvenil en general no se puede controlar de esa forma. Quienes la padecen deben tomar dosis regulares de insulina para mantener bajo control el azúcar en su sangre.

Por desgracia, la insulina no puede tomarse por vía oral. Es una proteína simple, exactamente igual a las que se digieren con facilidad en el estómago. Por esa razón, si la insulina entrara en el cuerpo por vía oral las enzimas digestivas la descompondrían con rapidez y nunca llegaría a la sangre. Los diabéticos que necesitan insulina tienen que obtenerla mediante inyecciones frecuentes.

Una nueva forma de tomar insulina

La buena noticia es que quizá dentro de poco dejen de ser necesarias las inyecciones de insulina. Se han desarrollado nuevos recubrimientos que van más allá de permitir que la insulina en forma de tabletas sobreviva en el sistema digestivo. Dichos recubrimientos en realidad emplean el proceso digestivo para liberar la insulina en el sitio y el momento correctos.

Los nuevos recubrimientos están hechos de sustancias llamadas proteínoides, combinaciones de aminoácidos que no son proteínas totalmente normales y por tanto resisten a la digestión. Lo raro de los proteínoides es que adoptan la forma de diminutas esferas (microesferas) similares a burbujas al colocarse en agua. Al colocar insulina o cualquier otro material orgánico en el agua con ellos, parte de los mismos será captado en el interior de las esferas.

Las moléculas de los proteínoides pueden tratarse para que adquieran carga eléctrica. Algunas se cargan positivamente y



otras negativamente. Al elegir con cuidado los ingredientes, es posible preparar microesferas con abundantes moléculas cargadas en forma positiva o negativa en el exterior.

Cómo evitan las microesferas la digestión

Para transportar insulina es mejor usar microesferas con una capa de cargas positivas. Como el estómago contiene ácido, hay una elevada concentración de iones hidrógeno con carga positiva allí. Debido a que las cargas similares se repelen entre sí, las cargas positivas en el exterior de la microesfera impedirían el ataque del ácido digestivo. Así, las microesferas podrían llevar su carga de insulina de manera segura al intestino delgado, donde serían absorbidas sin haberse descompuesto.

En la sangre las microesferas están en un ambiente químico muy distinto. Como las cargas opuestas se atraen, los iones negativos atraerían a las microesferas y comenzarían a descomponerlas. Al poco tiempo las microesferas se romperían, liberando la insulina directamente en la sangre.

Otras funciones de las microesferas

Las microesferas de proteínoides no se limitan al transporte de insulina. También pueden transportar casi cualquier clase de medicamento a la sangre, incluyendo vacunas. Eligiendo con cuidado los proteínoides empleados, las compañías farmacéuticas podrían sintetizar microesferas para liberar cada tipo de medicamento en el sitio más útil.

- **Tema a debate:** Cuando finalmente se disponga de insulina encapsulada es probable que sea costosa. ¿Qué factores podrían compensar este gasto a las personas que requieren inyecciones frecuentes de insulina? ¿Qué otra ventaja para la salud podría obtenerse al emplear insulina encapsulada en vez de la inyectada?
- **Enlace con la química:** ¿Qué ocasiona que un ion tenga carga eléctrica positiva o negativa?

Fuente: Oram, Raymond F. *Biología Sistemas vivos*. Editorial McGraw-Hill, México D.F., 2007. Cap. 24, pág. 694.

Lectura científica

LOS ESTEROIDES Y LOS ATLETAS

Hay un antiguo chiste médico acerca de un paciente hospitalizado cuyo estado continúa mejorando día con día hasta que muere por mejoría excesiva. Ese chiste se ha transformado en una realidad trágica para algunos atletas y para otras personas que quieren verse atléticas. Las personas de este tipo “mejoran” el tamaño y la fuerza de sus músculos empleando fármacos llamados esteroides anabólicos.

La acción de los esteroides anabólicos Los esteroides anabólicos son productos químicos sintéticos similares a la testosterona, la cual se produce normalmente en los testículos de los varones. Aunque tanto varones como mujeres tienen testosterona, los primeros la tienen en mayor cantidad.

Como los esteroides anabólicos emulan a la testosterona, pueden producir efectos colaterales evidentes en usuarios del sexo femenino. Dichos efectos incluyen voz más ronca, crecimiento de vello facial y un patrón de calvicie masculino.

Por otra parte, los varones no se hacen más “masculinos” en su apariencia, con excepción de tener músculos más grandes y un aumento del vello facial y corporal. La acción de los esteroides, similar a la testosterona, tiende a detener la producción natural de ésta. Como resultado, los testículos de los usuarios de sexo masculino podrían encogerse de manera permanente y sus glándulas mamarias podrían aumentar de tamaño.

Efectos colaterales de los esteroides anabólicos Los esteroides anabólicos pueden reducir en forma considerable el nivel de HDL, un tipo de lipoproteínas que transportan el colesterol desde los tejidos del cuerpo al hígado; esta sustancia es necesaria para la salud del corazón. Como resultado, muchos usuarios jóvenes han muerto a causa de ataques cardíacos repentinos. El uso prolongado de estos fármacos se ha relacionado con daños hepáticos, enfermedades renales, apoplejías, trastornos del sistema inmune y cáncer. Los usuarios adolescentes afrontan riesgos todavía mayores. El cuerpo del adolescente aún no está perfectamente formado y algunas partes, como los sistemas óseo y reproductivo, aún se encuentran en desarrollo. El uso de esteroides anabólicos puede hacer que se detenga ese desarrollo de manera permanente.

¿Pueden usarse de manera segura? Sin embargo, muchos de los que intentan hacerse más musculosos debido a los esteroides anabólicos, están convencidos de que estos

fármacos son seguros si se emplean con cuidado. Varios médicos insisten en esta posibilidad, aunque afirman que no hay certeza al respecto. Además, insisten en que para hacer un uso cuidadoso y sensato se requiere de un alto nivel de supervisión médica, con el cual cuentan muy pocos usuarios, y la tentación del uso excesivo es muy grande.



Tampoco es probable que muchos obtengan la orientación médica necesaria, porque el uso de esteroides anabólicos sin prescripción es ilegal. Además, todo uso de esteroides anabólicos va en contra de las reglas de la mayoría de los deportes profesionales y amateurs. Su uso se considera una trampa.

Efectos psicológicos Los esteroides anabólicos afectan al cerebro además del cuerpo. Estos fármacos suelen dar al usuario excesiva confianza en sí mismo haciéndolo más agresivo.

Los efectos psicológicos pueden ser drásticos. Muchos usuarios han experimentado cambios importantes de su personalidad. El consumo de esteroides se ha relacionado con casos de comportamiento violento y cierto estudio psiquiátrico demostró que 14 de cada 41 usuarios de esteroides anabólicos presentaban signos de enfermedad mental.

- 1. Comprensión del tema:** en algunos países las organizaciones deportivas de las escuelas establecen que los atletas se sometan a pruebas aleatorias para detectar el uso de esteroides. ¿Crees que deberían realizarse pruebas aleatorias a los atletas para saber si usan esteroides? ¿Crees que esto constituye una invasión de la intimidad? Explica tu opinión.
- 2. Explora un poco más:** algunos atletas piensan que cualquier cosa que pueden hacer para mejorar su desempeño debería ser legal y que usar esteroides es tan justo como seguir una dieta adecuada. Otros piensan que la fuerza que se obtiene de los esteroides es un refuerzo artificial y que deberían ser declarados ilegales. ¿Crees que la ventaja que dan los esteroides es justa o injusta? ¿Por qué?

Fuente: Oram, Raymond F. *Biología Sistemas vivos*. Editorial McGraw-Hill, México D.F., 2007. Cap. 24, pág. 695.

BIOTECNOLOGÍA.

Cirugía fetal: una experiencia “extracorporal”

Existen muchos casos de mujeres con pocos meses de embarazo en que su médico le informa que su bebé tiene alguna malformación que lo puede llevar a la muerte. Una de esas malformaciones es la obstrucción en el tracto urinario que provoca que la orina regrese a los riñones. Si no se remueve la obstrucción, podría causar el deterioro de los riñones del feto, una condición conocida como hidronefrosis. Normalmente los bebés con esta obstrucción son operados tan pronto nacen para eliminar el bloqueo. Pero, muchas veces éste es tan severo que el desarrollo fetal normal está amenazado y la vida del bebé está en peligro. La única solución posible al problema es operarlo antes de que nazca, pero hay riesgos tanto para la madre como el bebé. ¿Qué harías?

En 1986 una pareja de apellido Williams se diagnosticó con hidronefrosis. Su bloqueo era tan severo que moriría antes de nacer. Aún cuando sabían que podía haber riesgos, los padres creyeron que el bloqueo tenía que removerse si había incluso una pequeña posibilidad de salvar a su bebé. Los Williams eran buenos candidatos para un nuevo tipo de tratamiento: la cirugía del bebé mientras todavía estaba en el útero de su madre. Llamada cirugía fetal, esta nueva técnica es útil para salvar fetos con defectos congénitos al operarlos antes de que nazcan.

¿Qué implica la cirugía fetal? En el caso de los Williams, los médicos hicieron incisiones en el abdomen y útero de la madre, extrajeron fluido amniótico y luego levantaron al pequeño feto sin sacarlo por completo del útero. Al hacer una incisión en la parte baja del abdomen del bebé, los médicos crearon una abertura externa entre la vejiga y el abdomen de modo que la orina se podía drenar hacia el fluido amniótico. Luego lo colocaron de vuelta en el útero, restituyeron el fluido amniótico y cosieron el útero y abdomen de la madre. Pocos meses después los Williams daban la bienvenida a una niña desarrollada normalmente. Más tarde, mediante cirugía se eliminó el bloqueo en forma definitiva.

Existen muchos tipos de defectos congénitos que se pueden corregir con cirugía fetal. La hidrocefalia es una condición en la que un exceso de fluido se acumula en el cerebro, donde puede causar daños a menos que el líquido se drene a medida que el feto crece. Mediante cirugía fetal los médicos colocan



una sonda de drenaje en el cerebro del bebé para evitar el deterioro. La hernia diafragmática congénita (HDC) es una condición en la que existe un orificio en el diafragma, el músculo que ayuda a los pulmones a inflarse. En casos severos de HDC, otros órganos se mueven a través de ese orificio hacia el área del pecho y los pulmones no tienen espacio para desarrollarse de manera adecuada. Los bebés con HDC se operan por rutina al nacer, pero si la condición es severa, invariablemente mueren porque sus pulmones no están bien desarrollados. Con cirugía fetal, los médicos reparan el orificio en el diafragma antes de que afecte a los pulmones.

La cirugía misma puede ocasionar un nacimiento prematuro y el recién nacido muere por complicaciones no relacionadas con la cirugía. Pero para los padres de fetos con defectos congénitos que amenazan su vida, la recompensa bien vale los riesgos.

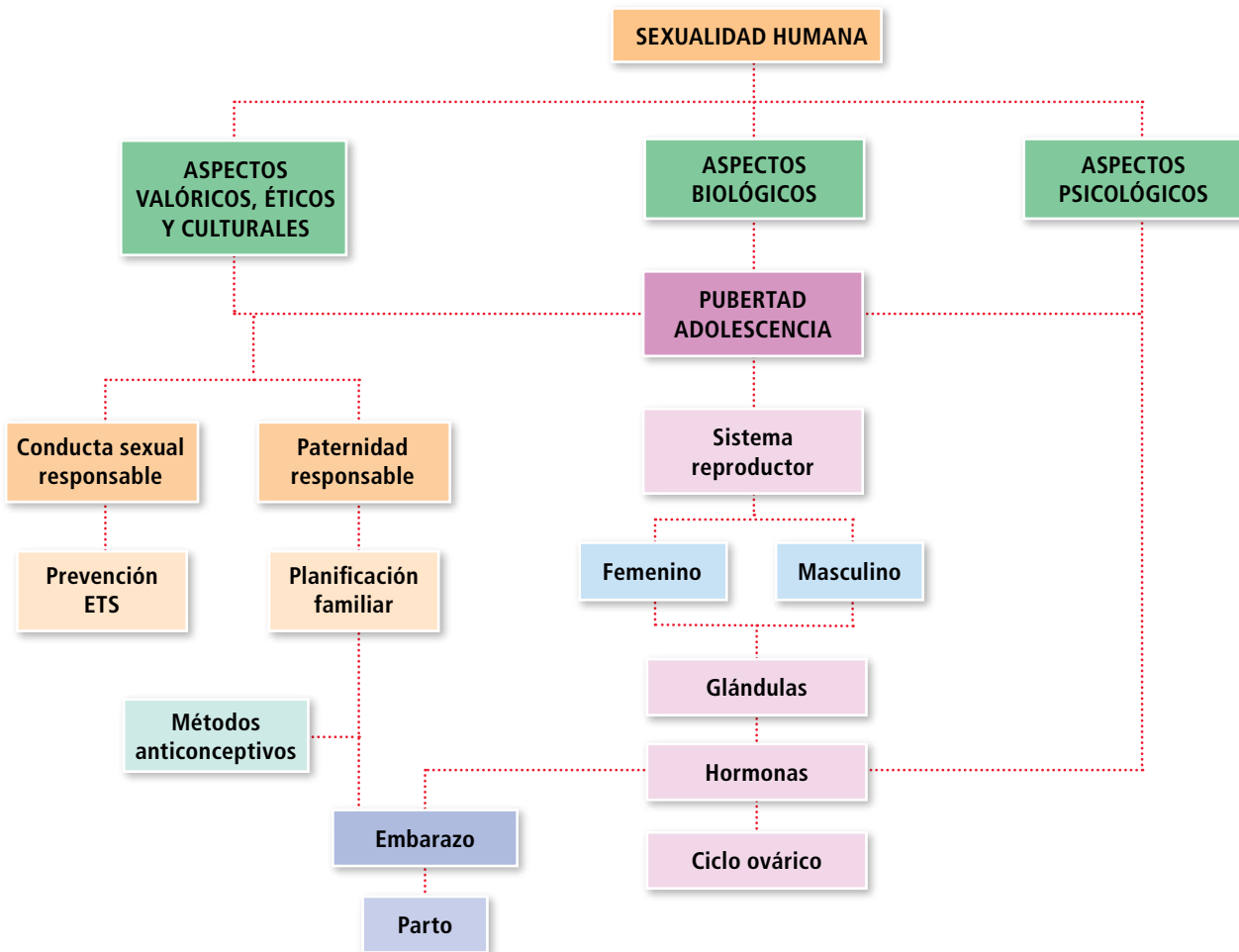
- 1. Temas a debate:** algunos investigadores médicos se oponen al uso de la cirugía fetal. Piensan que la madre perderá su derecho a tomar decisiones acerca de su propio cuerpo si los derechos del feto se consideran más importantes que los de ella. ¿Los padres tienen el derecho de decidir si la cirugía fetal es una opción?
- 2. Explora un poco más:** algunos trastornos congénitos se pueden corregir durante el embarazo al tratar a la madre. Investiga acerca de la disritmia cardíaca fetal, en la que existen irregularidades o perturbaciones en el latido cardíaco del feto. ¿Por qué este trastorno se puede tratar con medicamentos que se administran a la madre?

Fuente: Oram, Raymond F. Biología Sistemas vivos. Editorial McGraw-Hill, México D.F., 2007. Cap. 19, pág. 539.

Glosario

- **Auxina:** hormona vegetal que estimula el crecimiento y maduración de la planta.
- **Célula blanco:** célula que presenta receptores que van a ser reconocidos por las hormonas para que lleven a cabo su acción.
- **Ciclo ovárico:** ciclo de maduración de un ovocito en el ovario, incluye ovulación y menstruación.
- **Cuerpo lúteo:** glándula endocrina que se forma en el ovario después de la ovulación, debido al rompimiento del folículo estimulado por la hormona LH.
- **Fecundación:** unión de un ovocito con un espermatozoide para producir un cigoto.
- **Fase del cuerpo lúteo:** fase del ciclo ovárico en que bajo la influencia de la LH, el cuerpo lúteo secreta algo de estrógeno y la hormona progesterona, la cual prepara el útero para el embarazo.
- **Fase folicular:** Fase en que el folículo se desarrolla y secreta estrógeno que estimula los tejidos del útero para su engrosamiento e incrementa el suministro de sangre.
- **Giberelina:** hormona de acción similar a la auxina.
- **Glándula endocrina:** glándula que vierte sus secreciones directamente a la sangre.
- **Glándula exocrina:** glándula que vierte sus secreciones a conductos no a la sangre.
- **Glucagón:** hormona que aumenta los niveles de glucosa en el plasma.
- **Hipófisis:** glándula que regula la acción de otras glándulas endocrinas.
- **Hormona trófica:** hormonas que estimulan el funcionamiento de otras glándulas.
- **Hormona no trófica:** hormonas que actúan directamente en la célula blanco.
- **Hipotálamo:** glándula maestra que controla a todas las demás glándulas.
- **Insulina:** hormona que disminuye los niveles altos de glucosa en la sangre.
- **Retroalimentación negativa:** mecanismo de acción hormonal que permite mantener la cantidad de hormonas en equilibrio.
- **Retroalimentación positiva:** mecanismo de acción hormonal que permite que la cantidad de hormonas en el organismo se aleja del equilibrio (aumente más o disminuya más).

Mapa conceptual



Síntesis

Todos los seres vivos responden a los **estímulos**. Uno de los mecanismos de respuestas es mediante **hormonas** que interactúan para controlar el crecimiento y el desarrollo. Las hormonas son un medio para controlar respuestas en los animales; algunas controlan el crecimiento y desarrollo, otras desempeñan un papel en la preservación de la **homeostasis**; por ejemplo, las hormonas que regulan el nivel de glicemia. Igual que en las plantas, las hormonas pueden trabajar en forma conjunta para causar una respuesta, o en oposición unas con otras. Los niveles de las hormonas en la sangre son regulados por mecanismos

de **retroalimentación negativa**, como los que ocurren durante el ciclo menstrual.

Aunque también puede suceder la **retroalimentación positiva**. Las hormonas intervienen en muchos procesos biológicos relacionados con la sexualidad, en que intervienen varias glándulas como el **hipotálamo**, la **hipófisis** y las **gónadas** como por ejemplo, el **ciclo ovárico**, **embarazo**, **parto**, **lactancia**, **desarrollo sexual**, etc. La sexualidad es un tema inherente a la especie humana, se debe orientar hacia una conducta sexual responsable y de autocuidado.

Evaluación

LENGUAJE DE LA BIOLOGÍA

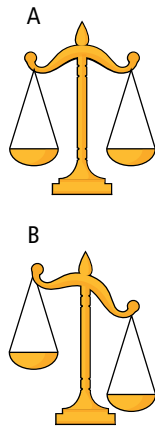
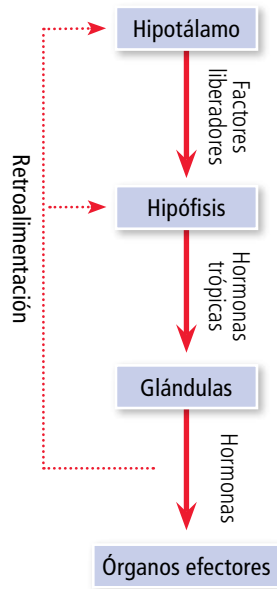
Escribe en tu cuaderno una síntesis que muestre tu comprensión de cada uno de los siguientes términos:

- Hipotálamo
- Glándula endocrina
- Auxina
- Giberalina
- Cuerpo lúteo
- Hipotálamo
- Dominancia apical
- Estímulo
- Retroalimentación negativa
- Fase del cuerpo lúteo
- Hormonas
- Fase folicular
- Hipófisis
- Embarazo
- Gametos
- Fecundación
- Diabetes

COMPRENSIÓN DE CONCEPTOS

- 1 ¿Cómo explicarías científicamente el hecho de que una fruta madura hace madurar al resto?
- 2 ¿Relaciona la información sobre las hormonas vegetales con los bonzai?
- 3 ¿De qué forma podrías ayudar a tu mamá en el jardín para que las plantas crezcan más altas y con menos ramas laterales?
- 4 Se coloca una planta en sentido lateral y a oscuras. ¿Cómo crecerá la planta? Explica el desarrollo del tallo y las raíces de la planta respecto de los estímulos y la acción de las hormonas.
- 5 Algunos herbicidas son productos químicos con actividad poderosa del tipo de las auxinas. Sugiere por qué estos productos pueden ocasionar la muerte de una planta. ¿Por qué crees que cuando el clima es muy frío o muy seco no matan a las plantas?
- 6 ¿Cómo están adaptados los humanos para afrontar el problema de la fecundación?
- 7 ¿Cuál es la ventaja adaptativa de la reproducción sexual?
- 8 ¿Qué efecto tendría en el embarazo una alteración de la hormona FSH?
- 9 ¿En qué momento la hormona progesterona funciona con una retroalimentación negativa y positiva? Explica a qué se deben estas dos formas de acción.
- 10 Es probable que hayas oído que la adrenalina puede ocasionar un estallido de energía. Explica el motivo de esto respecto de la manera en que la adrenalina provoca una respuesta en las células hepáticas y las del músculo esquelético.
- 11 Emplea como guía la tabla de las páginas 70 y 71 para identificar la(s) hormona(s) asociadas con cada uno de los siguientes puntos: a) aumento del latido cardíaco y la presión arterial; b) estimulación del metabolismo de hidratos de carbono y grasas; c) infertilidad en varones; d) infertilidad en mujeres; e) fallo en mantener un equilibrio de presión osmótica entre las células y el fluido o la sangre circundantes.
- 12 Las personas con diabetes tratada con insulina en ocasiones experimentan una afección riesgosa llamada choque insulínico, que es el resultado de tomar un exceso de insulina. ¿Por qué esta condición afecta de manera adversa al cuerpo? ¿Por qué algunos diabéticos llevan consigo dulces para comer en caso de sufrir un choque insulínico?
- 13 La ACTH, una hormona de la adenohipófisis, controla la producción de cortisona en la glándula suprarrenal. Determina la secuencia de la serie de hechos que conducirán a una disminución en la producción de cortisona.

- 14 Los medicamentos llamados diuréticos ocasionan que el cuerpo elimine más agua. ¿Qué hormona resultaría más afectada por los diuréticos
- 15 Como se observa en la balanza A, el mecanismo de retroalimentación permite mantener el organismo en un permanente equilibrio. Pero a veces ese equilibrio es alterado. Imagina que la balanza B tiene en el platillo de la derecha, un exceso de una hormona determinada.



- a. ¿Qué reacciones deberían producirse para que el organismo vuelva a estar en equilibrio si la hormona en exceso fuera la vasopresina? Propón una solución basándote en el esquema de retroalimentación.
- b. Las vías de retroalimentación negativa son las mismas para todas las hormonas. Justifica tu respuesta.
- c. ¿Qué debería suceder para que se produzca una retroalimentación positiva, es decir, que aumente la diferencia?

- 16 ¿Qué consecuencias puede traer el periodo reducido de lactancia materna al niño o niña?
- 17 Averigua los componentes de la leche de vaca y de la leche materna. ¿La leche materna puede ser reemplazada por la leche de vaca?
- 18 De acuerdo al ciclo ovárico, responde:
- Explica por qué una mujer no suele ovular durante la fase del cuerpo lúteo.
 - ¿Cómo ilustra la fase folicular del ciclo menstrual el concepto de que algunas hormonas trabajan de manera conjunta para producir una respuesta? Da ejemplos de retroalimentación negativa en el control del ciclo menstrual.
 - Durante el ciclo menstrual, cuando el cuerpo lúteo se descompone, el recubrimiento uterino comienza a desintegrarse. ¿Por qué se descompone el cuerpo lúteo cuando no ocurre la fecundación?
 - ¿En qué momento del ciclo el recubrimiento uterino es mayor?
 - ¿Qué ocurriría si el folículo no se desarrollara?
- 19 Una persona que ha sido operada de cálculos renales, luego debe mandar a analizar el contenido de esos cálculos. Frecuentemente se detectan grandes niveles de calcio. Paralelamente, se le hacen exámenes de sangre para detectar el nivel de ciertas hormonas. ¿Qué relación existe esto con el sistema endocrino? ¿Qué hormonas podrían estar relacionadas con el origen de los cálculos renales? Fundamenta tu respuesta.

Variabilidad intraespecífica	100
Herencia.....	104

En esta Unidad:

- Conocerás las fuentes de variabilidad genética: mutaciones y reproducción sexual.
- Comprenderás que en los individuos existen rasgos heredados de sus progenitores y otros adquiridos durante la vida por influencia del ambiente.
- Conocerás los descubrimientos y las teorías de Mendel en relación con los conocimientos actuales sobre genética.
- Comprenderás que los rasgos heredados dependen del tipo de cromosoma y la dominancia que presentan sus genes.
- Resolverás problemas genéticos simples y conocerás su aplicación en el cruzamiento dirigido en actividades productivas.



¿Alguna vez te has detenido a admirar una mariposa que aletea de flor en flor? Las mariposas son parte de un grupo de insectos llamados lepidópteros, del griego *lepis*, que significa "escama", y *pteron*, que significa "ala". La belleza de las alas de las mariposas se debe a la distribución y color de las escamas que las forman. Los diferentes tipos de mariposas se identifican según esa coloración. Por ejemplo, las alas de las mariposas monarca tienen una combinación de negro con anaranjado, mientras que las mariposas cola de golondrina atigradas son de color amarillo, con bordes negros, azules y anaranjados.

¿Cuál es la causa de que las alas de la mariposa monarca sean negras con anaranjado?

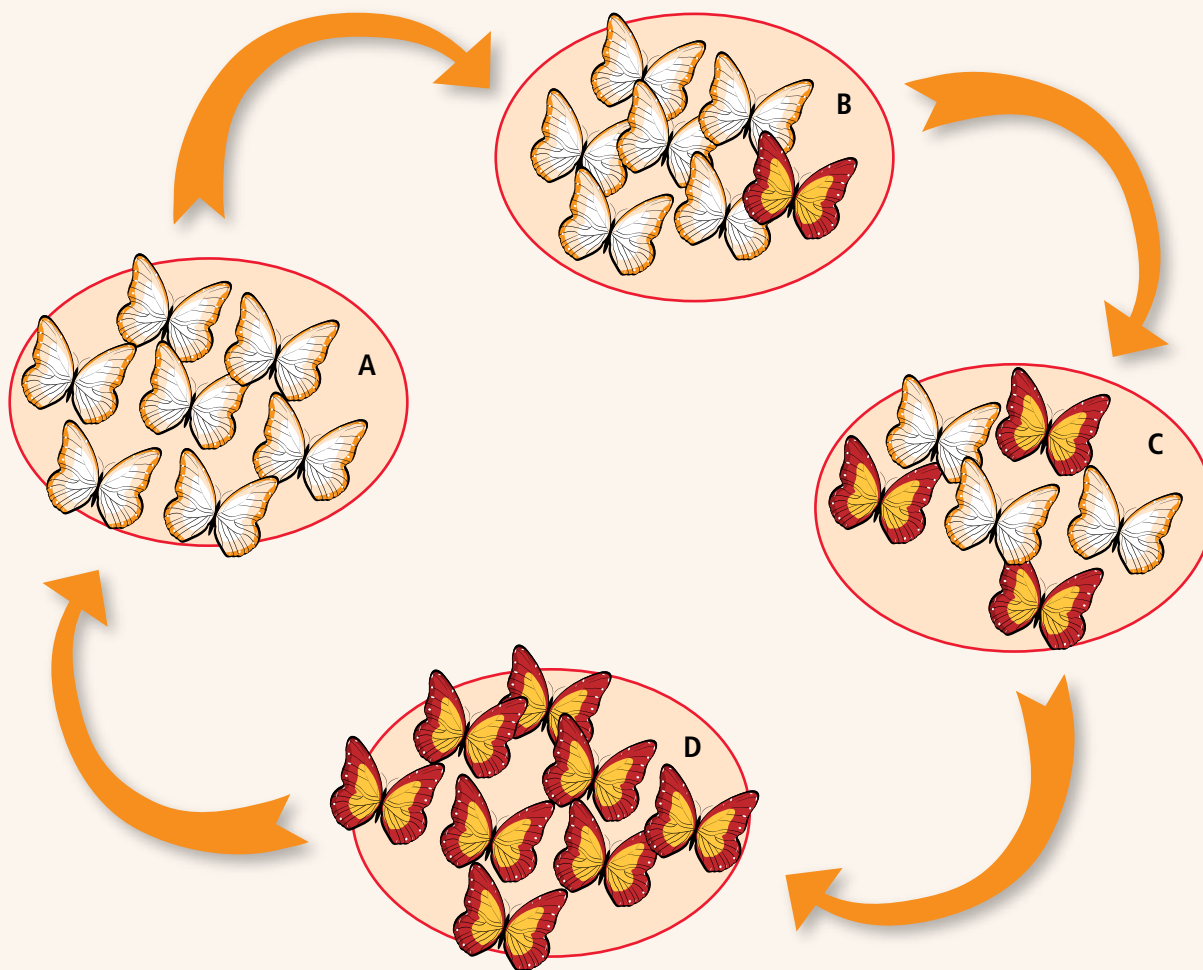
La misma por la cual las personas tienen ojos cafés, azules o verdes: la herencia. La distribución de colores en las alas de las mariposas se hereda, es decir, se transmite de los progenitores a los descendientes.

Todos los rasgos se transmiten de una generación a la siguiente mediante diminutas estructuras de materia en los cromosomas de los gametos. Las mismas estructuras que controlan la compleja y hermosa distribución de colores en las alas de la mariposa determinan el color de los ojos de una persona, la textura de su cabello y su género. Lo que podría parecer más sorprendente de la herencia es que la aparición de determinadas características de muchos rasgos depende en gran parte de la probabilidad: de "echar los dados".



Laboratorio del pensamiento

Observa los siguientes diagramas y responde las preguntas:

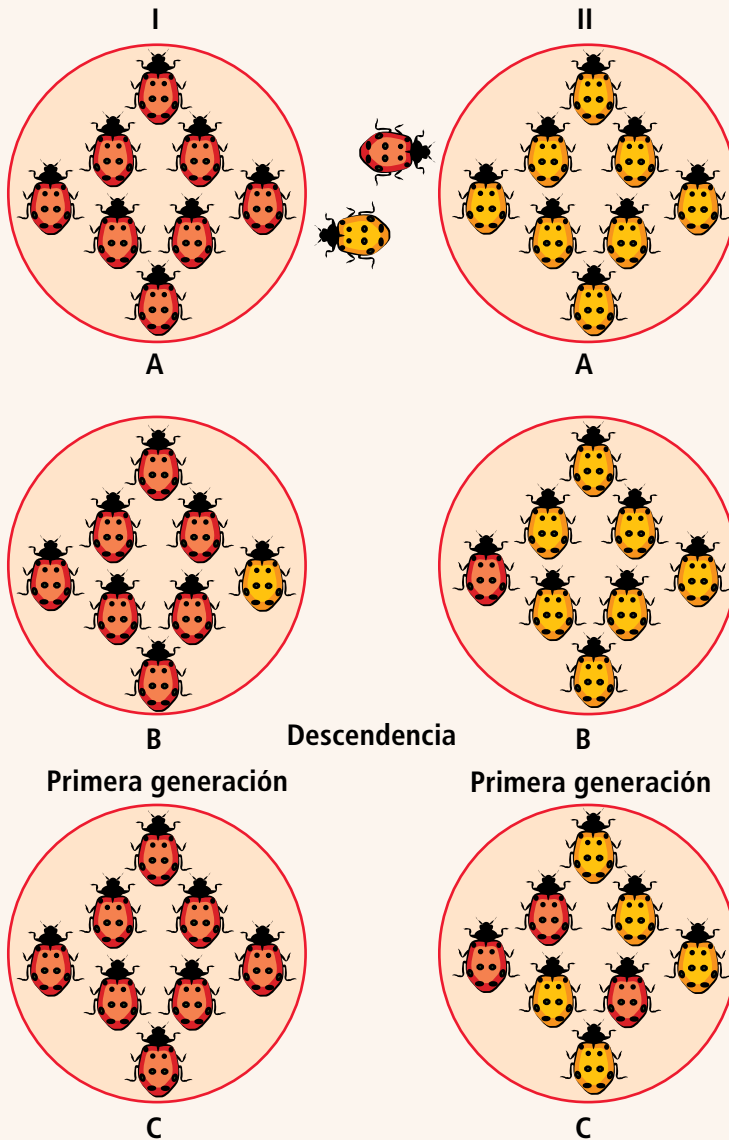


- 1 ¿Qué observas en los diagramas A, B, C y D?
- 2 ¿Qué sucede con las mariposas desde el diagrama A al D? Realiza una inferencia de lo sucedido.
- 3 ¿Podría ocurrir la situación a la inversa (de D a A)? Justifica tu respuesta.
- 4 ¿Podría suceder una situación similar en el ser humano? Justifica tu respuesta.
- 5 ¿Conoces algún otro caso?

Laboratorio de análisis

Antecedentes

Observa y analiza el siguiente esquema:



Responde

- 1 ¿Qué características fenotípicas presenta la población I y II en la situación A?
- 2 ¿Qué ocurrió en la situación B de ambas poblaciones?
- 3 ¿Cómo fundamentarías que en la situación C sólo la población II de chinillas presenta variaciones?
- 4 ¿Qué esperarías que ocurriera si se reproducen la población I y II en C?

A medida que vayas desarrollando la Unidad comprobarás si tus respuestas están correctas o incorrectas

Variabilidad intraespecífica

Si miramos detalladamente a grupos de individuos de la misma especie, podemos notar que siempre van a existir variaciones entre ellos, hasta en los gemelos, que a simple vista parecen idénticos, podemos observar también algunas diferencias. Ya aprendimos en la Primera Unidad que las variaciones dentro de una especie proporcionan mejores oportunidades de supervivencia, ya que muchos individuos podrán adaptarse a los cambios del ambiente al paso del tiempo.

Todos los caracteres de un individuo, tanto macroscópicos, microscópicos o moleculares, pueden presentar diferencias con respecto a caracteres de otro individuo de una misma población.

El origen de esas variaciones puede ser de tipo ambiental, el cual no se hereda, o genético, que sí se puede heredar.

Las **variaciones de origen ambiental** afectan solo el fenotipo y, por tanto, no son heredables. Por ejemplo, en muchas poblaciones de insectos sociales (hormigas, abejas, termitas), su sobrevivencia depende de la división de sus miembros en distintos grupos, como obreros y soldados. Los individuos de los distintos grupos presentan grandes diferencias, tanto en su aspecto físico como en su comportamiento. Estas diferencias se deben a la forma en que la reina y las obreras tratan los huevos durante su desarrollo, manipulando factores como la dieta y la temperatura de incubación, por lo que no existe una causa genética, sólo ambiental.

¿Conoces alguna variación de origen sólo ambiental en los seres humanos? Comparte tus ejemplos con tus compañeros.

En el ser humano hay una gran variedad de fenotipos, que se presentan en el color de la piel, ojos, cabello; estatura, constitución física, etc. Al observar distintas zonas del planeta Tierra, podemos notar de esas diferencias. Si observamos a las personas de distintas regiones de nuestro país, también podemos notar esas diferencias.

La **variabilidad aportada por el componente genético** es heredable y sus principales causas se encuentran en la reproducción sexual, meiosis y mutaciones.



Figura 3.1 Los gemelos a pesar de ser muy parecidos, presentan varias diferencias generadas principalmente por el medio ambiente.



Figura 3.2. Zángano, abeja reina y obrera. Las diferencias que presentan los insectos sociales como estas abejas tienen una causa ambiental, no genética.



Figura 3.3. En el mundo podemos observar gran diversidad en la especie humana. En las distintas regiones de nuestro país también podemos notar esas diferencias.

Fuentes de variabilidad genética

Reproducción sexual: La reproducción sexual constituye el procedimiento reproductivo más habitual de los seres pluricelulares. A diferencia de la reproducción asexual, en que interviene un solo progenitor, tiene la ventaja de promover la variación genética entre los miembros de una especie, ya que la descendencia es el producto de los genes aportados por dos progenitores, al combinarse dos materiales genéticos diferentes, el del padre y el de la madre, tienen dos copias genéticas en vez de una.

Recombinación o cruzamiento de cromosomas homólogos: En este proceso que ocurre en la meiosis los cromosomas homólogos se aparean e intercambian información genética. Ese intercambio hace que el material genético presenta algunas variaciones.



Figura 3.4. Durante la fecundación se une el material genético del padre con el de la madre.

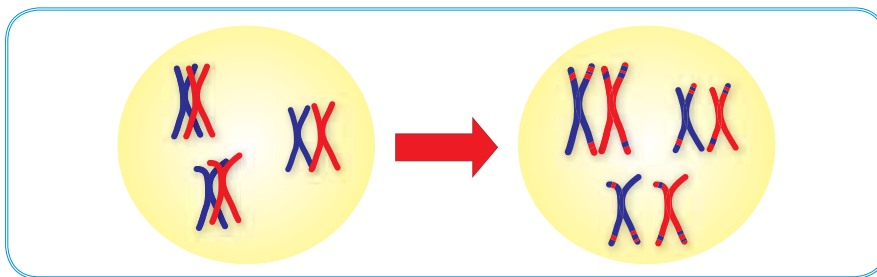


Figura 3.5. Durante la recombinación los cromosomas homólogos intercambian segmentos lo que conlleva a una variación genética.

Segregación independiente de cromosomas: El azar juega un rol muy importante en la variabilidad. En el momento de la meiosis en que los cromosomas se ubican en el ecuador y luego se separan, no existe un orden determinado para ello, por lo tanto al dividirse cada célula recibirá juegos distintos de cromosomas del padre y de la madre.

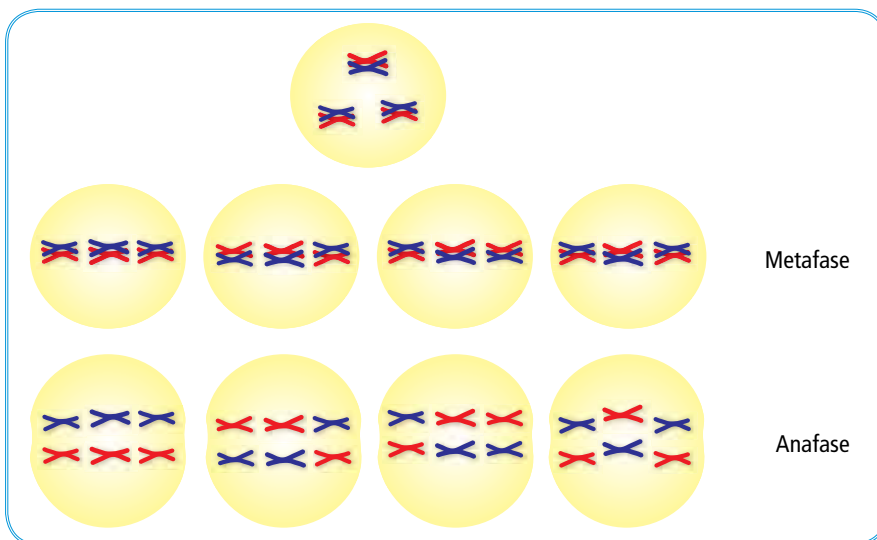


Figura 3.6 Durante la metafase el ordenamiento de los cromosomas es aleatorio por lo que existen muchas posibilidades de ordenamiento. En este diagrama se observan cuatro alternativas de distribución de cromosomas en una célula que contiene sólo tres pares homólogos. ¿Te imaginas cuántas posibilidades de combinación hay en el ser humano si cada una de ellas tiene 23 cromosomas?

Mutaciones: como vimos en la Unidad 1, son alteraciones en el material genético, a diferencia de las fuentes de variabilidad vistas anteriormente, las mutaciones son las únicas que pueden generar **cambios evolutivos** importantes. Si recordamos la actividad introductoria de la Unidad (laboratorio del pensamiento), una de las causas que entre las mariposas blancas aparezca una oscura puede ser una mutación y si este cambio la favorece, tendrá éxito reproductivo, a veces, superando en número a las mariposas blancas que eran las originales. Cuanto mayor es la variabilidad genética de una población, mayor es su tasa de evolución. Además, al tener variabilidad genética entre sus individuos, puede protegerse frente a futuros cambios ambientales y tener mayores tasas de sobrevivencia. Imaginemos que todos tuvieran la misma copia genética, lo más probable es que un cambio ambiental importante podría acabar con toda una población, pero al existir individuos diferentes cada generación expone nuevas combinaciones alélicas a la selección natural del medio y pueden salir favorecidos con ese cambio. Un ejemplo del éxito reproductivo es el caso del melanismo industrial; las mariposas de color negro que existían antes de la revolución industrial destacaban sobre el fondo claro. Por lo que rápidamente eran devoradas por los pájaros. Pero con el aumento de la contaminación en los centros industriales británicos y el oscurecimiento de la corteza de los árboles, eran las mariposas claras las que destacaban sobre el fondo y eran devoradas.



Figura 3.7. Melanismo industrial, un claro ejemplo de selección natural. Debido a la contaminación industrial las mariposas blancas que eran muy numerosas fueron disminuyendo, en cambio las oscuras fueron favorecidas por el medio ambiente y aumentando en cantidad.

Actividad N°1 Comprensión de conceptos

La *Drosophila melanogaster* también llamada mosca de la fruta, por su rápida reproducción es un insecto utilizado frecuentemente para investigaciones científicas relacionadas con la genética. Esta especie tiene muchas variantes, busca las diferencias y escribe una posible explicación de ellas.

Compara tus respuestas con las de tus compañeros.



Relación genotipo-fenotipo

En la Unidad 1 aprendimos que el **genotipo** corresponde a la totalidad de la información genética que un individuo presenta en su genoma y que el **fenotipo** se refiere a la expresión física de esa información genética y su interacción con el medio ambiente.

Pero, ¿cómo se relaciona el genotipo con el medio ambiente para la expresión del fenotipo? ¿Cuál de ellos se impondrá más en esa expresión final?

Si observamos ejemplares de caballos, podremos notar una gran variedad de fenotipos, por ejemplo, éstos pueden ser grandes, pequeños, de diversos colores y pelajes, algunos más veloces que otros, etc.

Al cruzar dos ejemplares de purasangre que han ganado varios campeonatos de velocidad, no es garantía que sus hijos también vayan a ser veloces. Por otro lado, muchos ejemplares que han salido campeones no poseen padres que corran velozmente.

¿A qué crees se debe ésto? Comenta con tus compañeros.

Los genes pueden interactuar unos con otros para regular los diversos tipos de herencia. Por ejemplo, considera el color de los ojos. Los ojos cafés se deben a la presencia del pigmento melanina. Las personas con ojos azules no tienen melanina en los ojos. Sin embargo, existen otros colores de ojos, como gris, violeta y verde. Éstos se deben a la presencia de otros genes heredados que actúan junto con los del color azul o café. Estos genes modificadores afectan al color de los ojos mediante su influencia en la cantidad, intensidad y distribución de la melanina en sus células. Por lo tanto, muchos genes pueden interactuar para regular un fenotipo. Puesto que numerosos rasgos dependen de varios genes que trabajan juntos, un individuo puede tener genes alelos para un rasgo específico sin que se manifieste. Por ejemplo, una persona que presenta tanto el alelo del color café como el del color azul, debiera manifestar fenotípicamente el color café en sus ojos (el alelo del color café domina frente al color azul), pero en ocasiones la persona presenta los ojos azules debido a que algún gen pudo modificar la producción de melanina.

El **medio ambiente** puede influir notablemente en la expresión del fenotipo. Por ejemplo, el gen de alas atrofiadas en la mosca de la fruta se expresa de manera distinta a temperaturas diferentes. Las moscas con alas atrofiadas o pequeñas que se aparean a 29°C tienen descendientes con alas más largas. Sin embargo, en caso de aparearlas a temperaturas más bajas, su descendencia es de alas cortas.

Es probable que la diferencia resulte de cómo actúan las enzimas a distintas temperaturas. Que la temperatura sea más alta podría desactivar una enzima, impidiendo que ocurra una determinada reacción y, con ello, modifica el fenotipo. Otro ejemplo lo constituyen las hortensias, estas plantas presentan colores que van desde rosado pálido hasta azul intenso dependiendo de la acidez del suelo. Si el suelo es ácido, la coloración de las flores es azul. Si el suelo es neutral o algo básico, entonces las flores son rosas.



Figura 3.8 Debido a la acidez del suelo las hortensias pueden variar su color desde rosa hasta azules intensos.

Herencia

Ya sabes que los progenitores no van a ser iguales que su descendencia, se pueden parecer mucho, pero no van a ser exactos. Esto se debe a que en la reproducción sexual cada progenitor contribuye con un conjunto de instrucciones de ADN, localizadas en los cromosomas. Estos dos conjuntos de cromosomas pueden combinarse de maneras muy diversas.

La combinación específica de los dos conjuntos de cromosomas paternos en el cigoto determina los rasgos del descendiente. Esta transmisión de rasgos de los progenitores a los descendientes se llama **herencia**.

¿Es factible predecir los rasgos en los descendientes si se conocen los de sus progenitores? La respuesta a esta pregunta se obtiene mediante experimentos genéticos. La **genética** es la ciencia de la herencia.



Figura 3.9 Mendel descubrió las leyes básicas de la herencia gracias a sus experimentos con plantas de leguminosas.

Origen de la genética

Los fundamentos de la genética provienen del trabajo de **Gregor Mendel** (1822-1884), un monje de un monasterio de Checoslovaquia que se trasladó a Viena para estudiar ciencia y matemáticas con el fin de convertirse en profesor. Después de dos años regresó al monasterio, donde se encargó del jardín y experimentó con plantas. También impartió clases en una escuela local. En 1866 publicó los resultados de ocho años de experimentos y análisis. Su trabajo pasó inadvertido hasta 1900, cuando al fin se le reconoció como un nuevo y trascendente adelanto en biología.

Actividad N°2 ¿Cuáles son algunas variaciones humanas?

I. Lee la siguiente lista de algunos rasgos humanos y sus alelos:

Ojos rasgados = O	Ojos no rasgados = o
Puntas en las entradas del pelo = W	Sin puntas en las entradas del pelo = w
Puede enrollar la lengua = T	No puede enrollar la lengua = t

Elabora una lista de todas las combinaciones posibles de estos tres rasgos en una persona. Luego, cuenta el número de estudiantes de tu grupo que encaja en cada categoría. Predice los genotipos factibles por categoría. Análisis: explica por qué es casi imposible que dos personas tengan aspecto exactamente idéntico, salvo los gemelos idénticos.

Los experimentos de Mendel

Mendel trabajó con guisantes, que se cultivan fácilmente y producen gran número de descendientes en un breve lapso. Ciertas variedades tienen conjuntos de características claramente distintas que permanecen sin cambio de una generación a otra (ver **Figura 3.10**). Mendel descubrió que estos rasgos o características son hereditarios, es decir, se transmiten de una generación a otra.















	Forma de la semilla	Color de la semilla	Color de la flor	Posición de la flor	Color de la vaina	Forma de la vaina	Altura de la planta
Rasgo dominante	 Lisa	 Amarilla	 Púrpura	 Axial (lateral)	 Verde	 Inflada	 Alta
Rasgo recesivo	 Rugosa	 Verde	 Blanca	 Terminal (puntas)	 Amarilla	 Contraída	 Baja

Figura 3.10 Mendel eligió siete rasgos de los guisantes con formas claramente distintas.

II. ¿Qué patrón de herencia permite predecir el genotipo cuando se conocen los fenotipos?

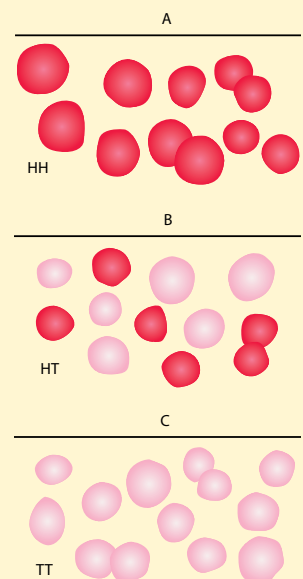
Antecedentes

La talasemia es una enfermedad sanguínea hereditaria que afecta a los glóbulos rojos. Las personas con talasemia menor tienen células normales y anormales. Las anormales carecen de hemoglobina. En la talasemia mayor, todas las células son anormales.

Inténtalo

Los diagramas a derecha, muestran los glóbulos rojos y los genotipos de tres personas. Interpreta los datos siguientes: si HH = glóbulos rojos normales, HT = talasemia menor y TT = talasemia mayor, predice:

- 1 El fenotipo de las personas A, B y C.
- 2 Los posibles genotipos de los padres de A, B y C.
- 3 El fenotipo de hijos cuyos dos padres tienen talasemia menor o con un padre normal y uno con talasemia mayor. ¿Qué patrón de herencia indica el genotipo cuando se conocen los fenotipos y por qué?



Mendel planeó sus experimentos con mucho cuidado. Eligió rasgos de la planta que presentaban diferencias claras para ponerlos a prueba, experimentó primero con un solo rasgo, monohibridismo y posteriormente con dos rasgos a la vez, dihibridismo.

Estudió la descendencia de muchas generaciones, no sólo de la primera, y trabajó con un gran número de plantas, pues se dio cuenta de que esto aumentaba las probabilidades de que sus resultados tuvieran significado. Contó los descendientes y analizó desde un punto de vista matemático las cifras resultantes. Sus datos cuantitativos le ayudaron a sustentar los resultados. Mendel buscaba tendencias generales que le permitieran formular un conjunto básico de reglas sobre la transmisión de los rasgos a los que llamó **caracteres** y que ahora se conocen como **genes**.







Genotipo	Fenotipo	Cromosomas homólogos
RR		
Rr		
rr		

Figura 3.11 La combinación de alelos en los cromosomas de un individuo determina sus rasgos o fenotipo.

Actividad N°3 ¿Cómo afecta el tamaño de la muestra de resultados?

La proporción de hombres y mujeres que nacen en una población es 50/50% por evento de nacimiento. A nivel nacional esta proporción se modifica de acuerdo a una serie de factores genéticos y ambientales. Este equilibrio debe estar presente en tu aula. ¿Es así? Cuenta el número de hombres y mujeres en tu grupo. ¿Cuál es la proporción? Podría no ser exactamente 50/50. Una razón de ello es que tu aula es una muestra muy pequeña.

Ahora, cuenta los hermanos y hermanas de tus compañeros de clase y calcula el total de hombres y mujeres. ¿Cómo son ambos totales en comparación con la proporción esperada de 50/50? ¿Y en comparación con la proporción en tu clase? Repite el conteo y en esta ocasión incluye a los hermanos, hermanas y primos en primer grado de los miembros de tu clase.

Compara el total con la proporción 50/50. ¿Qué diferencias presenta una muestra de este tamaño con la muestra original.



Leyes de Mendel

Primera ley de Mendel: Uniformidad de la primera generación filial

Utilizó el guisante porque es una planta que se reproduce sexualmente. En condiciones normales los gametos masculinos fecundan a los óvulos de la misma flor. Después de muchas generaciones los descendientes todavía tienen las mismas características de sus progenitores. Se dice que en tal caso las plantas son puras. En sus experimentos, Mendel hizo **cruzamientos de prueba** y usó una planta con un cierto rasgo y otra que presentaba el rasgo opuesto. Por ejemplo, cruzó plantas de guisante de flores púrpuras con otras de flores blancas.

Transfirió el polen de plantas de flores púrpuras a plantas de flores blancas, también realizó la combinación contraria. Descubrió que en cada caso los descendientes de esta cruce eran de flores púrpuras (**Figura 3.13**).

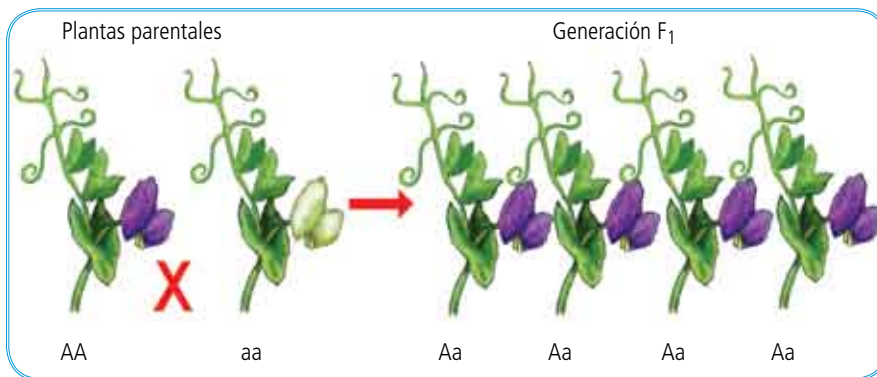


Figura 3.13 La cruce de plantas puras de flores púrpuras con plantas puras de flores blancas que hizo Mendel dio por resultado una generación F_1 de plantas que sólo tenían flores púrpuras.

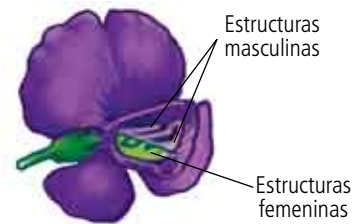
La descendencia de una cruce parental se denomina **primera generación filial** o **generación F_1** . Mendel estaba impresionado con el hecho de que no se produjeran plantas con flores blancas en la generación F_1 . Realizó muchas veces este experimento y los resultados siempre fueron los mismos. De esta manera formuló la **Ley de la Uniformidad de la primera generación filial** conocida como **Primera ley de Mendel**.

Ley de la uniformidad de la primera generación filial

“Al cruzar dos variedades cuyos individuos tienen razas puras ambos para un determinado carácter, todos los híbridos de la primera generación son similares fenotípicamente”.

Posteriormente, Mendel permitió que los miembros de esta generación F_1 se reprodujeran en forma natural. La descendencia de esta segunda cruce se llama **segunda generación filial** o **generación F_2** . Los resultados fueron muy reveladores. De las 929 plantas producidas, 705 produjeron

Estructuras de la flor de guisante



Transferencia del polen



Figura 3.12 En sus experimentos, Mendel abrió con cuidado las flores que no quería que se autofecundaran y les retiró los órganos masculinos. Luego, transfirió los gametos masculinos (polen) de otra planta para fecundarlas. Los resultados, sólo flores púrpuras. ¿Por qué crees que Mendel obtuvo sólo flores púrpuras?

flores púrpuras y 224, flores blancas. Estos números equivalían a una proporción muy cercana a tres plantas de flores púrpuras por cada una de flores blancas.

Mendel observó que para cada rasgo existe una forma que domina sobre la otra. Con base en los resultados de la generación F_1 , el rasgo de flores púrpuras es el rasgo **dominante**. El otro, en este caso las flores blancas, desaparece en la generación F_1 y se llama **rasgo recesivo**. Por lo que planteó el principio de dominancia: **“Una forma de rasgo hereditario, el dominante, predomina o impide la expresión del rasgo recesivo”**.

Mendel representó los caracteres con símbolos. Usó una letra mayúscula para el carácter dominante, y la misma letra pero minúscula para el carácter recesivo.

Por ejemplo, si el carácter de las flores púrpuras (dominante) fuese A, el de las flores blancas (recesivo) sería a. Cuando cada célula de un organismo contiene dos genes alelos iguales para cierto rasgo se dice que el organismo es **homocigoto**. Son genotipos homocigotos tanto AA como aa; para evitar confusiones, se usan los términos homocigoto dominante y homocigoto recesivo. El organismo es **heterocigoto** para un rasgo si cada célula contiene dos genes alelos distintos para un rasgo, como en el caso Aa.

Cuadro de Punnett

Para ordenar las predicciones de un cruzamiento se puede utilizar el **cuadro de Punnett** (ver **Figura 3.14**). Se trata de representaciones gráficas que se usan para determinar las posibles combinaciones de genes en los descendientes. Arriba del cuadro se muestran los gametos que produce uno de los individuos parentales. Los gametos del otro se muestran en el lado izquierdo del cuadro. Luego, se llena este último con una lista de todas las posibles combinaciones de gametos. Cada espacio del cuadro representa a un posible cigoto.

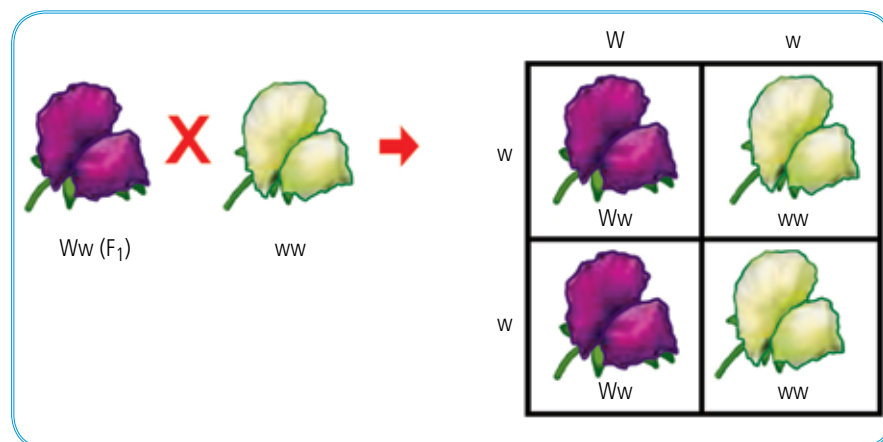
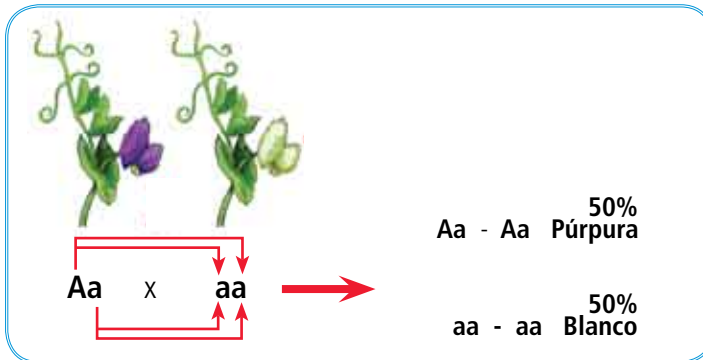


Figura 3.14. Cuadro de Punnett del cruzamiento hecho por Mendel entre una planta de flores púrpuras con una de flores blancas. Se observa que las probabilidades son 50% de plantas con flores blancas e igual proporción con flores púrpuras. ¿Cuáles serían los genotipos de la generación F_2 ?

Segunda ley de Mendel: Segregación de los genes



Mendel para confirmar sus hipótesis hizo muchos cruzamientos, entre ellos, cruzó plantas de flores púrpuras (heterocigotas) con plantas de flores blancas obteniendo un 50 % de flores púrpuras e igual porcentaje de flores blancas.

Como el resultado de sus experimentos fue coincidente con sus hipótesis, Mendel formuló el principio de segregación. Que hoy se conoce como **Segunda ley de Mendel**.

Segunda ley de Mendel: segregación independiente

“Durante la formación de los gametos, el par de genes correspondiente a cada rasgo se separa, de modo que cada gameto recibe un solo gen para cada rasgo. Los gametos se unen para generar proporciones predecibles de rasgos en los descendientes”.

En la actualidad se sabe que esta segunda ley no es universal, ya que no se cumple en todos los organismos y para que ocurra, los genes deben encontrarse en cromosomas distintos, o bien si se encuentran en el mismo cromosoma, deben estar a una distancia suficiente para que durante la meiosis ocurra la separación.

Actividad N°4 Comprendiendo los conceptos de la Primera y Segunda ley de Mendel

- 1 Explica de qué manera dos ratones negros que se aparean pueden tener descendientes de color blanco.
- 2 Aplica la ley de la segregación para explicar los tipos de gametos que produce un animal con genotipo Aa .
- 3 Un individuo parental es homocigoto recesivo en cuanto a cierto rasgo y el otro es heterocigoto para ese rasgo. ¿Qué cantidad de sus descendientes cabría esperar que sea heterocigota?
- 4 El color café de los ojos domina sobre el color azul. ¿Cuál será el genotipo de un matrimonio cuyos hijos tienen ojos azules?
- 5 Los descendientes de una cruce entre dos plantas de flores rojas tienen una proporción de tres plantas de flores rojas por una de flores blancas. ¿Cuál es el rasgo dominante? ¿Cuáles deben ser los genotipos de los progenitores?

Tercera Ley de Mendel: Principio de la distribución

Después de su primer conjunto de experimentos, Mendel estudió de manera simultánea la herencia de dos rasgos (dihybridismo).

¿Qué tipos de plantas resultarían al cruzar plantas que producen guisantes redondas y amarillas (RRYY) con plantas que producen guisantes rugosas y verdes (rryy)? Como ambos gametos son homocigotos al mezclarlos tendríamos sólo la posibilidad de RrYy

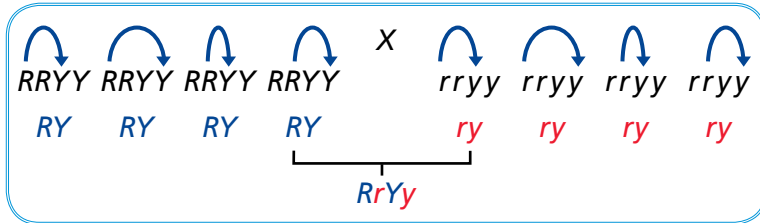


Figura 3.15. Al cruzar dos caracteres de líneas puras (RRYY x rryy) simultáneamente se obtiene un fenotipo 100% heterocigoto para ambos caracteres (RrYy).

Mendel planteó la hipótesis de que los alelos para cada rasgo se segregan en forma independiente y que los posibles gametos de la cruce entre guisantes con semillas redondas y amarillas (RrYy), obtenidas de F1 serían RY, Ry, rY y ry.

Figura 3.16. Posibles gametos de la cruce entre guisantes redondas y amarillos obtenidas en F₁.

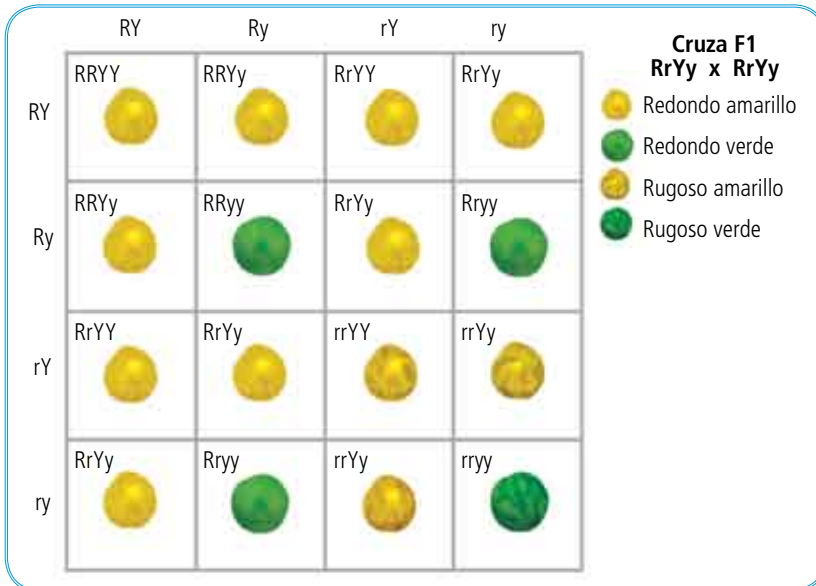
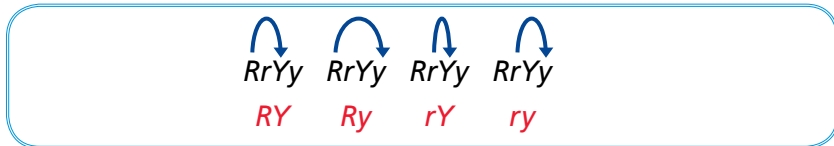


Figura 3.17 La generación F₂ de una cruce con dos rasgos muestra con claridad que los alelos se segregan con independencia uno del otro. ¿Cuántos fenotipos y genotipos distintos resultan de esta cruce?

Dados estos posibles gametos, la generación F₂ tendría proporciones fenotípicas 9:3:3:1, es decir, 9 redondos y amarillos, 3 redondos y verdes, 3 rugosos y amarillos, y 1 rugoso y verde.

Una vez más, los experimentos de Mendel confirmaron su predicción. Estos resultados se muestran en el cuadro de Punnett de la **Figura 3.17**.

Basándose en sus resultados, formuló el principio de la distribución independiente, conocida como **Tercera ley de Mendel**.

Ley de la distribución independiente

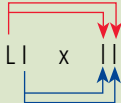
“Los genes de rasgos distintos se segregan en forma independiente durante la formación de los gametos”.

Problemas genéticos de monohibridismo y dihibridismo

Resolvamos paso a paso un problema genético con un solo carácter: **monohibridismo**.

Problema

En los conejos el pelaje corto domina frente al pelaje largo. Si se cruzan dos conejos uno heterocigoto para el pelaje corto y el otro de pelaje largo. ¿Cuál será la proporción genotípica y fenotípica de su descendencia F1?

<p>Paso 1 Identificar los genes y sus alelos en estudio (dominantes y recesivos).</p> <p>Longitud del pelaje { Largo: recesivo Corto: dominante</p>	<p>Paso 2 Asignar una letra a cada gen alelo. Recuerda que debe ser mayúscula para el alelo dominante y minúscula para el recesivo. Pelo largo: l Pelo corto: L</p>																	
<p>Paso 3 Escribir en símbolos el genotipo de los individuos que se cruzan. Macho: Ll Hembra: ll</p>	<p>Paso 4 Seleccionar todas las posibilidades de genes alelos que se van a cruzar.</p> 																	
<p>Paso 5 Realizar el cuadro de Punnett.</p> <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td></td> <td colspan="2">Ll</td> </tr> <tr> <td></td> <td>L</td> <td>l</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">ll</td> <td>l</td> <td>Ll</td> </tr> <tr> <td>l</td> <td>ll</td> </tr> </table>		Ll			L	l	ll	l	Ll	l	ll	<p>Paso 6 Identificar proporciones genotípicas y fenotípicas.</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>Genotipo</th> <th>Fenotipo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1/2 Ll</td> <td>1/2 pelaje corto</td> </tr> <tr> <td>1/2 ll</td> <td>1/2 pelaje largo</td> </tr> </tbody> </table>	Genotipo	Fenotipo	1/2 Ll	1/2 pelaje corto	1/2 ll	1/2 pelaje largo
	Ll																	
	L	l																
ll	l	Ll																
	l	ll																
Genotipo	Fenotipo																	
1/2 Ll	1/2 pelaje corto																	
1/2 ll	1/2 pelaje largo																	

Ahora resuélvelo con tu grupo

1. El color azul de los ojos es un carácter recesivo con respecto al color café. Determinen el genotipo de todos los miembros de la familia si padre y madre de ojos café tienen un hijo de ojos azules que al casarse tiene un hijo con ojos café.
2. Un cobayo macho homocigoto negro se cruza con una hembra marrón. Si el color negro es dominante. ¿Cuál es la probabilidad de que la descendencia de F₁ y de F₂ tenga el pelaje marrón?
3. La descendencia de F₁ de una pareja de cobayos presenta la siguiente proporción fenotípica: dos hijos de pelaje negro y dos hijos de pelaje marrón. ¿Cuál es el genotipo del macho y de la hembra que componen esta pareja?
4. El genotipo de una pareja de conejos es desconocido. ¿Qué probabilidad existe de que un hijo de esta pareja, ambos con el pelo corto, presente el pelo largo? Analicen todas las posibilidades y expliquen su respuesta.

Ahora resolvamos paso a paso un problema genético con dos caracteres a la vez: **dihibridismo**.

Problema

En los conejillos de Indias, el gen de pelaje crespo es dominante sobre el gen de pelaje liso, mientras que el de color negro lo es respecto del gen de pelaje albino. Un macho heterocigoto de pelaje negro y liso se aparea con una hembra de pelaje negro y crespo (heterocigota para ambos caracteres). Usa el cuadro de Punnett para resolver este problema. ¿Cuáles proporciones genotípicas y fenotípicas se esperarían en sus descendientes?

<p>Paso 1 Identificar los genes y sus alelos en estudio (dominantes y recesivos).</p> <p>Contextura del pelaje { Crespo: dominante Liso: recesivo</p> <p>Color del pelaje { Pelaje negro: dominante Pelaje albino: recesivo</p>	<p>Paso 2 Asignar una letra a cada gen alelo. Recuerda que deber ser mayúscula para el alelo dominante y minúscula para el recesivo.</p> <p>Pelaje crespo: A Pelaje negro: B Pelaje liso: a Pelaje albino: b</p>																																											
<p>Paso 3 Escribir en símbolos el genotipo de los individuos que se cruzan.</p> <p>a) Macho Pelaje liso (recesivo) aa } Pelaje negro heterocigoto Bb } aaBb</p> <p>b) Hembra Pelaje crespo heterocigoto Aa } Pelaje negro heterocigoto Bb } AaBb</p>	<p>Paso 4 Seleccionar todas las posibilidades de genes alelos que se van a cruzar.</p>																																											
<p>Paso 5 Realizar el cuadro de Punnett.</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td></td> <td colspan="4" style="text-align: center;">aaBb</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">aB</td> <td style="text-align: center;">ab</td> <td style="text-align: center;">aB</td> <td style="text-align: center;">ab</td> </tr> <tr> <td rowspan="4" style="text-align: center; vertical-align: middle;">AaBb</td> <td style="text-align: center;">AB</td> <td style="text-align: center;">AaBB</td> <td style="text-align: center;">AaBb</td> <td style="text-align: center;">AaBB</td> <td style="text-align: center;">AaBb</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Ab</td> <td style="text-align: center;">AaBb</td> <td style="text-align: center;">Aabb</td> <td style="text-align: center;">AaBb</td> <td style="text-align: center;">Aabb</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">aB</td> <td style="text-align: center;">aaBB</td> <td style="text-align: center;">aaBb</td> <td style="text-align: center;">aaBB</td> <td style="text-align: center;">aaBb</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">ab</td> <td style="text-align: center;">aaBb</td> <td style="text-align: center;">aabb</td> <td style="text-align: center;">aaBb</td> <td style="text-align: center;">aabb</td> </tr> </table>		aaBb					aB	ab	aB	ab	AaBb	AB	AaBB	AaBb	AaBB	AaBb	Ab	AaBb	Aabb	AaBb	Aabb	aB	aaBB	aaBb	aaBB	aaBb	ab	aaBb	aabb	aaBb	aabb	<p>Paso 6 Identificar proporciones genotípicas y fenotípicas.</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th style="background-color: #d9ead3;">Genotipo</th> <th style="background-color: #d9ead3;">Fenotipo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>AaBB = 2</td> <td rowspan="2">AaBB } 6 crespo y negro</td> </tr> <tr> <td>AaBb = 4</td> </tr> <tr> <td>Aabb = 2</td> <td>Aabb 2 crespo y albino</td> </tr> <tr> <td>aaBB = 2</td> <td rowspan="2">aaBB } 6 liso y negro</td> </tr> <tr> <td>aaBb = 4</td> </tr> <tr> <td>aabb = 2</td> <td>aabb 2 liso y albino</td> </tr> </tbody> </table>	Genotipo	Fenotipo	AaBB = 2	AaBB } 6 crespo y negro	AaBb = 4	Aabb = 2	Aabb 2 crespo y albino	aaBB = 2	aaBB } 6 liso y negro	aaBb = 4	aabb = 2	aabb 2 liso y albino
	aaBb																																											
	aB	ab	aB	ab																																								
AaBb	AB	AaBB	AaBb	AaBB	AaBb																																							
	Ab	AaBb	Aabb	AaBb	Aabb																																							
	aB	aaBB	aaBb	aaBB	aaBb																																							
	ab	aaBb	aabb	aaBb	aabb																																							
Genotipo	Fenotipo																																											
AaBB = 2	AaBB } 6 crespo y negro																																											
AaBb = 4																																												
Aabb = 2	Aabb 2 crespo y albino																																											
aaBB = 2	aaBB } 6 liso y negro																																											
aaBb = 4																																												
aabb = 2	aabb 2 liso y albino																																											

Resuélvelo con tu grupo

Siguiendo los pasos y los datos anteriores, resuelve el siguiente problema.

- ¿Cuáles serían las proporciones genotípicas y fenotípicas si se cruzan dos conejillos de india con su pelaje crespo y negro, ambos heterocigotos para cada carácter?
- Repaso de habilidades.** Elaboración y uso de gráficas: En los conejillos de Indias, el pelaje crespo (R) domina al pelaje liso (r), y el pelaje de color negro (B) al pelaje albino (b). Elaboren un gráfico de torta que muestre la proporción de genotipos distintos que se espera cuando se cruzan un conejillo de Indias con genotipo BbRr y otro con genotipo bbRr.

Teoría cromosómica de la herencia

Gregor Mendel explicó formas sencillas de herencia sin conocer la existencia de los cromosomas. Fue hasta comienzos del siglo XX que los científicos empezaron a relacionar los procesos celulares con los principios genéticos para entender cómo se transmite la información genética. Los nuevos conocimientos no sólo ayudaron a entender la transferencia física de los rasgos de una generación a la siguiente, sino también a explicar las diferentes formas de herencia que no se apegan a los principios mendelianos. Mendel llegó a la conclusión de que existen dos caracteres, que ahora se llaman genes alelos, para cada rasgo, y que ambos se transmiten a los descendientes. También infirió que estos caracteres se segregan durante la formación de gametos, de modo que cada gameto contiene sólo un carácter por rasgo. Más adelante, cuando las nuevas técnicas de tinción permitieron a los científicos observar los cromosomas en las células, se reveló que cada célula diploide tiene un par homólogo de cromosomas de cada tipo y que el cigoto hereda ambos homólogos.

A principios del siglo XX, el joven científico **Walter Sutton** reunió estas nuevas observaciones con los resultados de Gregor Mendel y empezó a elaborar sus propias observaciones. Al final su trabajo dio origen a una nueva teoría.

Redescubrimiento del trabajo de Mendel

Mientras era estudiante en la Universidad de Columbia, Walter Sutton planteó que los factores hereditarios de Mendel (genes) son parte de los cromosomas.

Sutton elaboró dicha propuesta después de estudiar la meiosis en los saltamontes.

Observó que durante la meiosis los cromosomas homólogos de cada célula de saltamontes se alinean por pares y cada par de cromosomas tiene el mismo tamaño y forma. Más adelante, Sutton observó que los pares homólogos de cromosomas se segregan durante la meiosis, de modo que cada gameto recibe un cromosoma de cada par.

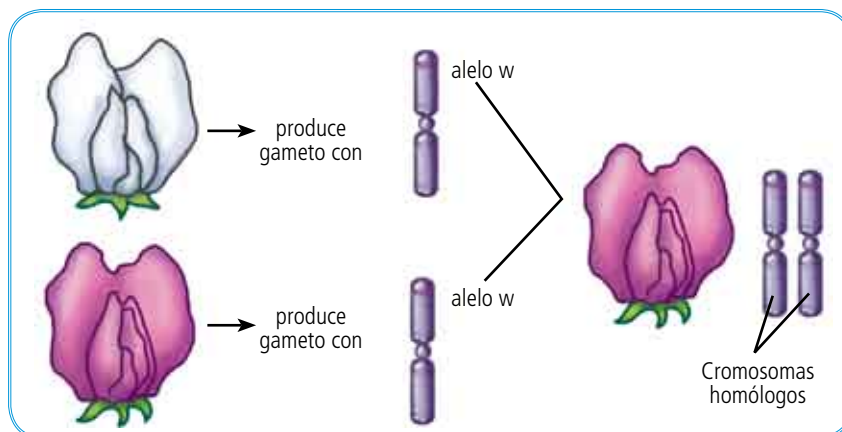


Figura 3.18 Sutton planteó la hipótesis de que cada uno de los dos alelos que determinan un fenotipo en particular se localizan en un miembro de un par homólogo.

A partir de sus observaciones, Sutton descubrió que los cromosomas sí se comportan como los factores de Mendel. Durante la meiosis siguen cada uno de los principios mendelianos de la herencia. Esto hizo que Sutton propusiera la teoría cromosómica de la herencia, en que postula que **los factores hereditarios (genes) mendelianos están contenidos en los cromosomas**.

El trabajo del biólogo estadounidense Thomas Hunt Morgan dio sustento a las investigaciones de Sutton y, al final, confirmó su teoría.



Figura 3.19 Fotografía de un ejemplar rosado de boca de dragón (*Antirrhinum majus*).

Dominancia incompleta

En sus experimentos originales, Mendel estudió siete pares distintos de rasgos en las plantas de guisantes cultivadas. En cada caso, una forma del rasgo siempre dominaba por completo a la otra. Sin embargo, los rasgos recesivos y dominantes no siempre están definidos tan claramente como los siete que estudió Mendel.

Por ejemplo, las plantas boca de dragón (*Antirrhinum majus*) tienen alelos del color rojo y blanco en sus flores, sin embargo, ninguno de los dos colores domina ante el otro. En estas plantas los genotipos heterocigotos producen flores rosadas, como la que observas en la **Figura 3.19**.

Esta forma de herencia se conoce como **dominancia incompleta**. En ella los genes paternos se mezclan para formar una característica intermedia, un tercer fenotipo. Si se permite la autopolinización de las plantas heterocigotas de flores rosadas, reaparecen flores rojas y blancas en sus descendientes.

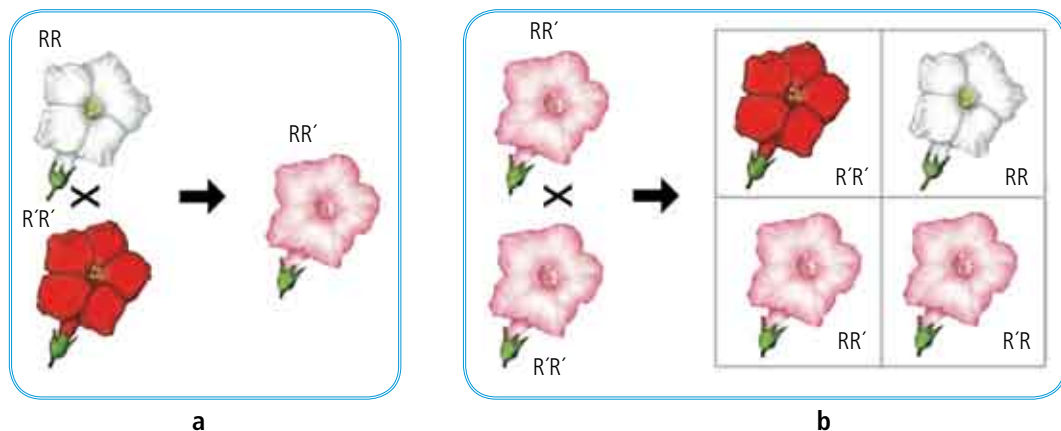


Figura 3.20. En **(a)** se puede apreciar un ejemplo herencia intermedia, ya que la descendencia de dos líneas puras manifiesta un fenotipo intermedio. En **(b)**, podemos observar que al cruzar dos individuos heterocigotos con el fenotipo intermedio, vuelven a manifestarse los otros dos fenotipos.

Si quieres saber sobre el trabajo de Mendel, visita el vínculo: <http://www.educarchile.cl/ntg/mistareas/1607/propertyvalue-39342.html>

Codominancia

Se trata de una herencia en que ambos alelos se expresan simultáneamente, por lo tanto los individuos exhiben características fenotípicas de ambos progenitores, a diferencia de la herencia anterior que se producía un fenotipo intermedio.

Un ejemplo claro de este tipo de herencia es el color del pelaje del ganado shorton. Al cruzar dos líneas puras, uno de pelaje café rojizo y el otro de pelaje blanco, su descendencia que es 100% heterocigota, presentará un fenotipo roano (mezcla de rojo y blanco), es decir presenta características fenotípicas de los dos colores de pelaje simultáneamente.



Figura 3.21. El ganado vacuno es un ejemplo claro de la codominancia, ya que la descendencia producto de líneas puras, presenta el fenotipo de los dos caracteres a la vez.

Alelos múltiples

Los alelos múltiples son un conjunto de tres o más alelos que determinan un rasgo.

Aunque lo normal es que cada organismo tenga sólo dos alelos por rasgo, es posible que en la población haya más de dos para ese rasgo. Por ejemplo, en las poblaciones humanas son tres los alelos que rigen el tipo de sangre: I^A , I^B y el i . En ellos tanto el alelo I^A como el I^B son dominantes respecto de i . Sin embargo, I^A e I^B son codominantes, ya que al estar juntos se expresen ambos simultáneamente.

Muchos genes, un efecto

La herencia relacionada con la dominancia incompleta, la codominancia, los alelos múltiples y la herencia ligada al sexo no se ajusta a los descubrimientos de Mendel. Sin embargo, en cada caso el fenotipo está determinado por un solo par de alelos que interactúan. Algunos otros patrones de herencia no están controlados de esa manera. Ciertos rasgos del hombre, como la estatura y el color del pelo, los ojos y la piel, están controlados por más de un par de alelos. A manera de ejemplo, considera la longitud de las mazorcas de maíz. Si dicha longitud estuviera regulada según un caso simple de dominancia completa, sólo habría dos opciones: larga o corta. Si lo estuviera por un solo par de genes con dominancia incompleta, cabría esperar tres fenotipos: larga, mediana y corta. Sin embargo, tal longitud no sólo es larga o corta, y ni siquiera larga, mediana o corta. En vez de ello, existe toda una gama de fenotipos que va desde muy larga hasta muy corta. Lo mismo ocurre en el color del cabello de la familia de la fotografía anterior. La presencia de muchos fenotipos, de un extremo a otro, es un ejemplo de **variación continua**.

Los genetistas explican la variación continua basada en **genes múltiples**, una forma de herencia en la que muchos genes afectan a un solo rasgo. El color de la piel en los seres humanos tiene variación continua y se piensa que también está determinado por genes múltiples.



Figura 3.22. Los tres alelos de los que depende el grupo sanguíneo en los seres humanos son un ejemplo conocido de alelos múltiples.

Si todos los hijos en esta familia tienen sangre tipo O, ¿cuáles son los probables genotipos de los padres?

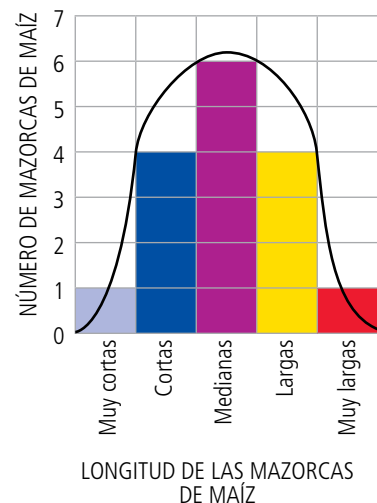


Figura 3.23 La gráfica de la distribución de la longitud de las mazorcas de maíz tiene forma de campana. Las mazorcas de tamaño mediano son las más frecuentes.



Trabajo práctico: Predicción del genotipo de una planta

Suele ser difícil predecir rasgos en las plantas de tabaco si sólo se cuenta con las semillas. Sin embargo, al plantarlas y permitir que crezcan, aparecen ciertos rasgos. Incluso es factible predecir el genotipo y fenotipo de la generación paterna basada en la aparición de rasgos en los descendientes.

En este ejercicio de laboratorio diseñarás y realizarás un experimento para determinar el genotipo de tres lotes de semillas de tabaco. Debe mencionarse por anticipado que dos de los lotes de semillas usados originarán plantas que crecerán todas verdes o algunas verdes y otras albinas (blancas). Usa los siguientes genotipos como ayuda: CC = verde; Cc = verde y cc = albina (blanca).

Otro lote dará origen a algunas plantas verdes, otras amarillo verdoso y algunas más amarillas. Sus genotipos: GG = verde, GY = amarillo verdoso y YY = amarillo.

Trabajen en grupos de tres o cuatro estudiantes.

Problema

Predecir el genotipo de cada lote de semillas de tabaco sobre la base del color de las plantas maduras.

Hipótesis

Acuerden en grupo la hipótesis que someterán a prueba y anótenla.

Plan del experimento

1. Examinen los materiales que les proporcione el profesor. Luego, en grupo, elaboren una lista de posibles formas de probar la hipótesis con los materiales disponibles.
2. Decidan una forma en la que el grupo investigará la hipótesis.
3. Diseñen un experimento que permita recopilar datos cuantitativos.
4. Preparen una lista de instrucciones numeradas. Incluyan en ella una lista de materiales y las cantidades necesarias de cada uno.

Revisión del plan

Analiza los siguientes puntos con otros miembros del grupo para decidir el procedimiento final del experimento. Realicen los cambios necesarios al plan grupo, elaboren una lista de posibles formas de probar la hipótesis con los materiales disponibles.

1. ¿Qué datos recopilarán?
2. ¿Cuánto durará el experimento?
3. ¿Cuántas semillas de cada lote usarán?
4. ¿Qué variables, si las hay, deben controlarse? (Sugerencia: consideren la cantidad de luz, agua y temperatura.)
5. ¿Cuál será la función de cada miembro del grupo?

- ¿Diseñaron y elaboraron una tabla para recopilar los datos?
Asegúrense de obtener la aprobación del experimento por parte de su profesor antes de proceder.

Datos y observaciones

Realicen el experimento, efectúen las observaciones necesarias y llenen la tabla de datos. Diseñen y preparen una gráfica u otra representación visual de sus resultados.

Análisis y conclusiones

- ¿Por qué fue necesario cultivar las semillas hasta que se convirtieran en plantas para “leer” sus fenotipos?
- Usen la información que se proporciona en la introducción acerca de los genotipos y fenotipos para describir la diferencia entre la forma de herencia del gen verde C y el gen verde G.
- ¿Cuáles son algunas de las variables que se debían considerar en el experimento? Explica cómo podrían haber influido en sus datos si no se tomaran en cuenta.
- En relación con el lote que generó sólo plantas verdes, ¿es factible predecir los genotipos de:
 - los padres que dieron origen a estas semillas? Explica tu respuesta.
 - cada planta observada?
- En cuanto al lote de semillas que generaron algunas plantas verdes y otras albinas:
 - ¿Es posible predecir con exactitud los genotipos de las plantas que les dieron origen?
 - ¿Y el color de cada planta observada?
- En cuanto al lote de semillas que dieron origen a algunas plantas verdes, otras amarillo verdosas y algunas amarillas:
 - ¿pueden predecir con exactitud los genotipos de las plantas de origen?
 - ¿y en cada planta observada?

Actividad N°5 Comprendiendo los conceptos de codominancia, dominancia intermedia y alelos múltiples

Resuelve los siguientes problemas

- ¿Qué proporciones genotípicas y fenotípicas esperarías de una cruce entre plantas de flores rojas y rosas? Los dos alelos del color de las flores se representan con R (rojo) y R' (blanco). Utiliza el cuadro de Punnett para resolver este problema.
- Una mujer con sangre tipo O se casa con un hombre cuya sangre es tipo AB. ¿Cuáles son las proporciones fenotípicas y genotípicas esperadas en sus hijos? Usa un cuadro de Punnett para determinarlas.
- Completa la tabla con los genotipos posibles de cada grupo sanguíneo.

Grupos sanguíneos humanos

Fenotipo	Genotipo
A	
B	
AB	
O	

Tipos de herencia genética

La herencia de un determinado rasgo o enfermedad depende de dos factores principalmente: el tipo del cromosoma que esté afectado, autosómico o sexual, y si el rasgo a heredar es dominante o recesivo. A continuación veremos más en detalle cada uno de ellos.

Herencia autosómica dominante

Corresponde a la herencia que presentan los cromosomas autosómicos. Se necesita sólo un alelo afectado o con el rasgo para que éste se manifieste. Hombres y mujeres pueden presentarla y transmitirla a su descendencia en iguales proporciones. Un individuo heterocigoto (afectado) transmite el rasgo a la mitad de sus hijos o hijas y si el individuo es homocigoto para el rasgo, todos sus hijos e hijas lo manifestarán.

		A Padre homocigoto afectado AA	
		A	A
Padre homocigoto normal aa	a	Aa heterocigoto afectado	Aa heterocigoto afectado
	a	Aa heterocigoto afectado	Aa heterocigoto afectado

		B Padre heterocigoto afectado Aa	
		A	a
Padre homocigoto normal aa	a	Aa heterocigoto afectado	aa homocigoto normal
	a	Aa heterocigoto afectado	aa heterocigoto normal

Figura 3.24. El cuadro de Punnett muestra dos cruzamientos con individuos afectados por un rasgo autosómico dominante. En (A) Se cruza un individuo homocigoto afectado con un individuo homocigoto normal, resultando todos los hijos afectados. En (B) podemos notar que al cruzarse un individuo heterocigoto afectado con un individuo normal, su descendencia tendrá un 50% de ser afectada.

Herencia autosómica recesiva

En este tipo de herencia, se necesita que los dos alelos estén afectados para expresar el rasgo fenotípicamente. Al igual que en la herencia anterior, se manifiesta en la misma proporción en hombres y mujeres. Normalmente se presentan en uno o más hermanos, y pueden haber saltos de una generación a otra. También se manifiesta frecuentemente en matrimonios consanguíneos.

		A Padre heterocigoto normal Aa	
		A	a
Padre heterocigoto normal Aa	A	AA normal	Aa heterocigoto no afectado
	a	Aa heterocigoto no afectado	aa homocigoto afectado

		B Padre homocigoto afectado aa	
		a	a
Padre homocigoto normal AA	A	Aa heterocigoto no afectado	Aa heterocigoto no afectado
	A	Aa heterocigoto no afectado	Aa heterocigoto no afectado

Figura 3.25. El cuadro de Punnett muestra dos cruzamientos con individuos afectados por un rasgo autosómico recesivo. En (A) los dos padres son heterocigotos pero no manifiestan el rasgo, presentan un 75% de probabilidad de que su descendencia no salga afectada. En (B) podemos notar que al cruzarse dos individuos homocigotos, uno afectado y el otro no, su descendencia directa no será afectada.

¿Qué ocurriría si se cruza un individuo heterocigoto normal con uno afectado?

Herencia ligada al sexo

La **herencia ligada al sexo** ocurre en aquellos organismos donde uno de los sexos contiene un par de heterocromosomas desiguales, como es el caso del ser humano, en que presenta cromosomas X e Y que están involucrados en la determinación sexual.

En 1910, Thomas Hunt Morgan, genetista estadounidense realizó un descubrimiento inesperado acerca de cómo puede relacionarse el sexo de un organismo con la herencia de un rasgo. El descubrimiento tuvo lugar mientras estudiaba el color de los ojos de la mosca de la fruta. Encontró un macho de ojos blancos que se produjo a partir de un linaje puro que sólo tenía ojos rojos.

¿Qué explicación le das a esta situación?

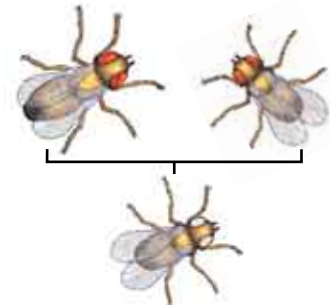


Figura 3.26 Morgan descubrió que dos moscas de un linaje puro de ojos rojos tienen descendencia de ojos blancos.

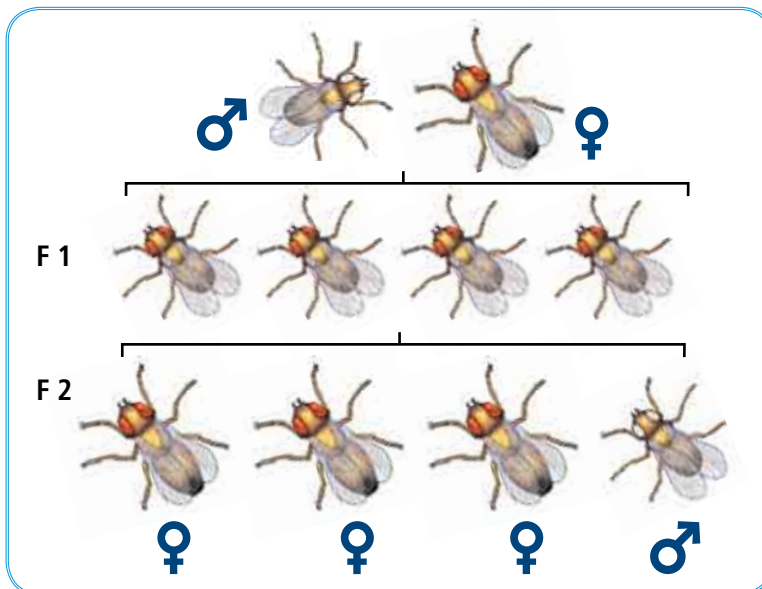


Figura 3.27 Experimento realizado por Morgan. Las moscas de ojos blancos siempre resultaban ser machos. ¿A qué crees que se debe esto?

Morgan decidió cruzar este macho de ojos blancos con hembras de ojos rojos.

En el supuesto de que los ojos rojos (R) eran dominantes sobre los ojos blancos (r), esperaba que en la generación F_1 sólo hubiera individuos de ojos rojos. También esperaba que las moscas F_1 , al aparearse, produjeran una proporción de tres moscas de ojos rojos por una de ojos blancos. De hecho, esos fueron los resultados que obtuvo. No obstante, hubo algo inusual en la generación F_2 . Morgan observó que todas las moscas de ojos blancos de esta generación eran machos, sin que hubiera una sola hembra de ojos blancos.

Puesto que el color blanco de los ojos parecía relacionarse con el sexo, lo llamó **rasgo ligado al sexo**. Morgan formuló la hipótesis en que los alelos del color de los ojos de la mosca de la fruta están presentes sólo en el cromosoma X, sin que los haya en el cromosoma Y.

En la Unidad 1 aprendiste que el ser humano posee 23 pares de cromosomas, de los cuales el par 23 corresponde a los cromosomas sexuales. La pareja de los cromosomas sexuales de las células de los varones es distinta a la de las células de las mujeres. Esto se debe a que al unirse el espermatozoide con el ovocito durante la fecundación, el cigoto podrá tener el par XX o XY. Esta diferencia es la que establece las características físicas que distinguen al sexo masculino del femenino.

El cromosoma X representa un total del 5% del ADN en células de mujer y un 2,5% en las del hombre. Las mujeres poseen dos cromosomas X, mientras que los hombres tienen uno sólo.

El cromosoma Y es uno de los cromosomas sexuales de los animales heterogaméticos, sólo presente en los individuos machos. Las dimensiones de los cromosomas Y son bastante más reducidas que las de los cromosomas X. En los seres humanos son muy pocos los genes localizados en la porción no homóloga del cromosoma Y. Esos rasgos se expresan sólo en varones y se transmiten de padre a hijo.

El cromosoma X tiene una baja proporción de genes si lo comparamos con otros cromosomas. Sin embargo, es mucho más grande y tiene una mayor cantidad de regiones de eucromatina (gran concentración de genes) que el cromosoma Y. Ambos cromosomas presentan algunas regiones de homología, pero también presentan regiones no homólogas. Los genes que se encuentren en las regiones no homólogas del cromosoma Y, sólo se expresarán en los machos. En cambio los genes de la región no homóloga del cromosoma X, podrán manifestarse en ambos sexos, debido a que los dos presentan este cromosoma (ver Figura 3.28).

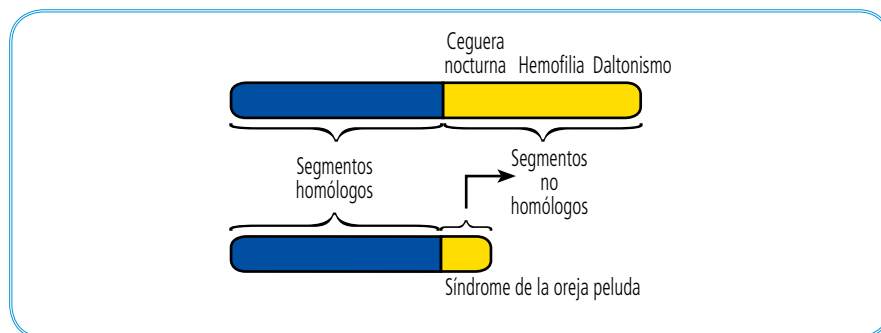


Figura 3.28. Sólo los segmentos no homólogos hacen la diferencia en la transmisión de rasgos, afecciones o enfermedades ligadas al sexo.

¿El hecho de que el hombre tenga un solo cromosoma X y la hembra dos, traerá consecuencias en su fenotipo?

Si respondiste afirmativamente estás en lo correcto, ya que si se presenta alguna alteración en el cromosoma X y ésta se hereda, se manifestará de manera distinta en hombres y en mujeres.

Herencia dominante ligada al cromosoma X

Para expresar el rasgo un individuo necesita heredar una simple copia del gen dominante ligado a X, por lo tanto, todos los machos homocigotos y todas las hembras heterocigotas lo manifestarán.

En este tipo de herencia las hembras son más afectadas debido a la presencia de dos cromosomas X. El hombre que presenta alguna alteración de este tipo, siempre la transmitirá a sus hijas y éstas siempre resultarán afectadas debido a que es un gen dominante. En cambio, no lo transmitirá a sus hijos debido a que a ellos les hereda el cromosoma Y.

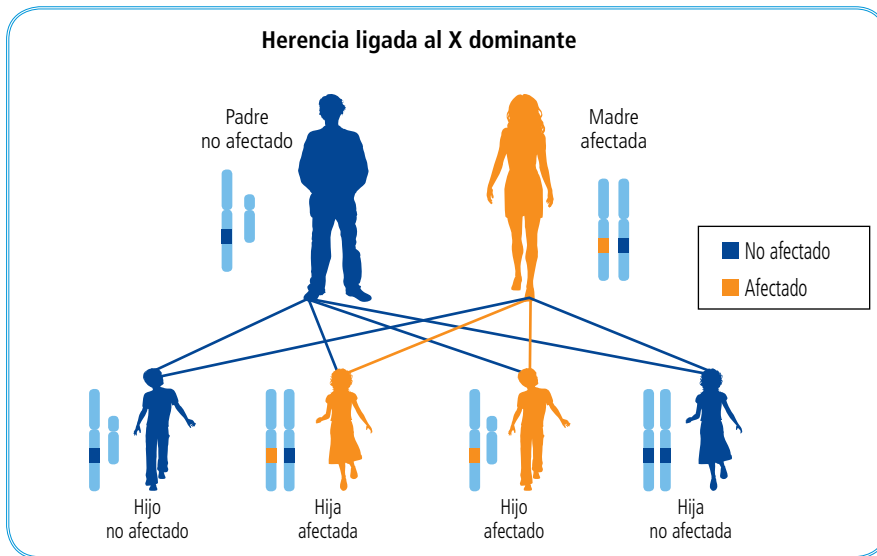


Figura 3.29 Una madre afectada con un gen dominante ligado al cromosoma X, si es heterocigoto tendrá la probabilidad de transmitir el gen a un 50% de su descendencia. ¿Qué ocurriría si fuese homocigoto para el carácter?

Herencia recesiva ligada al cromosoma X

En este tipo de herencia el rasgo es más frecuente en hombres que en mujeres. Esto se debe a que las mujeres al tener un segundo cromosoma X, “compensa” esa alteración. Sin embargo, la portará sólo si los dos alelos resultan afectados manifestará la alteración y ésto es más difícil que ocurra; en cambio en los hombres no existe la posibilidad de ser portador, ya que posee sólo un cromosoma X, si la alteración está en la porción no homóloga del cromosoma X, el cromosoma Y no podrá “compensarla.”

En la herencia recesiva ligada al cromosoma X, el alelo afectado puede ser transmitido a través de hembras heterocigotas, fenotípicamente normales, causando la apariencia de generaciones saltadas.

Las hembras portadoras transmiten el gen a la mitad de sus hijos varones, quienes resultan afectados.

Son ejemplos de alteraciones con herencia recesiva ligada al sexo, enfermedades como el daltonismo, la hemofilia, distrofia muscular de Duchene, etc.

Trastornos humanos de herencia autosómica

Al igual que otros organismos, tú heredaste genes que determinaron tus rasgos individuales: tu tipo de sangre, el color de tu piel, la forma de los lóbulos de tus orejas y las enzimas que tu cuerpo usa para la respiración celular, etc. La herencia de esos y otros rasgos humanos se puede explicar mediante los mismos principios de genética que se usan para explicar los patrones de herencia en otros organismos. Lo mismo ocurre con la herencia de muchos trastornos humanos.

¿Con cuánta frecuencia, al leer un libro, has encontrado una palabra mal escrita entre los cientos o miles que contiene? Aún en los escritos bien cuidados es común encontrar errores. Una situación similar puede ocurrir con los genes humanos. Por desgracia, dichos errores pueden dar como resultado la herencia de un trastorno que hace sufrir a una persona.

Los científicos saben desde hace muchos años que dichos trastornos, al igual que otros fenotipos humanos, se asocian con la producción de proteínas anormales.

En la actualidad, el conocimiento del ADN y el uso de técnicas modernas de investigación permiten a los científicos analizar los genes causantes de trastornos y comprender cómo las proteínas anormales son también origen de ellos.

Enfermedades autosómicas dominantes

Cuando el trastorno afecta un alelo dominante, bastará que se herede sólo ese alelo para que el descendiente exprese la enfermedad.

Enfermedad de Huntington

La enfermedad de Huntington es causada por un gen alelo dominante. Por tanto, una persona heterocigota para la enfermedad de Huntington padecerá este fatal trastorno. Los síntomas suelen aparecer cuando una persona tiene alrededor de 40 años de edad. Las células cerebrales en deterioro pueden ocasionar que la persona se vuelva torpe, irritable, depresiva y sufra pérdida de memoria. A medida que la enfermedad avanza, estos síntomas se hacen más severos, hasta provocar un temblor incontrolable de brazos y piernas; mayor pérdida de coordinación muscular, de memoria y de habilidad para hablar son síntomas de etapas avanzadas de la enfermedad. La muerte, por lo regular, ocurre 20 años después de la aparición de los primeros síntomas.

A principios de 1993 se encontró la ubicación exacta del gen que produce la enfermedad de Huntington. A continuación se determinaron las secuencias de bases tanto del alelo recesivo normal como del alelo dominante que causan la enfermedad. Los genetistas se sorprendieron al encontrar que en ambos alelos había un tramo de codones repetitivos: el codón CAG que codifica el aminoácido glutamina. En el alelo recesivo



Figura 3.30. Woody Guthrie, Compositor e intérprete de folk estadounidense, murió a los 55 años debido a la enfermedad de Huntington.

el triplete CAG se repite entre 10 y 40 veces. Sin embargo, en el alelo dominante se repite entre 40 y 100 veces. La suma de más y más repeticiones parece ser el resultado de mutaciones durante el proceso de duplicación de ADN. Como resultado, la descendencia puede heredar alelos que tienen un mayor número de repeticiones que los alelos de sus padres. Por tanto, es posible que dos padres normales, cada uno con dos alelos recesivos con menos de 40 repeticiones, puedan engendrar un niño en el que uno de los alelos tiene más de 40. El resultado será la conversión de un alelo recesivo en uno dominante produciéndose así la enfermedad de Huntington.

Enfermedad poliquística del riñón (PKD)

Es una enfermedad autosómica dominante que se caracteriza por el crecimiento de numerosos quistes en los riñones, alterando la función normal del riñón y produciendo una insuficiencia renal. La PKD también puede causar quistes en el hígado y problemas en otros órganos.

Los síntomas se desarrollan en edad adulta, sobre los 30 años, y pueden ser: dolor abdominal severo, palidez, cálculos renales, aneurismas, infecciones en el sistema urinario, etc.

Acondroplasia

Es una enfermedad autosómica dominante de poca frecuencia, se caracteriza por la alteración en el desarrollo del sistema óseo, produciendo anomalía en las proporciones del cuerpo. Los individuos afectados tienen brazos y piernas muy cortas, con un torso de tamaño casi normal, cabeza grande, frente prominente y nariz achatada. La mayoría de los individuos llegan a medir 1,20 m aproximadamente en la edad adulta. (Ver **Figura 3.31**)

Si ambos padres transmiten el gen afectado, el descendiente será homocigoto y presentará afecciones más graves, en caso de que el bebé logre sobrevivir tendrá un serio retraso mental.

En la mayoría de los casos, esta enfermedad resulta de una mutación espontánea.

Enfermedades autosómicas recesivas

En la mayoría de los casos, el alelo que hereda una determinada enfermedad es recesivo, por lo que el individuo debe heredar de ambos padres el alelo con el trastorno para que la enfermedad se exprese.

Fibrosis quística

La fibrosis quística (FQ) es un trastorno recesivo autosómico que se hereda con más frecuencia entre las personas blancas. Se estima que de cada 20 personas blancas una porta el alelo recesivo que lo provoca.



Figura 3.31. Retrato de Don Sebastián de Morra (1645) por Diego de Silva Velázquez. Museo del Prado, Madrid, España.

Las personas que presentan un gen alelo de la acondroplasia presentan anomalías en las proporciones del cuerpo, sin embargo, en la mayoría de los casos, si se porta los dos genes alelos, el bebé muere al poco tiempo de nacer.

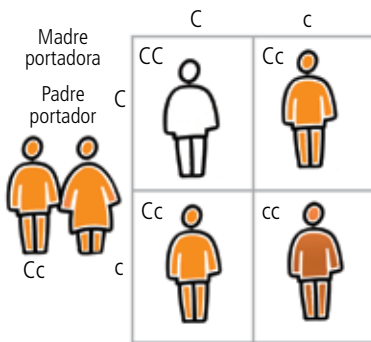


Figura 3.32 La fibrosis quística resulta de heredar de cada padre un alelo recesivo para el trastorno. Aquí se muestra el patrón de herencia para dos padres heterocigotos.

La FQ afecta varias partes del cuerpo, sin embargo, afecta notablemente al sistema respiratorio y al sistema digestivo. Ambos sistemas tienen conductos; éstos tienen importantes funciones; en el sistema respiratorio permiten que el aire fluya hacia y desde los pulmones, y en el sistema digestivo, permiten que las enzimas fluyan desde el páncreas hacia el intestino delgado. Es normal que los conductos tengan un delgado moco húmedo que se remueve con facilidad, sin embargo, en los pacientes con FQ se acumula un moco grueso que no se puede retirar en forma sencilla. Como resultado, los conductos se congestionan. En los pulmones no sólo se obstruye el flujo de aire, lo que resulta en dificultades para respirar, sino que también las vías respiratorias se convierten en terreno fértil para el desarrollo de bacterias causantes de infecciones recurrentes que al paso del tiempo las dañan y destruyen. A su vez, la digestión se ve afectada debido a que las enzimas no pueden desplazarse desde el páncreas hacia el intestino. Esto causa que el alimento no se digiera de manera adecuada y el paciente sufra de falta de nutrientes.

Desde hace mucho se sabe que el sudor de los niños que padecen FQ es particularmente salado. A partir de este conocimiento fue posible entender que los síntomas de la FQ se relacionan con anomalías que involucran iones sodio y cloro. Ahora se sabe que en las personas con FQ dichos iones no se trasladan de manera adecuada entre las membranas celulares que limitan los bronquios y los conductos pancreáticos.

Fenilcetonuria

Es una enfermedad autosómica recesiva en que el organismo no produce la enzima fenilalanina hidroxilasa. Esta enzima cataliza la conversión del aminoácido Fenilalanina a Tirosina. Al faltar esa enzima no se produce esa conversión y la fenilalanina se acumula en el organismo. Esa acumulación resulta tóxica para el sistema nervioso central y si no es detectada a tiempo, puede causar daño cerebral que trae como consecuencias retardo mental.

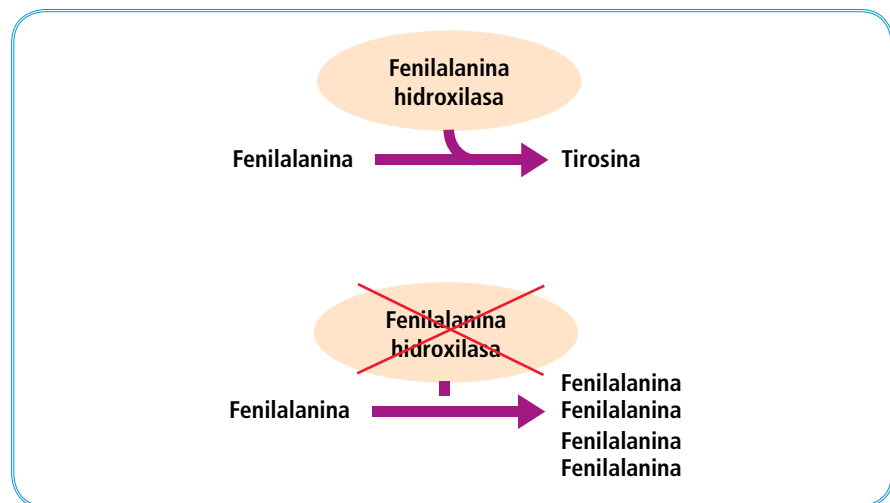


Figura 3.33. La fenilcetonuria, se produce por la ausencia de la enzima fenilalanina hidroxilasa que cataliza la conversión de fenilalanina en tirosina, al no producirse esa conversión la fenilalanina se acumula en el organismo.

Anemia de células falciformes

Enfermedad autosómica recesiva más frecuente entre la población de raza negra. Casi uno de cada 500 estadounidenses de ascendencia africana padece el trastorno, el cual es resultado de que la estructura de la hemoglobina está genéticamente cambiada. La hemoglobina, una proteína que se encuentra en los glóbulos rojos, está formada por cuatro cadenas de polipéptidos: dos cadenas alfa y dos cadenas beta. La hemoglobina se combina con oxígeno en los pulmones y lo transporta a las células del cuerpo para su uso en la respiración celular.

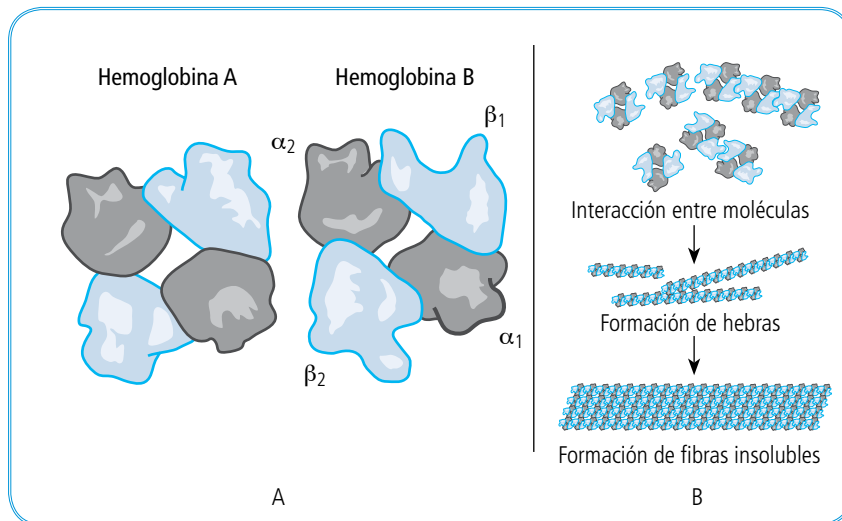


Figura 3.34 . A. Composición de una molécula de Hemoglobina normal (Hemoglobina A) y de una molécula de Hemoglobina alterada (Hemoglobina S) **B.** La molécula de Hemoglobina S se produce debido a un reemplazo del aminoácido ácido glutámico por el aminoácido valina. Esto hace que la Hemoglobina se asocie anormalmente, formando agregados fibrilares largos.

La anemia falciforme es el resultado de una mutación en el gen que codifica una de las cadenas de polipéptidos de la hemoglobina. Apenas un nucleótido de dicho codón es distinto, pero esa pequeña diferencia hace que se forme el aminoácido valina en vez de ácido glutámico en la posición 6 de las cadenas β. La ligera desigualdad en la estructura de las moléculas hace que la hemoglobina anormal (HbS) forme hebras que se aglutinarán produciendo fibras insolubles. Esto causa además que se formen cristales dentro de los glóbulos rojos.

La formación de cristales de hemoglobina anormal impide que la hemoglobina transporte suficiente oxígeno a las células. Además, los glóbulos rojos en forma de hoz son rígidos y no pueden pasar a través de los capilares con tanta facilidad como los normales. Como resultado, dichos capilares se pueden bloquear.

Los principales síntomas son dolor severo, fiebre y debilidad, insuficiencia en el crecimiento, deformidades de los huesos, y agrandamiento del hígado y del bazo. En los niños menores también pueden ocurrir apoplejías que resultan en parálisis.



Figura 3.35 Las micrografías de barrido electrónico de glóbulos rojos normales (izquierda) y células en hoz (derecha) muestran la diferencia en sus apariencias.

Aunque muchos que padecen la anemia de células falciformes mueren cuando jóvenes, algunos llegan a vivir hasta más de 40 años. Existe una variedad de medios para el tratamiento de la enfermedad, como transfusiones, antibióticos contra infecciones y medicamentos que aumentan la capacidad de portar oxígeno de los glóbulos rojos. Un medio reciente es el uso de medicamentos que activan el gen de la hemoglobina fetal, la forma de hemoglobina que se presenta a medida que se desarrolla un ser humano. Poco después del nacimiento este gen se desactiva y entra en acción el gen para la hemoglobina adulta. Sin embargo, nuevos medicamentos pueden activar otra vez el gen de la hemoglobina fetal; su presencia en los glóbulos rojos, con su secuencia de aminoácidos ligeramente diferente, evita que dichas células adquieran forma de hoz.

Otros tipos de anemia

Anemia perniciosa: Producida por la falta de vitamina B12 o ácido fólico, vitaminas esenciales para producir glóbulos rojos. Estas vitaminas las podemos encontrar en la mayoría de los alimentos, sin embargo, hay personas que no pueden absorberlas.

Anemia hemolítica: Se produce cuando los glóbulos rojos se descomponen demasiado pronto, por lo que resulta una disminución considerable en el plasma. Sus causas son variadas entre ellas podemos considerar: reacciones provocadas por transfusiones de sangre, incompatibilidad del factor RH entre madre e hijo, infecciones, ciertos medicamentos, trastornos hereditarios, etc.

Anemia aplásica: Se produce cuando la médula ósea es incapaz de producir células sanguíneas, desencadenando graves consecuencias. Las causas de este tipo de anemia se desconocen, pero se cree que pueden deberse por algún tumor en la médula ósea, por la ingestión de sustancias tóxicas o por efectos secundario de otra enfermedad.

Trastornos humanos ligados al sexo

Como ya sabes, los genes de muchos rasgos ligados al sexo son portados en el cromosoma X, y otros menos en el Y. Algunos de dichos genes son la causa de trastornos o anomalías en los seres humanos.

Hemofilia

De seguro te has hecho una herida leve y has notado que pierdes poca sangre porque ésta se coagula con rapidez. La coagulación de la sangre que brota de un raspón o herida es común a casi todos. Sin embargo, las personas con hemofilia no cuentan con la proteína que realiza esta función. En consecuencia, la herida más pequeña puede provocar una pérdida de sangre que amenace la vida.

La hemofilia se debe a un alelo recesivo en el cromosoma X. Si una madre es heterocigota, su hijo tiene una probabilidad de 50 por ciento de heredar el cromosoma X con el alelo de hemofilia. Si un varón hereda un cromosoma X con el alelo de hemofilia, no habrá alternativa y presentará la enfermedad, ya que el cromosoma Y no porta el alelo normal para proporcionar el factor de coagulación y equilibrar la situación.

Como en el padecimiento de otras enfermedades, la tecnología moderna ayuda a prolongar y mejorar la calidad de vida de los hemofílicos. Un tratamiento consiste en hacer transfusiones de sangre para restaurar la sangre perdida. Otro consiste en proporcionar al paciente el factor de coagulación faltante.

La investigación basada en técnicas de ADN recombinante tiene como objetivo que el factor de coagulación esté disponible en mayores cantidades y a un precio accesible.

		Madre portadora normal $X^H X^h$	
		X^H	X^h
Padre normal $X^H Y$	X^H	$X^H X^H$ hija normal	$X^H X^h$ hija portadora normal
	Y	$X^H Y$ hijo normal	$X^h Y$ hijo hemofílico

Figura 3.36 A un hombre sólo le basta un gen alelo para presentar la enfermedad, en cambio una mujer deberá portar los dos genes alelos para presentarla, situación casi imposible.

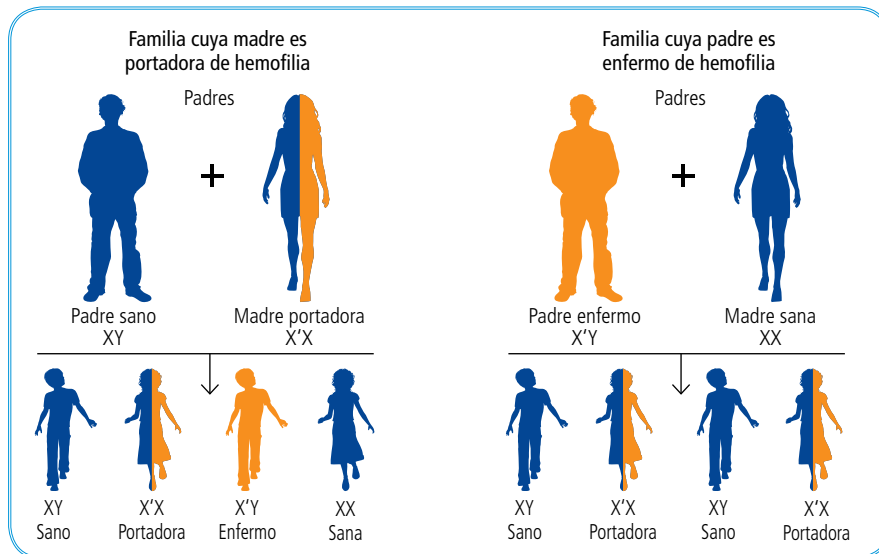


Figura 3.37 Esquema de dos familias con antecedentes de hemofilia.

Distrofia muscular de Duchene

Constituye otra enfermedad recesiva ligada al cromosoma X que se caracteriza por la pérdida progresiva de la función muscular, abarcando las extremidades y otras áreas del cuerpo como el cuello. Su origen radica en una alteración en un gen que codifica para una proteína llamada distrofina, responsable del desarrollo muscular. Uno de los síntomas que experimenta la persona inicialmente es una serie de inflamaciones, sobretodo en las pantorrillas. Esto se debe a que el tejido muscular está siendo reemplazado por grasa provocando diversas deformidades en el esqueleto, provocando posteriormente graves problemas en la movilidad y desplazamiento de la persona que lo padece.

A medida que la enfermedad se desarrolla va afectando el sistema nervioso, provocando un deterioro intelectual. En la actualidad no existe una cura, sin embargo, hay tratamientos para aminorar los síntomas.

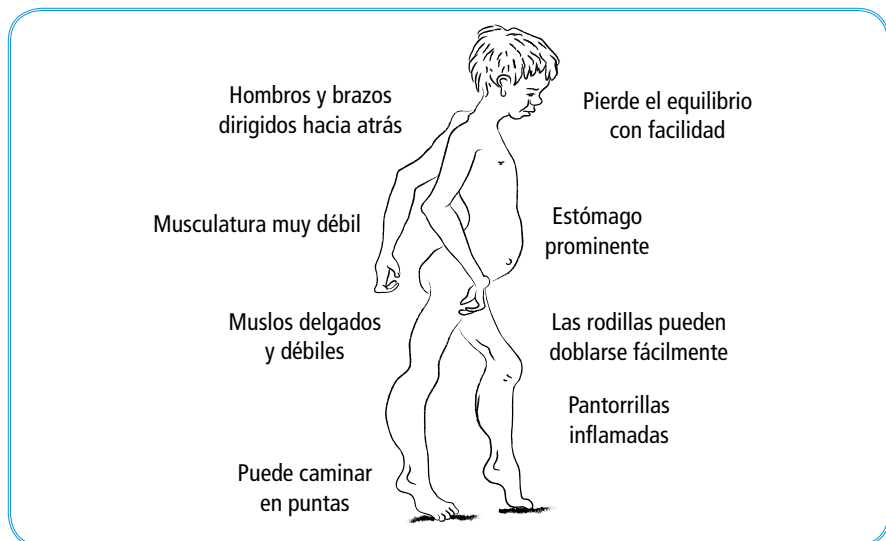


Figura 3.38 . Signos de una persona con distrofia muscular de Duchene.

Actividad N°6 Comprendiendo las diferencias de las manifestaciones de rasgos ligados al cromosoma X

Observa el siguiente diagrama y responde:

- 1 ¿Por qué son los varones los que están predominantemente afectados por los rasgos ligados al sexo?
- 2 ¿En que situación la mujer expresaría el rasgo?
- 3 ¿Por qué el padre solo puede heredar un rasgo recesivo ligado al cromosoma X sólo a las mujeres y no a los hombres de su descendencia?
- 4 ¿Habrían diferencias en el hombre y en la mujer si el rasgo ligado al sexo fuese dominante?

	Rasgo recesivo	
Hombre ♂	X Y	Sin rasgo
	X' y	Expresa el rasgo
Mujer ♀	X X	Sin rasgo
	X' X	Solo porta el rasgo
	X' X'	Expresa el rasgo

X' = cromosoma afectado

Daltonismo

Imagina que observas un tazón con brillantes manzanas rojas y verdes, pero no eres capaz de distinguir entre unas y otras. Algunas personas no tienen que imaginar tal situación porque en realidad no son capaces de ver los colores rojo o verde. Para ellos, cualquier cosa que sea roja o verde parece café. Estas personas tienen daltonismo, un rasgo ligado al sexo.

El daltonismo es causado por un defecto en alguno de los dos alelos ubicados en el cromosoma X. Las formas dominantes de estos alelos codifican para moléculas receptoras de color rojo y verde que están presentes en las células del ojo que capturan la luz. Dichas moléculas absorben las longitudes de onda roja o verde de la luz y transforman sus energías en impulsos nerviosos que van al cerebro.

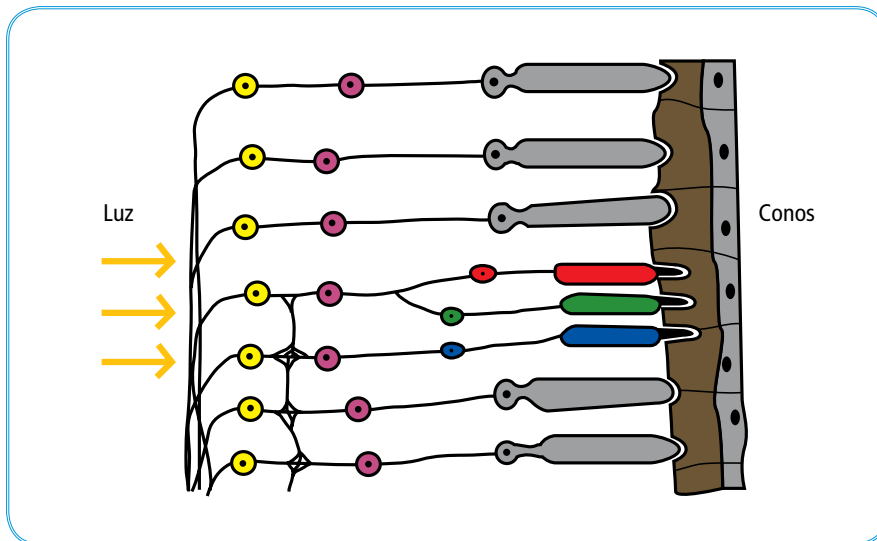
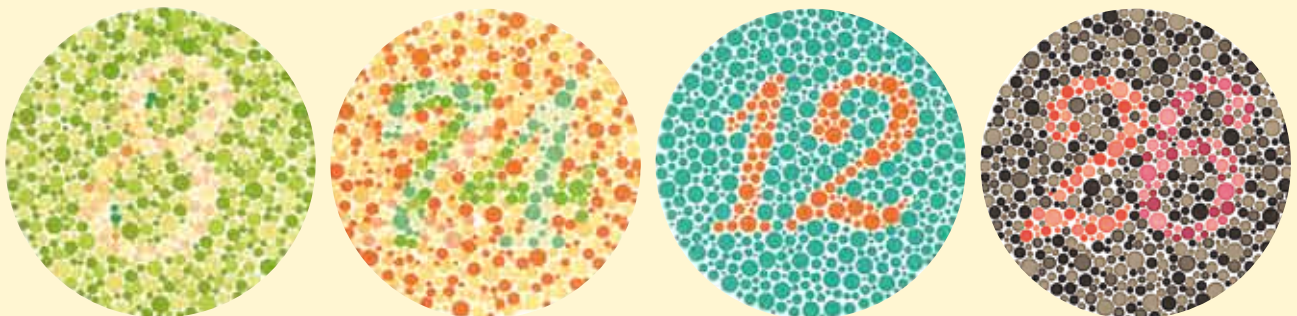


Figura 3.39 La percepción de un determinado color depende de cuán excitadas estén las células receptoras de la visión, los conos. Éstas son sensibles a determinadas longitudes de ondas que al llegar a la retina serán interpretados en los diversos colores.

Actividad N°7 Percepción de colores

¿Qué números puedes ver en cada uno de los círculos?



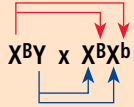
Si no logras ver algún número puede que tengas algún problema en la visión de colores.

Solucionemos juntos un problema ligado al sexo

Sigue todos los pasos de forma ordenada para que comprendas la resolución de este tipo de problemas.

Problema

En cierto animal imaginario el gen de pelaje negro (B) es un rasgo dominante ligado al sexo y el gen de pelaje anaranjado es recesivo (b). Determina las proporciones fenotípicas y genotípicas en los descendientes que resultan del apareamiento de una hembra heterocigota y un macho de pelaje negro.

<p>Paso 1 Identificar los genes y sus alelos en estudio (dominantes y recesivos).</p> <p>Color del pelaje { Negro dominante Anaranjado recesivo</p>	<p>Paso 2 Asignar una letra a cada gen alelo. Recuerda que deber ser mayúscula para el alelo dominante y minúscula para el recesivo.</p> <p>Pelaje negro = B Pelaje anaranjado = b</p>																		
<p>Paso 3 Escribir en símbolos el genotipo de los individuos que se cruzan.</p> <p>Macho: X^BY Hembra: X^BX^b</p>	<p>Paso 4 Seleccionar todas las posibilidades de genes alelos que se van a cruzar.</p> 																		
<p>Paso 5 Realizar el cuadro de Punnett.</p> <table border="1" data-bbox="635 1064 863 1232"> <thead> <tr> <th></th> <th>X^BY</th> <th></th> </tr> <tr> <th>X^BX^b</th> <td>X^BX^B</td> <td>X^BY</td> </tr> <tr> <th></th> <td>X^BX^b</td> <td>X^bY</td> </tr> </thead> </table>		X^BY		X^BX^b	X^BX^B	X^BY		X^BX^b	X^bY	<p>Paso 6 Identificar proporciones genotípicas y fenotípicas.</p> <table border="1" data-bbox="997 1109 1422 1265"> <thead> <tr> <th>Genotipo</th> <th>Fenotipo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>$1/4 X^BX^B$</td> <td rowspan="2">} 1/2 hembra pelo negro</td> </tr> <tr> <td>$1/4 X^BX^b$</td> </tr> <tr> <td>$1/4 X^BY$</td> <td>1/4 macho pelo negro</td> </tr> <tr> <td>$1/4 X^bY$</td> <td>1/4 macho pelo anaranjado</td> </tr> </tbody> </table>	Genotipo	Fenotipo	$1/4 X^BX^B$	} 1/2 hembra pelo negro	$1/4 X^BX^b$	$1/4 X^BY$	1/4 macho pelo negro	$1/4 X^bY$	1/4 macho pelo anaranjado
	X^BY																		
X^BX^b	X^BX^B	X^BY																	
	X^BX^b	X^bY																	
Genotipo	Fenotipo																		
$1/4 X^BX^B$	} 1/2 hembra pelo negro																		
$1/4 X^BX^b$																			
$1/4 X^BY$	1/4 macho pelo negro																		
$1/4 X^bY$	1/4 macho pelo anaranjado																		

¿Qué hubiese pasado si el negro fuera un rasgo recesivo ligado al sexo y se cruza una hembra heterocigota con un macho anaranjado? Inténtalo.

Además de los rasgos ligados al sexo, existen **rasgos influenciados por el sexo** que están determinados por genes situados en el segmento homólogo de los cromosomas sexuales. Un mismo rasgo puede ser dominante en el hombre y recesivo en la mujer, como es el caso de la calvicie. Generalmente, este distinto comportamiento se debe a la acción de las hormonas sexuales masculinas.

Si quieres profundizar los conocimientos sobre los problemas de la herencia ligada al sexo, visita el vínculo: <http://www.biologia.arizona.edu/mendel/sets/sex2/03Q.html>

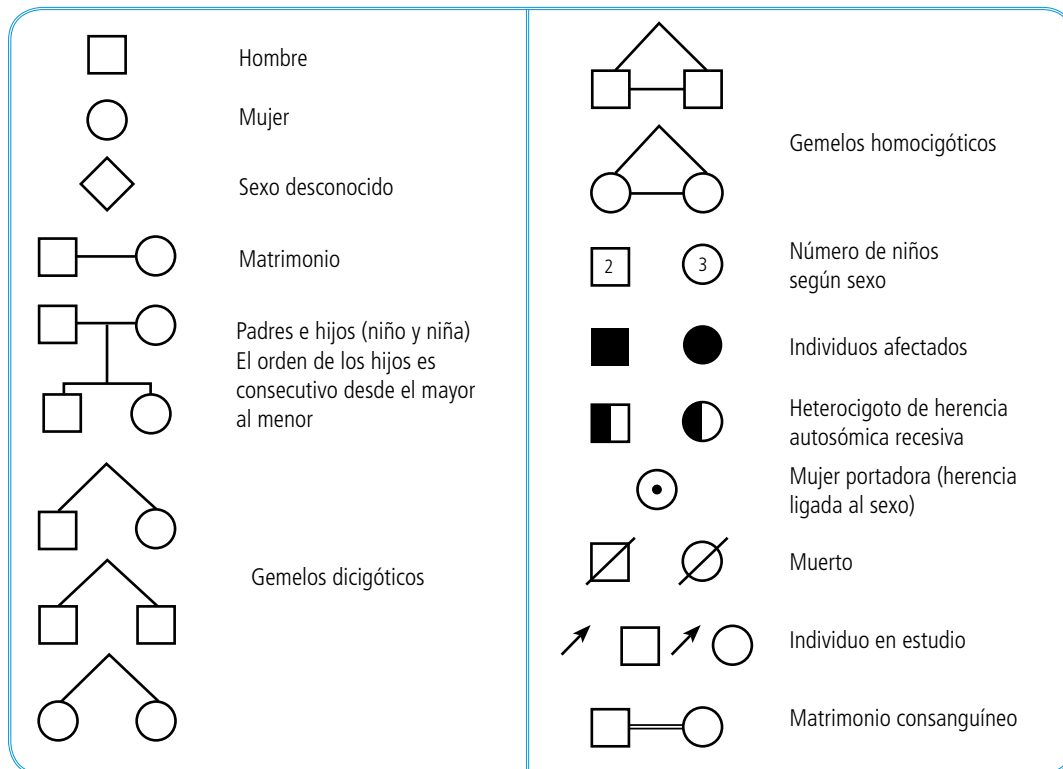
Actividad de Investigación y aplicación.

Averigua ¿Cuáles son algunos rasgos ligados al sexo en los seres humanos que se localizan en el cromosoma Y? ¿Cómo se transmiten los rasgos ligados a dicho cromosoma? Elabora un cuadro de Punnett en el que se muestre la transmisión de un rasgo ligado al cromosoma Y.

Árboles genealógicos

Es una representación gráfica que expone los datos genealógicos de un individuo en una forma organizada y sistemática. Permite exponer algunas características de los antepasados que pueden haber influido en la herencia de un determinado rasgo de una familia.

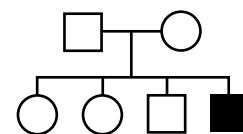
A continuación te presentamos los símbolos más comunes de este tipo de representación:



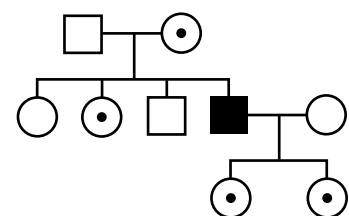
¿Qué información nos puede mostrar un árbol genealógico?

Por ejemplo, en el siguiente árbol genealógico podemos extraer la siguiente información.

Un matrimonio con cuatro hijos, los dos primeros son mujeres y los otros dos varones, el último varón presenta un rasgo determinado que no manifiesta el resto de la familia.



Con el siguiente árbol genealógico, podemos conocer la descendencia de la primera y segunda generación. El primer matrimonio tuvo cuatro hijos, dos mujeres y dos hombres. La mujer, portadora de algún rasgo ligado al sexo, lo transmitió a dos de sus descendientes, su segunda hija y su cuarto hijo. Este último se casó con una mujer normal y tuvieron dos niñas, de las cuales ambas heredaron el rasgo a través del cromosoma X del padre.



Si el hijo que presenta el rasgo tiene un descendiente hombre, éste ¿heredará el rasgo en estudio?



Figura 3.40 Observa la forma de tu pulgar y la facilidad que tienes para moverlo. ¿Podrías llegar a tocar el lado de tu muñeca?

Investiga: variaciones en manos humanas

¿Tienes “pulgar de autopista”? ¿Puedes doblar el primer nudillo de tus dedos sin doblar los otros? ¿Tienes vello en la sección media de los dedos? ¿Cuán largo es el ancho de tu mano? ¿Puedes mover tu pulgar con facilidad para tocar el lado de tu muñeca? Estos rasgos, así como otras características de tu cuerpo, están determinados en parte por los genes. Casi todos los rasgos humanos están determinados por múltiples pares de genes más que por un par de genes. Además, algunos rasgos pueden estar influidos por el ambiente. Por estas razones, es difícil determinar cuáles rasgos son dominantes y cuáles son recesivos. En esta investigación compararás las características de las manos de tus compañeros de clase y formularás hipótesis acerca de cuáles características de la mano son hereditarias y cuáles pueden ser producto del ambiente.

Problema

¿Cuáles características de la mano es probable que sean heredadas y cuáles pueden ser producto del ambiente?

Hipótesis

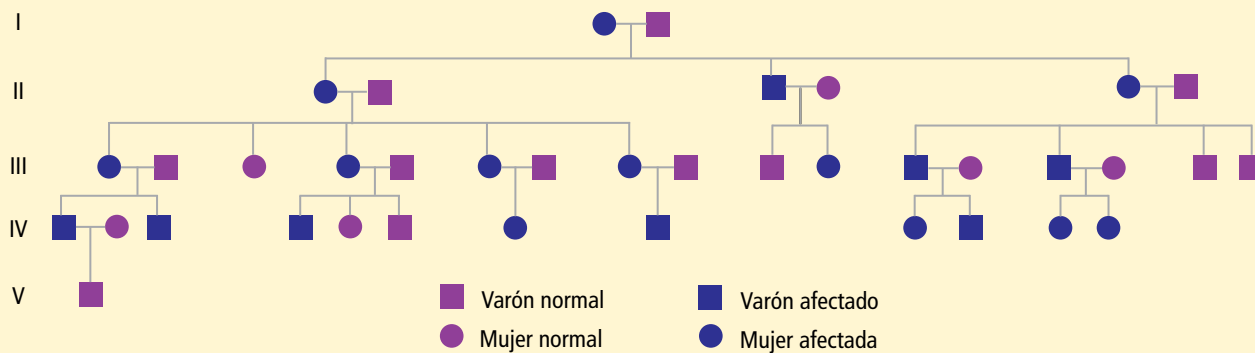
¿Cuál es la hipótesis de tu grupo? Explica tus razones para formularla.

Plan del experimento

1. Elaboren una lista de posibles formas en las que puedan probar su hipótesis con el uso de los materiales que el profesor ponga a su disposición.
2. Pónganse de acuerdo en una idea de la lista de tu grupo que se pueda investigar en el salón de clase.
3. Diseña un experimento que probará las variables de una en una. Planea la recolección de datos cuantitativos así como la realización de otras observaciones.

Actividad N°8 ¿Qué datos nos muestra un árbol genealógico?

Observa el siguiente árbol genealógico de cinco generaciones de una familia con enfermedad de Huntington, enfermedad neurodegenerativa que destruye lentamente algunos ganglios basales del cerebro.



4. Con el estilo de una receta, escribe una lista numerada de instrucciones que cualquiera pueda seguir.
5. Elabora una lista de materiales y las cantidades que necesitarás de cada uno.

Revisión del plan

Discute los siguientes puntos con otros miembros del grupo para decidir los procedimientos.

1. ¿Cuáles son las variables en tu experimento?
2. ¿Cómo estableces un control?
3. ¿Cuántos rasgos contarás?
4. ¿Qué rasgos medirás o contarás?
5. ¿Cuántas manos de estudiantes medirás, observarás o examinarás?
6. ¿Diseñaste y elaboraste una tabla para coleccionar datos?

Datos y observaciones

Lleva a cabo tu experimento; realiza tus mediciones y observaciones, y completa tu tabla de datos. Elabora una gráfica de tus resultados.

Análisis y conclusiones

1. ¿Tus datos apoyan tu hipótesis? Explica.
2. De acuerdo con tus resultados, ¿cuáles rasgos tienen más probabilidad de ser heredados y cuáles de ser producidos por el ambiente?
3. ¿Cuál es tu evidencia experimental para tu conclusión en la pregunta 2?
4. Consulta con otro grupo que usó un procedimiento diferente para examinar este problema. ¿Obtuvieron conclusiones similares a las tuyas?
5. ¿Sabes de otros rasgos humanos que los científicos estudien para determinar qué influye más en su desarrollo, la herencia o el ambiente? Escribe una conclusión breve de tu experimento.

Responde:

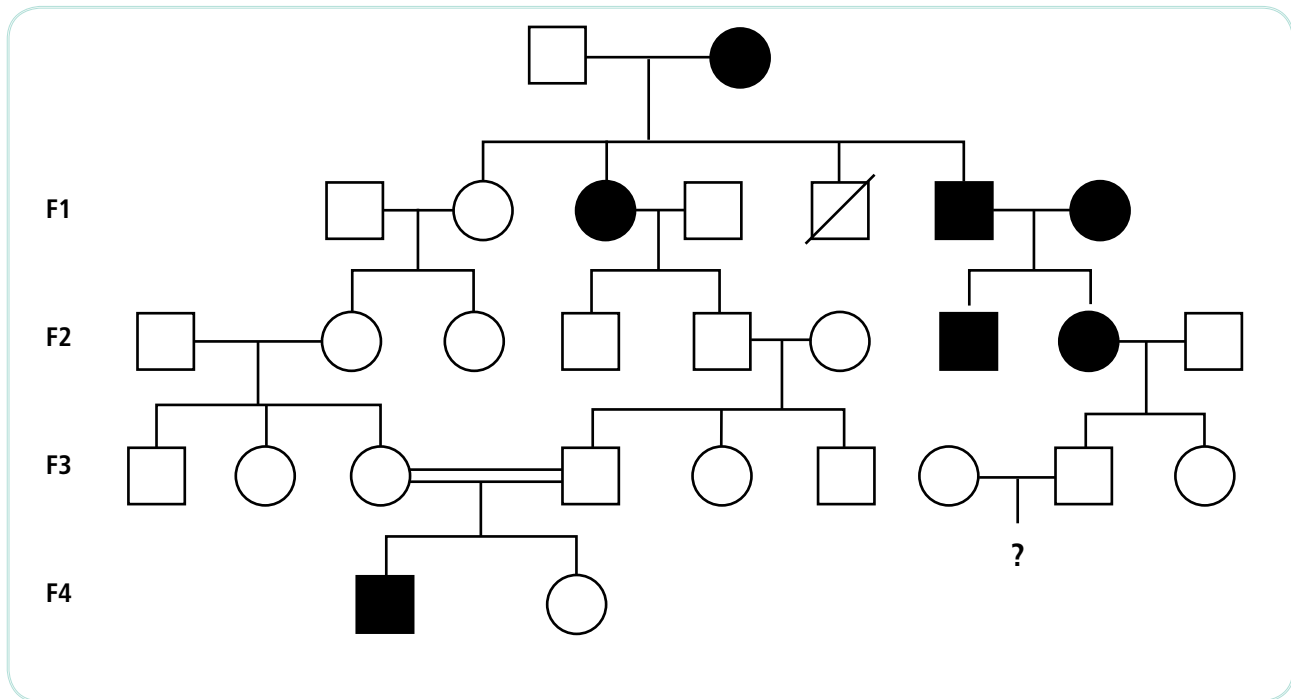
1. ¿Cuántas generaciones presenta esta familia?
2. ¿Cuántos hijos (hombres) tuvo el primer matrimonio?
3. ¿Existe algún salto generacional del rasgo?
4. ¿Qué tipo de herencia presenta esta enfermedad? Justifica tu respuesta.
5. Escribe el genotipo posible de cada integrante de la familia.

Laboratorio del pensamiento

Extrayendo información de un árbol genealógico

El siguiente árbol genealógico corresponde a la herencia de un rasgo en una determinada familia.

Observa el patrón de la herencia:



Responde las siguientes preguntas:

- 1 ¿El tipo de herencia que presenta esta familia es autosómica o ligada al sexo? Justifica tu respuesta
- 2 Considerando tu respuesta anterior, ¿el tipo de herencia es dominante o recesiva? Justifica tu respuesta
- 3 ¿A qué se debe que la generación filial F4, haya nacido un varón afectado si sus antepasados directos no lo están?
- 4 ¿Cuál será la probabilidad de que el hijo o hija de la generación F3 (?) salga afectado(a)?
- 5 ¿Cuál es el genotipo del padre de F1?
- 6 Completa el árbol con el genotipo más probable de todos los descendientes de F2?
- 7 Si el hijo afectado en F4 tuviera hijos con una mujer homocigota sin el rasgo. ¿Cuál sería el genotipo y fenotipo de esos hijos?

Laboratorio de análisis

¿Cómo se determina el grupo sanguíneo?

Antecedentes

Los grupos sanguíneos que tradicionalmente se conocen son: AB, A, B y O. Estos grupos presentan dos tipos de herencia: codominancia entre A y B; y dominancia completa entre A - O y B - O. Además de estos grupos está el factor RH, que al igual que los grupos ABO corresponden a proteínas presentes en la membrana de los glóbulos rojos. Los grupos sanguíneos no se visualizan a simple vista, por lo que hay que hacer un procedimiento químico para determinarlos. Este procedimiento consiste en adicionar a varias muestras de sangre del individuo, una gota de anticuerpo, anti A, Anti B, Anti AB para determinar los grupos ABO y anti D para determinar el factor RH. La sangre que contenga la proteína será aglutinada. Por ejemplo si la sangre de una persona se aglutina al poner anticuerpo anti A, quiere decir que su sangre contiene la proteína A.

En el siguiente diagrama se observa la reacción de la sangre de ocho individuos al adicionarle los anticuerpos mencionados anteriormente.

Analiza cada situación y determina el grupo sanguíneo de cada uno de ellos.

Adición de anticuerpos

Anti A Anti B Anti AB Anti D



	Adición de anticuerpos				Reacción	Tipo de sangre
	Anti A	Anti B	Anti AB	Anti D		
Individuo 1	●	●	●	●	→ * * * *	_____
Individuo 1	●	●	●	●	→ ● ● ● *	_____
Individuo 1	●	●	●	●	→ ● * * *	_____
Individuo 1	●	●	●	●	→ * ● * *	_____
Individuo 1	●	●	●	●	→ ● ● ● ●	_____
Individuo 1	●	●	●	●	→ * * * ●	_____
Individuo 1	●	●	●	●	→ ● * * ●	_____
Individuo 1	●	●	●	●	→ * ● * ●	_____

Ciencia, biología y sociedad

¿Sabías qué...?



“Los estudios del ADN han confirmado que todos los humanos, en nuestras variadas formas y colores, tenemos una filiación con los cazadores-recolectores africanos que vivieron hace unos 150 mil años”. “El ADN nos permite trazar la ruta que siguieron los primeros humanos desde África a todo el mundo”

Fuente: La gran travesía humana contada por nuestro ADN (National Geographic).

¿Sabías qué...?



La revista nacional Geographic y la firma IBM, han desarrollado un proyecto llamado Proyecto Genographic, un estudio sobre la migración de la especie humana.

Con este proyecto se pretende conocer nuestros antecedentes familiares

retrocediendo... 60.000 años.

¿Te imaginas?

Fuente: National Geographic

¿Sabías qué...?



Las células madres embrionarias tienen la capacidad de regenerar cualquier tipo de célula. Es así que podemos cultivar células de corazón in vitro y luego transplantarlas a personas con algún daño coronario. ¿Te imaginas cuántas vidas se podrían salvar con este tipo de técnica?

Fuente: National Geographic, julio 2005.

¿Sabías qué...?



Bono, integrante del grupo U2, se realizó un análisis genético para conocer sobre sus antepasados. Esta prueba de la revista Nacional Geographic, demostró que los antepasados de este artista provienen de África.

Fuente: “U2 star enjoys a different sort of homecoming”
www.independent.ie/national-news/u2-star-enjoys-a-different-sort-of-homecoming-1222009.html

Foto: © World Bank / Damian Milverton

ENLACE CON LA HISTORIA.

Genes saltadores

Tuvieron que pasar casi 40 años desde que Bárbara McClintock descubrió lo que llamó genes saltadores o transposones para que la comunidad científica reconociera su importancia para la teoría genética. McClintock empezó su investigación en la década de 1940, al estudiar los efectos del cruzamiento de plantas de maíz que tenían mazorcas de colores y texturas distintas. Observó colores en las mazorcas que sólo se podían explicar si los genes se movían entre los cromosomas. Ésta era una interpretación desconcertante. En ese entonces se pensaba que los genes estaban fijos en un sitio específico de un cromosoma también específico. Los resultados de los experimentos de McClintock la llevaron a la conclusión de que algunos genes se movían en los cromosomas en lugar de estar fijos, afectaban mutuamente sus funciones y producían mutaciones masivas.

La doctora McClintock presentó sus datos experimentales a otros científicos, quienes al principio, no aceptaron la conclusión a la que había llegado, ya que era contraria a la forma en que se pensaba que debían comportarse los genes. Luego, a fines de la década de 1960, se descubrieron genes saltadores en la mosca de la fruta, las levaduras y las bacterias. Los científicos empezaban a darse cuenta de la importancia del trabajo de McClintock y la forma en que los genes saltadores aumentan la diversidad en una especie. En realidad, estos genes llevaron a investigaciones adicionales y a la hipótesis de que algunos de ellos podrían ser descendientes de virus. Los genes saltadores podrían ser incluso la causa de que se produjeran células tumorales específicas que dan origen a ciertos cánceres.

Por la importancia de su trabajo se le otorgó a Bárbara McClintock el Premio Nobel de Fisiología y Medicina en 1983. La doctora McClintock continuó trabajando con el maíz hasta su muerte, acaecida en 1992 a los 90 años de edad.



- 1. Exploración adicional:** investiga qué es un virus y cómo difiere su material genético del correspondiente a los seres vivos.
- 2. Escribe acerca de la biología:** averigua las diferencias entre las células tumorales no cancerosas y las cancerosas. Redacta un informe breve.
- 3. Exploración adicional:** ¿cuáles pruebas sirvieron para que la doctora McClintock llegara a la conclusión de que los genes podían saltar de un cromosoma a otro?

Si quieres saber más sobre quién fue Bárbara McClintock, visita los vínculos:

http://www.webmujeractual.com/biografias/nombres/barbara_mcclintock.htm

<http://www.biografiasyvidas.com/biografia/m/mcclintock.htm>

Fuente: Oram, Raymond F. Biología Sistemas vivos. Editorial McGraw-Hill, México D.F., 2007. Cap. 10, pág. 264.

Lectura científica

ENLACE CON LA HISTORIA.

¿Y si Mendel hubiera elegido rasgos diferentes?

Mendel sentó las bases de la genética y estableció varias leyes que se estudian en este Capítulo. Además, tuvo gran fortuna o inteligencia en la elección de los rasgos que usó en sus estudios. ¿Por qué?

Supón que guisantes amarillos = Y, guisantes verdes = y, guisantes redondos = R y guisantes rugosos = r.

¿Qué habría observado Mendel en las generaciones filiales después de realizar una cruce entre padres $YyRr \times YyRr$, que se muestra en la tabla A de este recuadro?

Tabla A

Fenotipos en los descendientes	Número observado	Proporción
Redondos y amarillos	1.841	9
Redondos y rugosos	611	3
Verdes y redondos	618	3
Verdes y rugosos	202	1

Los datos de Mendel fueron la base de la formulación de su ley de la distribución independiente. Esta ley afirma que los genes de rasgos distintos se segregan de manera independiente durante la formación de los gametos. También es la base para predecir las combinaciones de genes en las células sexuales. Por ejemplo, si ambos progenitores son heterocigotos para dos rasgos, las posibles combinaciones de genes en los gametos son YR, Yr, yR y yr.

La aparición observada de estos dos rasgos en los descendientes y la proporción de fenotipos dan sustento a la ley establecida por Mendel. La proporción fenotípica 9:3:3:1 cuando ambos progenitores son heterocigotos para los dos rasgos estudiados, corresponde a las predicciones y observaciones de Mendel. El monje austriaco tuvo suerte porque eligió genes que se localizan en pares de cromosomas distintos.

Sin embargo, ¿qué habría pasado si los dos rasgos con los que trabajó Mendel, el color y forma de los guisantes, se hubieran localizado en el mismo cromosoma? ¿Habría observado las mismas proporciones en los descendientes? ¿Habría podido demostrar su ley de la distribución independiente?

Los genes de rasgos distintos que se localizan en un mismo cromosoma se llaman genes vinculados, en referencia directa al hecho de que están en dicho cromosoma.

¿De qué manera habría alterado esto las observaciones, los datos y la formulación de la ley de la distribución independiente de Mendel? El diagrama muestra un par de cromosomas homólogos con los dos rasgos utilizados. Sin embargo, en esta ocasión se trata de genes vinculados. Los genes de los progenitores todavía son heterocigotos respecto de ambos rasgos. La diferencia radica en la distribución de los genes en los gametos y las combinaciones resultantes en los descendientes. Es en este aspecto que los gametos con genes vinculados difieren de otros en que los genes no están vinculados.

En la tabla B se presentan los datos que se observarían en relación con estos dos rasgos vinculados.

Tabla B

Fenotipos en los descendientes	Número observado	Proporción
Amarillos y redondos	1.361	3
Verdes y rugosos	452	1

Compara estos datos con los de la Tabla A. Observa que las proporciones y los resultados fenotípicos con genes vinculados son distintos de los resultantes de genes no vinculados.

Mendel tuvo suerte porque los rasgos que usó no estaban vinculados.

¿Cómo habría explicado Mendel sus datos si los genes hubieran estado vinculados?

- 1. Soluciona el problema:** ¿podría haber usado Mendel datos de genes vinculados para formular su ley de la distribución independiente? Explica tu respuesta.
- 2. Investiga adicionalmente:** describe el procedimiento experimental que usarías para determinar si los genes siguientes están vinculados o no en conejillos de Indias: B = pelaje negro, b = pelaje blanco, S = pelaje corto y s = pelaje largo. Describe las proporciones fenotípicas que resultarían en cada situación y explica cómo interpretarías los datos.
- 3. Escribe acerca de la biología:** ¿por qué es imposible saber, cuando se observa una planta de la generación parental, si los genes de dos rasgos heterocigotos están vinculados o no?

Fuente: Oram, Raymond F. *Biología Sistemas vivos*. Editorial McGraw-Hill, México D.F., 2007. Cap. 8, pág. 220.

TEMAS A DEBATE

Género por solicitud

Todavía no hay forma de garantizar la concepción de una hija o un hijo, pero la medicina moderna ha encontrado formas de mejorar las posibilidades. Los métodos más exitosos consisten en separar los espermatozoides que portan el cromosoma X de los que portan el cromosoma Y. Los espermatozoides portadores del cromosoma Y tienden a nadar más rápido que los portadores del cromosoma X, así que el método implica separar los espermatozoides rápidos de los lentos. Otro método usa una centrifugadora y diferencias en las masas de los espermatozoides para separarlos.

Ambas técnicas suponen probabilidades de éxito de 70 a 85 por ciento, pero están lejos de ser seguras, y tienen la desventaja de requerir que los espermatozoides se coloquen de manera artificial en el tracto reproductivo de la mujer.

Otro método popular en este último tiempo no requiere tanta ayuda externa, pero es mucho más controvertido. Se basa en la teoría de que los cambios químicos en el interior del sistema reproductivo de una mujer favorecen el éxito de los espermatozoides que portan genes X o Y en diferentes momentos. Se supone que los espermatozoides X tienen una ventaja de dos a 24 horas antes de la ovulación y los espermatozoides portadores Y tienen más probabilidad de fertilizar el óvulo 36 horas después de la ovulación.

Algo más definitivo puede llegar algún día a partir de un descubrimiento anunciado a mediados de 1990. Un equipo de investigadores genéticos encontró una pequeña cadena de ADN en el cromosoma Y que se cree es el gen que determina si un embrión se convertirá en hombre o en mujer. El gen, conocido como SRY, funciona en forma muy parecida a un interruptor. Si está presente, "enciende" una larga secuencia de reacciones que determinan el desarrollo de los órganos sexuales. Las hormonas producidas por los órganos sexuales disparan el resto del proceso: hormonas desde los ovarios resultan en un cuerpo femenino, mientras que las de los testículos provocan el desarrollo de un cuerpo masculino.

Los investigadores que descubrieron el gen SRY piensan que se puede usar para influir en el sexo de ratones y ganado. Sin embargo, se oponen a usarlo en el hombre. Además de que existe un cúmulo de problemas técnicos, creen que el procedimiento no sería ético.



No están solos. Muchas personas se sienten incómodas con la idea de poder seleccionar el sexo de un bebé como se elige su primer par de zapatos. Su gran preocupación se refiere al problema de la igualdad sexual.

Muchas culturas orientales valoran a los hijos más que a las hijas. Algunas personas se preocupan de que, una vez que la selección del sexo se haga posible, en dichas culturas se elija tener más niños que niñas. Esto podría causar problemas sociales cuando esos muchos niños y pocas niñas alcancen la edad para casarse. También observan que las mujeres tienen menos derechos en muchos de esos países. Cualquier movimiento de derechos humanos podría estar en serio peligro si los hombres conformaran la mayoría de la población.

Otros argumentan que los problemas se podrían evitar fácilmente con regulación. Es decir, permitir que cada pareja seleccione un hijo una vez y una hija otra vez. Después de eso, deben aceptar la suerte que les toque. Eso evitaría que los sexos alguna vez estuvieran muy desequilibrados.

Aún así, mientras la controversia continúa, hasta el momento todo es bastante teórico. La realidad de garantizar la selección del sexo está distante. Por el momento, todos tienen todavía asegurada la obtención de su primera o de su segunda elección.

Comprensión del tema

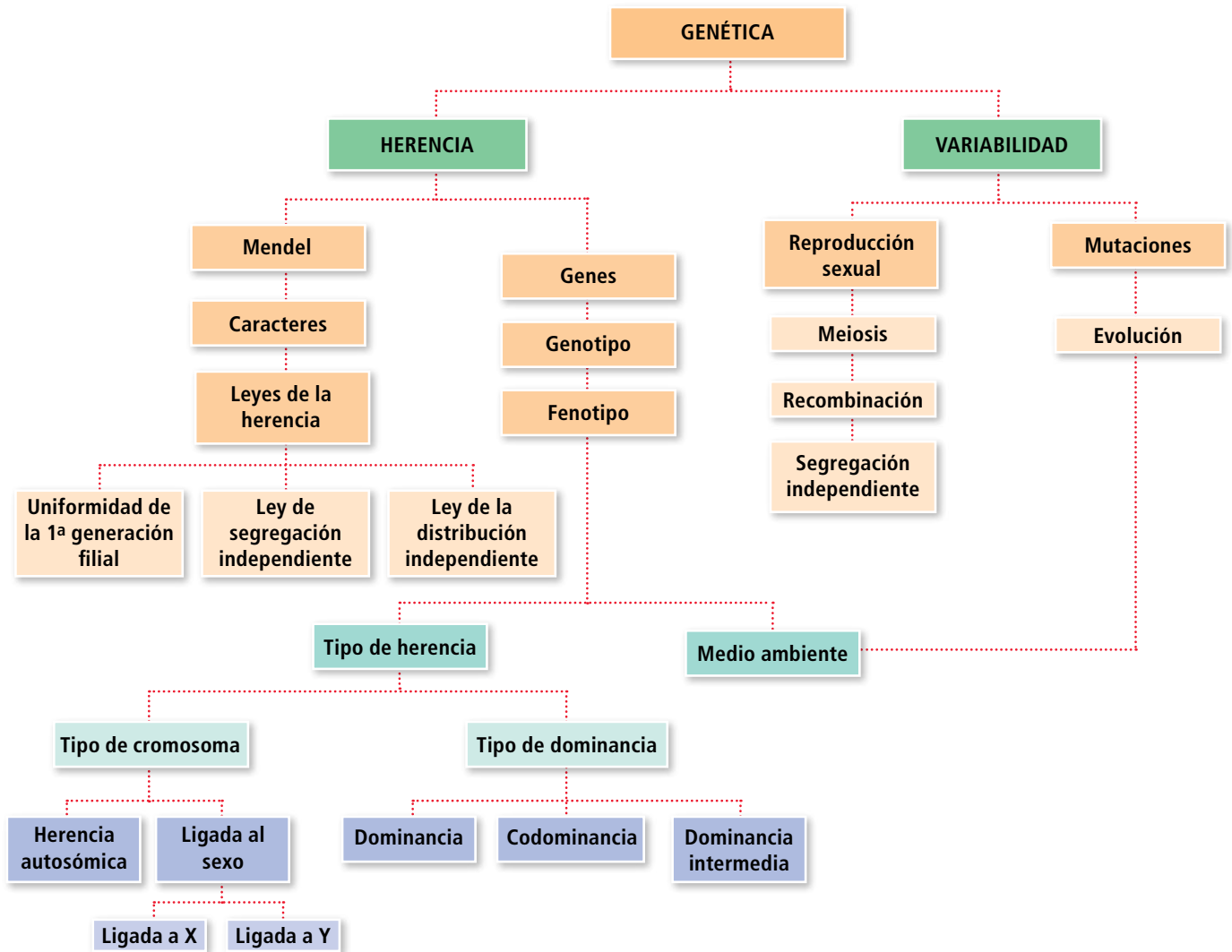
1. El tratamiento para aumentar las oportunidades de tener un hijo o una hija es costoso. ¿Crees que este costo lo deben asumir los seguros médicos? ¿Por qué sí o por qué no? ¿Y si el propósito es evitar tener un hijo con un trastorno genético ligado al sexo?
2. Supón que un país que ahora valora a los hijos sobre las hijas desarrolla una población con tres veces más hombres que mujeres. ¿Cómo crees que esto afectaría la forma en que los padres seleccionarían el sexo de sus hijos?

Fuente: Oram, Raymond F. *Biología Sistemas vivos*. Editorial McGraw-Hill, México D.F., 2007. Cap. 11, pág. 297.

Glosario

- **Alelos:** cada una de las alternativas de un gen para una característica particular.
- **Alelos múltiples:** conjunto de tres o más alelos que determinan un rasgo.
- **Árbol genealógico:** representación gráfica de un rasgo a través de varias generaciones.
- **Caracteres hereditarios:** nombre que le puso Mendel a los rasgos heredados (genes).
- **Codominancia:** cuando en un fenotipo se expresan ambos alelos.
- **Cromosoma sexual:** cromosoma X o Y, presentan secciones que no son homólogas y que pueden heredarse.
- **Dihibridismo:** herencia con dos caracteres.
- **Dominancia incompleta o intermedia:** cuando se expresan los dos alelos produciendo un fenotipo intermedio, también es llamada herencia intermedia.
- **Fenotipo:** genes expresado más los cambios experimentados por influencia del medio ambiente.
- **Gen:** factor que contiene información para todos los rasgos. Es la unidad básica de la genética.
- **Genes holándricos:** genes que se sitúan en la parte no homóloga del cromosoma Y.
- **Gen recesivo:** gen que necesita de los dos alelos para expresarse.
- **Genética:** parte de la Biología que estudia la herencia transmitida a través de los genes.
- **Genotipo:** combinación de alelos para cierta característica. Dotación genética del individuo.
- **Herencia autosómica:** transmisión de rasgos a través de los cromosomas no sexuales.
- **Herencia ligada al sexo:** ocurre en aquellos organismos donde uno de los sexos contiene un par de heterocromosomas desiguales, como es el caso del ser humano.
- **Heterocigoto:** gen que presenta dos alternativas diferentes para un carácter específico.
- **Homocigoto:** gen cuyos dos alternativas son iguales, pueden ser dominantes o recesivos.
- **Hunt Morgan, Thomas:** genetista estadounidense que realizó un descubrimiento inesperado acerca de cómo puede relacionarse el sexo de un organismo con la herencia de un rasgo.
- **Mendel, Gregorio:** monje austriaco creador de las leyes de la herencia, se le considera el padre de la genética.
- **Monohibridismo:** herencia con un solo carácter.
- **Primera ley de Mendel:** ley de la uniformidad de la primera generación filial "Al cruzar dos variedades cuyos individuos tienen razas puras ambos para un determinado carácter todos los híbridos de la primera generación son similares fenotípicamente".
- **Segunda Ley de Mendel:** segregación independiente "Durante la formación de los gametos, el par de genes correspondiente a cada rasgo se separa, de modo que cada gameto recibe un solo gen para cada rasgo. Los gametos se unen para generar proporciones predecibles de rasgos en los descendientes".
- **Sutton, Walter:** Planteó la teoría cromosómica de la herencia que estipula que los factores hereditarios de Mendel (genes) son parte de los cromosomas.
- **Tercera Ley de Mendel:** ley de la distribución independiente "Los genes de rasgos distintos se segregan en forma independiente durante la formación de los gametos".
- **Rasgo ligado al sexo:** rasgo ligado al cromosoma X.
- **Rasgo influenciado por el sexo:** rasgo determinado por genes situados en el segmento homólogo de los cromosomas sexuales.

Mapa conceptual



Síntesis

La **Genética** es la ciencia que estudia la **herencia**. Uno de los primeros científicos que investigó sobre el tema fue **Gregor Mendel**, con sus experimentos con guisantes logró proponer, sin conocer la existencia de los genes, las **leyes mendelianas** de la **dominancia**, la **segregación** y la **distribución independiente**. Las observaciones que de Mendel y las actividades de los cromosomas durante la meiosis son la base de la hipótesis de **Sutton** que plantea que los **genes se localizan en los cromosomas**. Tal hipótesis se fortaleció con el descubrimiento de la forma en que se determina el sexo y los rasgos ligados a éste.

La expresión de los genes como un fenotipo particular depende de varios factores, entre ellos los más importantes son: el tipo de cromosoma donde se encuentran esos genes (**cromosomas autosómicos o sexuales**); de los **alelos** que determinan ese fenotipo y su fuerza de expresión (**dominancia, codominancia o dominancia intermedia**); y del ambiente interno y externo en el que se desarrolla el propio organismo. La herencia también estudia las variaciones fenotípicas que puede experimentar una población, cambios que se deben a la **reproducción** de tipo sexual y sobre todo a **mutaciones** que pueden llevar a cambio evolutivos.

Evaluación

LENGUAJE DE LA BIOLOGÍA

Escribe en tu cuaderno una síntesis que muestre tu comprensión de cada uno de los siguientes términos:

- Alelos
- Gen
- Herencia autosómica
- Genotipo
- Codominancia
- Cromosoma sexual
- Heterocigoto
- Dominancia incompleta
- Homocigoto dominante
- Rasgo ligado al sexo
- Fenotipo
- Gen recesivo
- Variación continua

COMPRESIÓN DE CONCEPTOS

- 1 Explica por qué las leyes de Mendel no son universales.
- 2 Explica por qué los grupos sanguíneos humanos son un ejemplo de codominancia y alelos múltiples.
- 3 Averigua qué son los genes holándricos.
- 4 ¿Qué proporción genotípica esperarías de una cruce entre un organismo con genotipo Dd y otro con genotipo DD ?
- 5 Se cruzan sandías de forma redondeada con otras que tienen forma más aplanada. Algunas sandías descendientes de este cruzamiento tienen forma oval. Explica por qué.
- 6 Una mujer con sangre tipo B se casa con un hombre de sangre tipo A. Tienen cinco hijos, todos con sangre tipo AB. ¿Cuáles son los genotipos más probables de la pareja?
- 7 Un hombre con sangre tipo B se casa con una mujer cuya sangre es tipo A. Su primer hijo tiene sangre tipo O. Explica la razón. ¿Qué otros tipos sanguíneos son posibles en sus futuros hijos?

- 8 Los colores de los granos del trigo varían desde blanco hasta rojo oscuro, con diversos tonos rosados entre ellos. ¿Qué tipo de herencia regula este rasgo? Elabora una gráfica que represente la distribución de colores.
- 9 En las moscas de la fruta, el gen de ojos rojos (R) es dominante sobre el de ojos blancos (r) y está ligado al sexo. Si se tiene una hembra de ojos rojos en la generación filial y la hembra progenitora era de ojos rojos, ¿cuál debe ser el genotipo del macho progenitor?
- 10 Explica de qué manera el ambiente puede afectar la expresión de diversos rasgos en un organismo.
- 11 Sutton propuso su teoría cromosómica de la herencia después de observar la meiosis en células de saltamontes. Explica qué observó Sutton y las inferencias sobre las cuales basó su teoría.
- 12 Ciertos conejos son de pelaje blanco, excepto en las patas, cola, orejas y nariz, que son de pelaje negro. Si se quita el pelaje de un área del lomo de un conejo y se cubre el área con una compresa de hielo, el pelo que crece en el área es negro. ¿Cómo explicarías este hecho?
- 13 Los descendientes de una cruce entre dos plantas, una de flores rojas y otra de flores rosadas tienen una proporción de dos flores rojas y dos flores rosadas. ¿Cuál es el rasgo dominante? ¿Por qué las flores blancas no se expresaron?
- 14 En las plantas de guisantes, alto domina a bajo. Supón que tienes una planta alta y no sabes si es homocigota o heterocigota. ¿Qué harías para saberlo?
- 15 Supón que en el espacio exterior hay criaturas cuyos rasgos heredan conforme a las leyes mendelianas. Los ojos púrpuras (P) son dominantes respecto de los ojos amarillos (p). Dos criaturas de ojos púrpuras se aparean y producen seis descendientes, de los cuales cuatro tienen ojos púrpuras y dos, ojos amarillos. ¿Cuáles son los genotipos de los progenitores y los descendientes?
- 16 Dos moscas de la fruta de alas largas producen 49 descendientes de alas cortas y 148 de alas largas. ¿Cuál rasgo supones que es dominante y por qué? ¿Cuáles son los probables genotipos de los progeni-

tores? ¿Cuántos descendientes de alas largas se esperaría que fueran heterocigotos?

- 17 En el hombre, los ojos cafés (B) son dominantes respecto de los ojos azules (b). Dos padres heterocigotos de ojos cafés tienen ocho hijos, todos ellos con ojos cafés. ¿Te sorprenden estos resultados? ¿Qué parte de la genética se ilustra con ellos?
- 18 La probabilidad de que nazca un varón es de $1/2$. ¿Cuál es la probabilidad de que los seis hijos de una familia sean varones?
- 19 En las moscas de la fruta, el gen del color bronceado del tórax (T) es dominante respecto del gen de color negro del tórax (t), y el de ojos rojos (R) lo es en relación con el de ojos blancos (r). El segundo de esos rasgos está ligado al sexo. Calcula las proporciones genotípicas y fenotípicas esperadas como resultado de un cruzamiento entre una hembra homocigota de tórax negro con ojos rojos y un macho heterocigoto de tórax bronceado con ojos blancos.
- 20 Explica la razón por la que Morgan llegó a la conclusión de que el gen del color de los ojos en la mosca de la fruta esté presente en el cromosoma X y no en el cromosoma Y .

APLICACIÓN DE CONCEPTOS

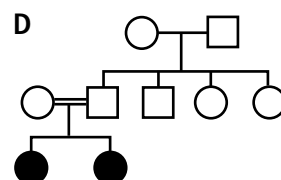
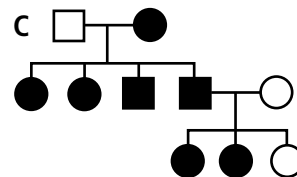
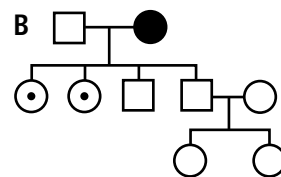
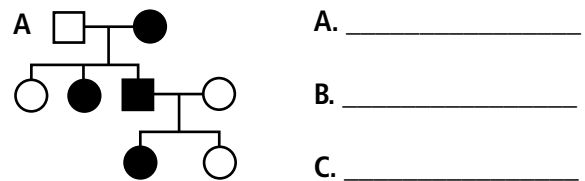
- 21 Una cruce entre un caballo colorado homocigoto y una yegua blanca homocigota produce un descendiente de un color llamado sabino. El examen de este último revela la presencia de pelos colorados y blancos. ¿Cómo se explica esta forma de herencia? ¿Cuáles resultados esperarías al cruzar dos sabinos? ¿Cómo sabes que los genes que regulan el color del pelaje no presentan una relación de dominancia completa entre ellos?
- 22 Al realizar experimentos con moscas de la fruta te encuentras de manera inesperada con un macho de ojos angostos. Estas moscas normalmente tienen ojos redondos. ¿Cómo podrías determinar si el gen de ojos angostos es autosómico o ligado al sexo?
- 23 En los pollos el gen de cresta de rosa (R) es dominante sobre el de cresta sencilla (r), mientras que el de cresta de chicharo (P) lo es en relación con el gen p , que también produce cresta sencilla. Cuando están presentes

R y P se combinan para producir lo que se llama cresta de almohadilla o nuez. Calcula la proporción fenotípica esperada de una cruce entre dos pollos con el genotipo $RrPp$.



- 24 Explica la metodología científica que usó Mendel en sus experimentos. ¿Por qué es importante usar procedimientos razonados con cuidado cuando se llevan a cabo experimentos?

- 25 Identifica a qué tipo de herencia representan los siguientes árboles genealógicos:



Unidad 4

Organismo y ambiente

Biodiversidad y factores que la afectan.....	148
Recursos Naturales	166

En esta Unidad:

- Conocerás el concepto de biodiversidad y su forma de clasificación.
- Comprenderás que el cuidado de la biodiversidad demanda el estudio de múltiples factores que la determinan.
- Conocerás la biodiversidad en Chile.
- Comprenderás la importancia del equilibrio en el ecosistema y que el ser humano es el único responsable de las perturbaciones en el medio ambiente.
- Conocerás el concepto de desarrollo sustentable como la forma de explotar los excedentes biológicos sin agotar el capital, asegurando que las generaciones futuras tengan las mismas oportunidades.



En la Unidad anterior estudiamos que la herencia genética es fundamental para la continuidad de cada especie y que esa herencia depende de la transmisión de los genes a la descendencia. También vimos que todos los organismos pueden presentar, en mayor o menor grado, algún tipo de variabilidad. En muchas especies la variabilidad es intraespecífica debido a su tipo de reproducción sexual. Pero sin duda, el factor que hace evolucionar y originar nuevas especies es la mutación.

La biodiversidad es el patrimonio natural de todo el mundo que surge de la evolución de los organismos vivos, desde aproximadamente 3.500 millones de años

que la vida se originó y comenzó a evolucionar para dar lugar a una gran cantidad de especies que cohabitan el mundo, incluido nosotros.

La evolución ha generado desde organismos microscópicos, como una bacteria, hasta organismos de grandes dimensiones, como un elefante. Todos estos organismos han podido adaptarse y habitar diferentes ambientes, algunos en ambientes calurosos, fríos, terrestres y acuáticos; algunos en zonas secas y otros en zonas tropicales. En fin, tenemos una amplia gama de distintos ecosistemas que podemos admirar y darnos cuenta de lo maravilloso que es la naturaleza.



PARA COMENZAR

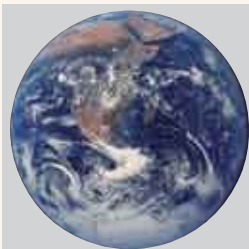
Actividad inicial

¿Qué conceptos conoces sobre ecología y diversidad?

Busca 12 conceptos en la siguiente sopa de letras relacionados con la ecología y luego identifícalos en las fotografías que están en la siguiente actividad. Las palabras pueden estar de izquierda a derecha, de arriba abajo, en diagonal, al revés, etc.

A	B	R	D	U	L	M	A	N	O	C	E	L
L	A	M	E	T	S	I	S	O	C	E	T	O
C	R	U	D	A	D	I	N	U	M	O	C	M
A	N	P	I	T	A	C	E	L	T	A	S	O
B	I	O	D	I	V	E	R	S	I	D	A	D
J	O	B	A	B	R	E	S	U	L	T	A	B
A	P	L	E	A	B	O	L	P	U	R	B	O
I	M	A	N	H	U	E	L	U	E	U	G	S
G	O	C	A	B	C	X	U	F	S	C	U	Q
R	B	I	O	M	A	T	S	O	O	R	I	U
E	C	O	N	O	T	O	L	A	S	F	O	E
N	E	N	T	A	I	A	N	I	M	A	L	L
E	S	R	A	B	I	O	T	I	C	O	N	O

Relaciona la imagen con cada concepto (algunas imágenes pueden tener más de un concepto).



- a. _____
- b. _____
- c. _____
- d. _____
- e. _____
- f. _____
- g. _____
- h. _____



Desarrolla las siguientes acciones:

- 1 Realiza un mapa conceptual utilizando un orden jerárquico.
- 2 Realiza un resumen del mapa conceptual utilizando los 12 conceptos. Puedes agregar otros si encuentras que sea necesario.

Laboratorio del pensamiento

Antecedentes

¿Cuántos seres vivos crees que existen en el planeta Tierra? Difícil pregunta. Ningún libro podría indicar el número exacto de seres vivos que existen, debido a que continuamente se están reproduciendo y muriendo, por lo que su número va variando a cada instante. Por otro lado, hay muchos lugares que el ser humano aún no conoce y muchos que todavía son inalcanzables para el ser humano.

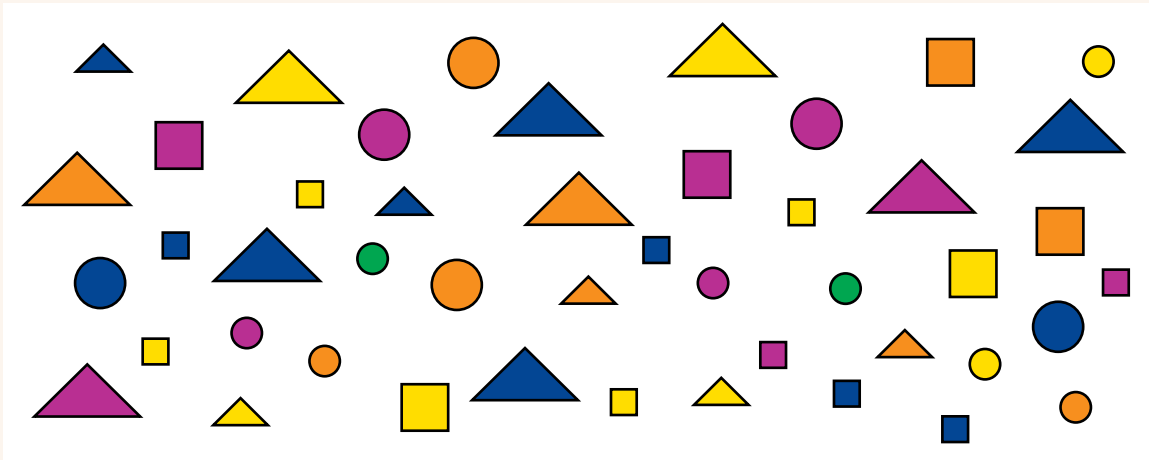
¿De qué forma podríamos estudiar la diversidad de seres vivos si es imposible conocer la cantidad de individuos y a todas las especies diferentes?

El ser humano se ha tenido que conformar con hacer estimaciones sobre la biodiversidad, los científicos delimitan áreas de trabajo y hacen aproximaciones, también han creado sistemas de clasificación, que les ha permitido ordenar sus datos y así hacer más fácil futuras investigaciones.

¿Qué criterios utilizarías tú para clasificar a los seres vivos?

I. Considerando la pregunta anterior realiza la siguiente actividad:

Observa este conjunto de figuras geométricas y clasifícalas utilizando diferentes criterios.



- 1 ¿Cuáles fueron tus criterios de clasificación?
- 2 ¿Cuántos grupos diferentes formaste?
- 3 ¿Existe alguna jerarquía entre los grupos que clasificaste?
- 4 Realiza un esquema, considerando la jerarquía.
- 5 Júntate con otros compañeros y comparen sus criterios. ¿Hay diferencias o semejanzas? Comparen sus resultados con los del resto del curso. ¿Cuántos criterios de clasificación tuvo el curso?
- 6 Imagina cómo habrá sido para las personas que crearon criterios de clasificación para ordenar los sistemas de vida. ¿Cómo crees que se pusieron de acuerdo?

Biodiversidad y factores que la afectan

¿Qué es la biodiversidad?

La biodiversidad es el resultado de un proceso evolutivo a lo largo de la historia que ha originado una gran gama de seres vivos que se organizan e interactúan con su hábitat para perpetuarse en el tiempo.

Los dos mecanismos que han hecho posible la diversidad es la mutación y la **selección natural**.

Para comprender el tema de la biodiversidad primero debemos conocer algunos conceptos clave:

Especie: es la unidad básica de clasificación biológica, que corresponde a un grupo de organismos capaces de reproducirse y generar descendencia fértil para perpetuar la especie. Por ejemplo; el ser humano.

Población biológica: es el conjunto de organismos de la misma especie que coexisten en un mismo tiempo y comparten un espacio. Por ejemplo: un rebaño de ovejas.

Hábitat: es el ambiente donde habita una población.

Comunidad biológica: es el conjunto de poblaciones que comparten una misma área y coexisten en un mismo tiempo.

Ecosistema: es el conjunto de factores bióticos (seres vivos) y abióticos (ambiente físico) que forman un sistema.

Bioma: es un tipo de ecosistema de gran extensión que se caracteriza por tener propiedades específicas.

Biósfera: es el más alto nivel de organización biológica. Corresponde al conjunto de todos los ecosistemas del planeta.



Figura 4.1 En las fotografías podemos observar a dos gaviotas pertenecientes de la misma especie; una población de cactus que a la vez interactúa con elementos de su medio ambiente y con otras especies como el lagarto que se muestra en la fotografía. También se observa un ecosistema lacustre con elementos bióticos y abióticos.

Parámetros de medición de la biodiversidad

Riqueza: dependiendo del tipo de diversidad en estudio, puede considerar el número de alelos, de especies biológicas o de hábitats distintos.

Abundancia relativa: es el parámetro que mide la proporción de individuos de una especie en el total de individuos de la comunidad.

Según este parámetro podemos medir el grado de dominancia de una población en una comunidad.

Diferenciación: es el grado de diferenciación genética, taxonómica o funcional de los elementos que constituyen un ecosistema. Este parámetro es directamente proporcional a la biodiversidad.

Tipos de biodiversidad

La biodiversidad abarca toda la escala de organización de los seres vivos. Sin embargo, al estudiarla biológicamente se centra en tres aspectos: diversidad de especies, diversidad de ecosistemas y variación genética.

Biodiversidad de especies: cantidad de especies presentes en un mismo hábitat. La biodiversidad es directamente proporcional a la riqueza de especies e inversamente proporcional a la dominancia relativa de cada una de ellas. Por ejemplo, si en una comunidad existen muchas especies dominantes, quiere decir que presenta menos cantidad de especies raras, es decir, todas aquellas especies que por su baja densidad pueden estar en peligro de conservación.

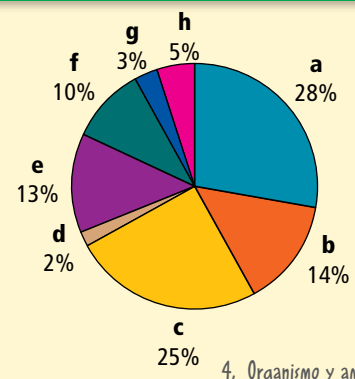
Biodiversidad de ecosistemas: heterogeneidad biogeográfica en una zona o región dada, por ejemplo las selvas tropicales húmedas y en los arrecifes coralinos. Los ambientes más heterogéneos ofrecen una mayor variedad y cantidad de recursos para que se establezca una comunidad de gran riqueza biológica.

Biodiversidad genética: este tipo de diversidad se estudia a nivel de una sola especie y está dada por el número de alelos diferentes que puede presentar y expresar esa especie, considerando su relación con el medio ambiente. Esta depende principalmente del grado de aislamiento reproductivo que tenga y de la selección natural que pueda estar a favor o en contra de la diversidad intraespecífica.

Actividad N°1 Aplicando los conceptos de biodiversidad

El siguiente gráfico representa la densidad de diferentes poblaciones de una comunidad, en relación a ello responde:

- 1 ¿Cuántas poblaciones constituyen esa comunidad?
- 2 ¿Qué población presentaría mayor densidad?
- 3 ¿Cuál sería la riqueza de esa comunidad?
- 4 ¿Qué especies serían las más dominantes?
- 5 De acuerdo a la dominancia y a la riqueza, ¿consideras que en esta comunidad tiene una gran riqueza biológica? Explica tu respuesta.



Taxonomía

¿Alguna vez has tocado en una banda escolar o escuchado a alguna? Los instrumentos musicales en una banda se colocan en diversos grupos: de metales, de percusión o de viento.

Piensa en el último vehículo de motor en el que viajaste. ¿Era un automóvil, un camión, un autobús o una camioneta? Cada uno de estos amplios grupos se puede subdividir en grupos mucho más específicos.

Por ejemplo, los instrumentos de viento incluyen clarinetes, saxofones y oboes. Los automóviles pueden ser tipo sedán, coupés o convertibles. Cuando se crea un nuevo instrumento musical, se puede colocar en la categoría adecuada en el sistema de clasificación. Lo mismo sucede con un nuevo vehículo de motor. Un sistema de clasificación es un orden lógico, ya sea de instrumentos, vehículos o cualquier grupo de objetos relacionados.

Así como los instrumentos musicales o los vehículos de motor se pueden clasificar, también se puede hacer con los organismos. Los biólogos clasifican los organismos en categorías llamadas taxa (singular, taxón); por tanto, la ciencia de la clasificación se llama **taxonomía**. Tal como un sistema de clasificación de instrumentos sirve para dar orden a una banda, un sistema de clasificación de organismos sirve para ordenar la gran diversidad de formas de vida y también como base para identificar aquellos poco conocidos. Nuevos organismos se descubren continuamente y pueden colocarse en taxa existentes o, si son únicos, se forma un nuevo taxón. Por ejemplo, la exploración reciente de cuevas marinas condujo al descubrimiento de más de 20 nuevos tipos de crustáceos.

Clasificar organismos no sólo implica ordenarlos, también es un medio lógico para nombrarlos.

Si quieres saber más sobre la taxonomía, visita el vínculo http://www.explora.cl/exec/cyt/preg_cientif/ficha.e3?id=80



Figura 4.2. Se pueden crear nuevos taxa con la finalidad de clasificar organismos recientemente descubiertos, como estos gusanos tubícolas marinos.

¿Por qué los nombres comunes no son adecuados para una clasificación?

Los nombres comunes son inadecuados para los propósitos de los biólogos. Por ejemplo, es probable que la palabra rana cree cierta imagen mental en ti, pero es imprecisa. Un biólogo necesita saber qué tipo de rana es. ¿Es una rana de las praderas, una rana arborícola o una rana toro?

Además, los nombres comunes varían de país en país y de un idioma a otro. Incluso pueden variar entre la gente que habla el mismo idioma. Por ejemplo, en el sur de Chile habitan pumas, sin embargo, algunas personas los llaman león de montaña.

Es evidente la necesidad de tener un nombre aceptado científicamente para cada organismo. Los nombres científicos se pueden usar para identificar un organismo en particular aun cuando los científicos que lo estudien no hablen un idioma común.



Figura 4.3. El puma es llamado *león de montaña* en muchas zonas de nuestro país.



Figura 4.4. La palabra rana se puede aplicar a una rana arborícola (A), una rana de las praderas (B) o una rana toro (C), aún cuando sean organismos muy diferentes.

Nomenclatura binomial

Muchos de los primeros biólogos diseñaron esquemas de clasificación. Aristóteles dividió los organismos en dos grupos: plantas y animales. En el sistema de Aristóteles las plantas se clasificaban sobre la base de su estructura y tamaño: hierbas, arbustos o árboles. Los animales se subdividían conforme a su hábitat: aire, tierra o mar.

Sin embargo, un sistema de clasificación debe tener la misma base para hacer todos los agrupamientos. En el siglo XVIII, **Carl von Linneo** desarrolló un sistema de clasificación que se basaba sólo en características estructurales.

De acuerdo con Linneo, cada tipo de organismo era una especie distinta. Si dos organismos tenían el mismo conjunto de características, pertenecían a la misma especie. Las diferentes especies con características similares se clasificaron juntas en grupos más amplios. Aunque Linneo pensaba que las especies eran invariables, que no evolucionaban, su decisión de agrupar



Figura 4.5. El gato salvaje *Felis sylvestris* (arriba) y el puma *Felis concolor* (abajo) pertenecen al mismo género.

organismos sobre la base de su estructura fue significativa. De hecho, muchos de sus agrupamientos todavía se usan hoy.

Linneo hizo un segundo aporte al estudio de la vida. Introdujo un sistema de dos partes para nombrar y clasificar organismos llamado nomenclatura binomial. En este sistema, a cada organismo se le asigna un nombre latino de dos palabras; la primera, un sustantivo, es el género al cual pertenece. La segunda palabra, un adjetivo, es su nombre específico. Juntos, género y nombre específico constituyen el nombre de la especie de un organismo. Género y especie son taxa diferentes. Un género es una categoría más amplia que una especie. Es decir, un género contiene muchas especies. Por ejemplo, los gatos pertenecen al género *Felis*, pero existen muchas especies de gatos. Un gato salvaje es *Felis sylvestris*, un ocelote es *Felis pardalis*, un puma es *Felis concolor* y un gato doméstico es *Felis catus*. Lo mismo sucede con los géneros de plantas. Los robles pertenecen al género *Quercus*. Un roble rojo es *Quercus rubra*, un roble blanco es *Quercus alba*. Observa que en el nombre científico, la primera letra del género se escribe con mayúscula, no así la primera letra de la especie. Los nombres de género y especie siempre se escriben en cursiva.

Un sistema de clasificación

Piensa de nuevo en la clasificación cotidiana de objetos tales como los vehículos de motor. En cualquier sistema, primero se suele asignar los objetos a categorías muy amplias. Los vehículos de motor pueden formar un grupo amplio de objetos que se usan para viajar. Otro de tales grupos puede estar formado por vehículos impulsados por el viento y los tirados por animales.

Conexión con la historia William Montague Cobb

Seiscientos esqueletos humanos puede sonar como algo de una película de horror, pero, en vez de ello, la colección era una importante herramienta de enseñanza del doctor William Montague Cobb (1904- 1990). Él usó los esqueletos para entrenar a más de 6.000 médicos durante los más de 40 años que trabajó como anatomista en la Escuela de Medicina de la Universidad Howard en Washington, D.C. Cada uno de los esqueletos, provenientes de cadáveres usados en el laboratorio de disección de la escuela, está documentado por raza, etnia y lugar de nacimiento. Esta documentación cuidadosa hace invaluable a la colección para el estudio de la anatomía comparada. El doctor Cobb fue especialmente bien conocido por su investigación sobre el crecimiento físico y desarrollo de los afroamericanos.

La experiencia del doctor Cobb en anatomía comparada puso su nombre en los encabezados de los diarios deportivos en la década de 1930. En esa época, Jesse Owens, una estrella afroamericana de pista, rompía marcas mundiales en las competencias atléticas universitarias. Él destacaba en las carreras de 100 y 200 metros, así como en el salto de longitud y otras competencias. Dos de las marcas que estableció se mantuvieron por más de 20 años. Algunas personas celosas de su triunfo argumentaban que Owens tenía una ventaja que ellos llamaban la habilidad atlética natural de los negros. Un argumento específico era que los negros tenían un hueso del talón (calcáneo) más largo, lo que les daba mayor apalancamiento. Después de realizar mediciones en forma exhaustiva, el

Después, más allá del grupo amplio, se puede asignar cada objeto en grupos cada vez más específicos. Por ejemplo, has visto que los automóviles comprenden subgrupos tales como los tipos sedán y los convertibles. Podrías clasificar los sedán como modelos de dos o cuatro puertas. Podrías agrupar aún más cada uno de éstos por tipo de motor. Con cada subdivisión, el objeto se clasifica en una categoría más específica. Dentro de cada subdivisión los miembros son más semejantes.

Taxa

Cuando un organismo se asigna a una especie, se clasifica de modo tan específico como sea posible. El género al que pertenece la especie es un **taxón** ligeramente más general porque muchas especies pueden ser miembros de dicho género. El sistema completo de clasificación incluye cinco taxa más, de un total de ocho.

Los ocho taxa forman una serie. El taxón más amplio es el **dominio** (Archaea, Bacteria y eukarya), lo sigue el **reino** (mónera, protista, fungi, vegetal, animalia). Los reinos se dividen en taxa cada vez más específicos. Éstos son, en orden, **filo, clase, orden, familia, género y especie**. En cada taxón se reduce el número de organismos del grupo anterior. Por tanto, el número de organismos incluido en cada taxón se hace más y más pequeño.



Figura 4.6. Sistema de clasificación.

El dominio es un taxa más general, por lo que contiene la mayor agrupación de organismos, en cambio la especie es la más específica y agrupa a la menor cantidad de individuos.

doctor Cobb concluyó que era trabajo duro y coraje, no características físicas, lo que estaba en el corazón de los notables logros de Owens.

En 1960, el doctor Cobb se preocupó porque los afroamericanos no tenían acceso a los hospitales en Washington, D.C., y la sociedad médica de la ciudad también era segregada. Él organizó y dirigió al equipo negociador que corrigió ambas injusticias. Como presidente de la Asociación Nacional para el Avance de la Gente de Color, de 1976 a 1982, el doctor Cobb continuó siendo campeón de los derechos civiles en la profesión médica y más allá.

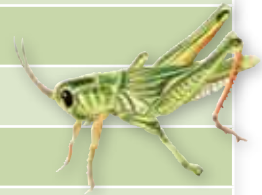
1. **Temas a debate:** las escuelas de medicina necesitan cuerpos para enseñar anatomía a sus estudiantes. ¿Cuáles crees que sean los pros y los contras de donar a una escuela de medicina los órganos o el cuerpo después de morir?
2. **Explora más a fondo:** ¿por qué crees que era tan molesto para Adolf Hitler, dictador de Alemania de 1933 a 1945, ver a Jesse Owens destacar en las Olimpiadas de Berlín?



La secuencia mencionada es una clasificación en su forma más simple. Pero, con frecuencia, la clasificación es más compleja porque cada uno de estos grandes grupos se puede subdividir aún más. Por ejemplo, cada filo se puede dividir en muchos subfilos. El filo al que pertenecen los vertebrados contiene tres subfilos, de los cuales uno es vertebrados. Una sola especie puede estar formada de muchas subespecies. A las subespecies a veces se les llama variedades o razas. Las varias razas de perros domésticos, por ejemplo, son todas subespecies.

En la siguiente tabla podemos observar dos ejemplos de clasificación: la de un ser humano y la de un saltamontes.

Taxón	Humano	Saltamontes
Dominio	Eukarya	Eukarya
Reino	Animal	Animal
Filo	Cordados	Antrópodos
Subfilo	Vertebrados	Invertebrados
Clase	Mamíferos	Insectos
Orden	Primates	Ortópteros
Familia	Homínidos	Locústido
Género	<i>Homo</i>	<i>Schistocerca</i>
Especie	<i>Homo sapiens</i>	<i>Schistocerca americana</i>



Actividad N°2 ¿Qué datos nos muestra un árbol genealógico?

Averigua en la biblioteca o en Internet y completa el siguiente cuadro con las categorías taxonómicas correspondientes.

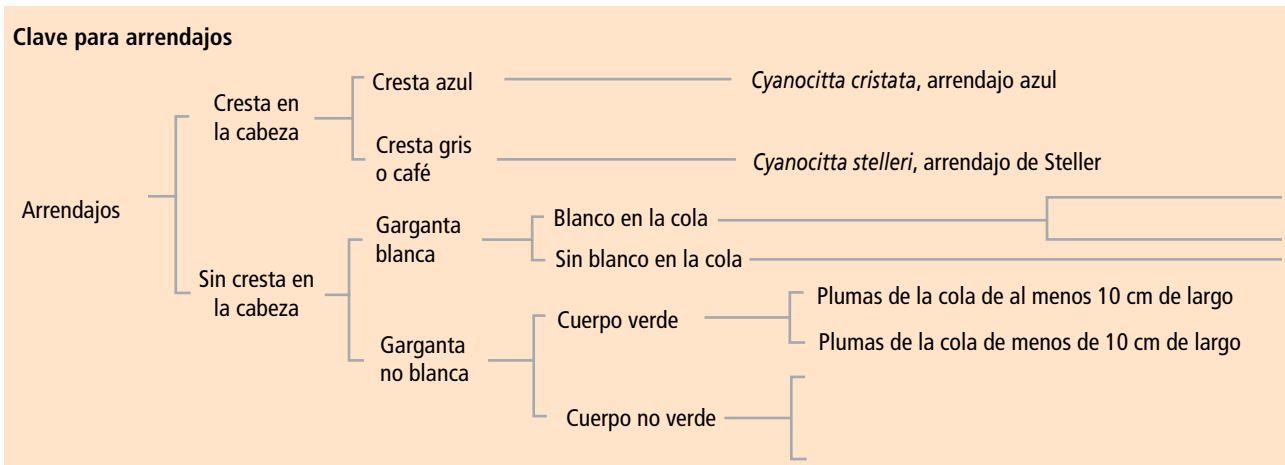
Taxón	Chimpancé	Abeja	Otro (a elección)
Dominio			
Reino			
Filo			
Subfilo			
Clase			
Orden			
Familia			
Género			
Especie			

Investiga: elaboración de una clave

Quieres identificar a un amigo en una muchedumbre. Lo haces buscando ciertos rasgos particulares que asocias con tu amigo. Si tu amigo tiene cabello rojo o es muy alto, primero puedes usar el color de cabello o su estatura para filtrar la muchedumbre y restringir tu búsqueda. Ésta puede ser una labor sencilla si la muchedumbre no es muy grande. Sin embargo, ¿si se te pidiera encontrar a una persona que nunca has visto antes? Esto complica un poco las cosas. ¿Cómo lo harías? Necesitarías una lista de sus rasgos para poder identificarla. ¿Cómo identifican los científicos un organismo con el que no están familiarizados? Utilizan casi la misma técnica que tú usarías para encontrar a una persona que nunca has visto. Los científicos se valen de una herramienta llamada clave biológica. Estos tipos de claves enlistan rasgos de cosas vivientes, lo que te permite identificar al organismo en cuestión con su nombre científico. Abajo hay un ejemplo de cómo podría verse una clave si intentarás identificar a un pájaro llamado arrendajo azul.



Figura 4.7. Arrendajo azul.



Problema

¿Cómo puedes diseñar una clave?

Hipótesis

¿Cuál es la hipótesis de tu grupo? Explica tus razones para formular dicha hipótesis.

Plan del experimento

1. En grupo, hagan una lista de posibles formas en las que pueden construir una clave para identificar por su nombre los objetos que les entregue su profesor.
2. Elijan una idea de la lista que elaboró el grupo.
3. Asignen responsabilidades dentro del grupo para las diversas tareas que se han de realizar.

Revisión del plan

1. Tu clave debe identificar todos los objetos que se le den a tu grupo.
2. Todos los objetos se deben identificar por nombre (o al menos por el nombre del propietario).

3. La clave para un objeto específico termina cuando se le asigna un nombre.
4. Ten en cuenta que el conjunto de rasgos en cada bifurcación de la clave tiende a ser opuesto a otro. Por ejemplo, la primera bifurcación en la clave que se observa en la página opuesta compara una cresta en la cabeza con su opuesto (sin cresta).
5. Una persona no familiarizada con los objetos usados por tu grupo debe ser capaz de usar tu clave y clasificar en forma correcta cualquier objeto de tu grupo.

Datos y observaciones

Realiza tu diseño al escribir una clave que identifique los objetos que se le dieron a tu grupo.

Análisis y conclusiones

1. ¿Qué se usa como base para diseñar cada diferente subcategoría o bifurcación en tu clave?
2. Prueba tu clave con otros grupos. Si funciona, ¿qué te dice esto acerca de su diseño? Si no funciona, ¿qué te dice esto acerca de su diseño?
3. Supón que todos los grupos en la clase comienzan con la misma cantidad de objetos. ¿Todas las claves podrían ser exactamente iguales? Explica. ¿Es adecuado decir que sólo una clave es correcta? Explica.
4. Explica el valor de una clave biológica.
5. Menciona varios ejemplos de cuándo las claves pueden ser herramientas útiles.

Más a fondo

Basado en esta actividad, diseña otra clave que también funcione para identificar los objetos que se te proporcionen.

Registra esta clave como parte de tu reporte del experimento.

Actividad N°3 Clasificación de organismos

Antecedentes:

El sistema de clasificación actualmente utilizado asigna los organismos a tres dominios y seis reinos. La separación de todas las formas de vida en estos seis reinos se basa en ciertas similitudes y diferencias entre ellos.

Inténtalo:

Buscando en libros y en Internet, agrupa los siguientes organismos dentro de su dominio y reino.

Dinophysis sp.

Laurencia sp.

Russula emetica

Ammonia tepida

Quercus alba

Salix alba

Canis lupus

Halococcus sp.

Pyrolobus sp.

Escherichia coli

Loxodonta africana

Picrophilus sp.

Amanita muscaria

Enterococcus faecalis

Giardia lamblia

Mallorca fungus

Felis catus

Staphylococcus aureus

Mycobacterium tuberculosis

Canis familiaris

Pinus contorta

Ginkgo biloba

Lapageria rosea

Plasmodium sp.

Schistocerca americana

Nothofagus pumilio

Hidra sp.

Amanita virosa

* En la ciencia de la Biología, en el caso de organismos de los cuales solo se identifica el género, pero no la especie, se usa poner a continuación del género la abreviación sp., lo que indica que corresponde a alguna de las especies que conforman dicho género”.

El árbol de la vida

Tres dominios:

BACTERIA

ARCHAEA

EUKARYA

Seis reinos:

Bacteria

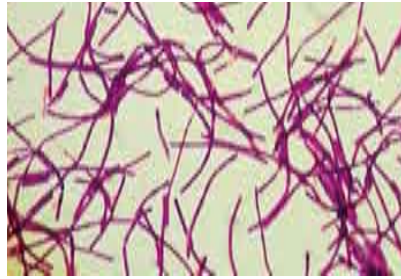
Archaea

Protista

Plantae

Animalia

Fungi



Esta bacteria con forma de barilla *Bacillus anthracis*, es un miembro del reino Bacteria. Es el patógeno causante del carbunco, una enfermedad del ganado vacuno y ovino que puede infectar a los humanos.

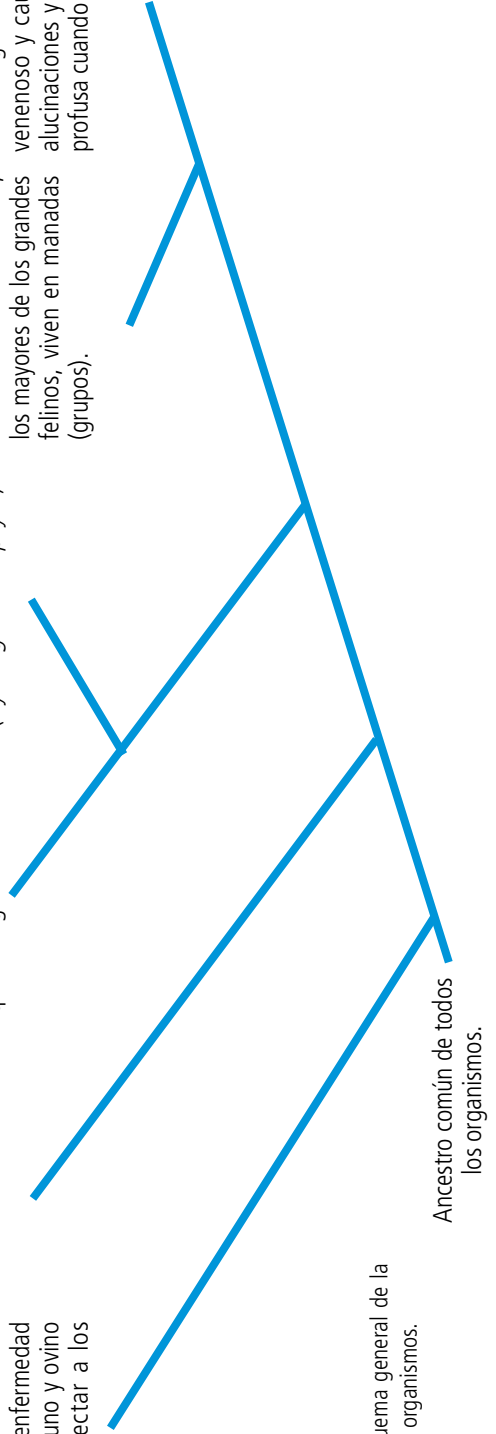
Estas archaeas (*Methanobacteria* (*Methanobacteria*), miembros del reino Archaea, producen metano.

Los protozoarios unicelulares (*Tetrahymena*) se clasifican en el reino Protista al igual que las algas.

El reino de las plantas incluye muchas formas bellas y diversas, como la hortensia (*Hydrangea macrophylla*).

Entre los miembros más fieros del reino animal, los leones (*Panthera leo*) son también los más sociables. Los leones, los mayores de los grandes felinos, viven en manadas (grupos).

Los setas y hongos como la llamada falsa oronja (*Amanita muscaria*), pertenecen al reino Fungi. Este hongo es venenoso y causa delirio, alucinaciones y sudoración profusa cuando se ingiere.



Ancestro común de todos los organismos.

Figura 4.8. Esquema general de la clasificación de los organismos.

Factores que determinan la biodiversidad

En Chile existen diferentes tipos de **comunidades**. En muchas partes del sur del país predominan los bosques, hacia al norte predominan las comunidades adaptadas a climas secos. Estos tipos de comunidades no se encuentran sólo en Chile. También los hay en todas partes del mundo: bosques en Escandinavia, pastizales en Argentina y desiertos en el norte de África. ¿Por qué algunos tipos de comunidades se encuentran sólo en ciertas partes del mundo? ¿Qué tienen en común estos lugares del mundo? Básicamente, comparten climas similares.

Clima

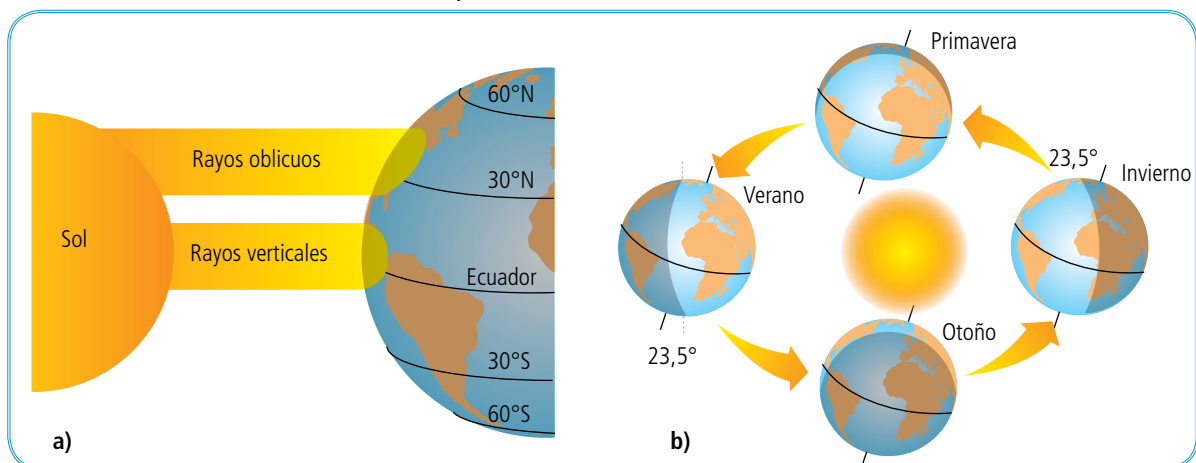
Los **climas** se caracterizan por muchos factores. Entre ellos están la cantidad y el patrón de **lluvias**, la **humedad** y los intervalos de **temperatura**. Estos factores están determinados por la **altitud**, la **latitud**, los patrones de los **vientos** y la **topografía** (características de la superficie).

Temperatura

El Sol es importante para los organismos no sólo porque proporciona la energía luminosa para la fotosíntesis, sino también porque calienta la Tierra a temperaturas a las que pueden vivir los organismos. Sin embargo, no todas las zonas del planeta reciben la misma cantidad de luz solar. Debido a la curvatura de la Tierra, el área cercana al ecuador recibe más energía luminosa por unidad de área que las áreas al norte y sur del mismo. Esto es un factor principal que determina las variaciones de temperatura y que influye notoriamente en la distribución de los organismos.

La inclinación de la Tierra y su órbita alrededor del Sol influyen en el ángulo en que se recibe la luz solar y, por tanto, en la temperatura, como se ve en la **Figura 4.9**. Por ejemplo, durante el verano, Chile está inclinado más cerca del Sol que en el invierno, de modo que recibe luz de manera más directa en el verano. Como resultado, las temperaturas son más altas en verano que en invierno.

Figura 4.9 La luz solar es cinco veces más intensa en el ecuador que en los polos porque la superficie de la Tierra es curva **a)** y porque su eje está inclinado **b)**. Las estaciones ocurren debido al eje inclinado de la Tierra y a su órbita alrededor del Sol. En julio es invierno en el hemisferio sur porque el polo sur está inclinado lejos del Sol. ¿Por qué durante enero el hemisferio sur es cálido?



Las diferencias estacionales de temperatura son mayores a latitudes más alejadas del ecuador. Tú sabes esto al comparar las diferencias estacionales de temperatura en el Punta Arenas en el sur y en Arica en el norte de nuestro país.

Las áreas tropicales, en el ecuador o cerca de él, reciben más o menos las mismas grandes cantidades de energía solar todo el año, lo que resulta en una cálida temperatura estable y sin cambios estacionales.

Precipitación

Las diferencias en temperatura influyen en los patrones de precipitación. La temperatura cálida ocasiona que el aire caliente se eleve porque es menos denso que el aire frío. Cerca del ecuador, donde el clima es más cálido, el aire caliente que se eleva lleva consigo una gran cantidad de humedad de los océanos. Conforme sube, comienza a enfriarse. Puesto que el aire más frío no puede retener tanta humedad como el aire caliente, la humedad se condensa y forma el agua de las lluvias. Las áreas tropicales reciben mayores cantidades de lluvia todo el año. Por otro lado, el aire frío que sube de los trópicos y pierde su humedad se dispersa luego a latitudes de 30° al Norte y Sur antes de descender. Cuando descende, está muy seco (ver **Figura 4.11**). Este aire seco es un factor en la formación de desiertos comunes a estas latitudes, como el desierto del Sahara al norte de África y los grandes desiertos que se extienden por gran parte de Australia. Los cambios en la temperatura y el contenido de humedad del aire también ocurren a otras latitudes. Dependiendo de las diferencias de temperatura en dichas latitudes, resultan diferentes patrones de precipitación y clima. En general, el aire se mueve del norte y sur del ecuador hacia los polos. Conforme la Tierra gira sobre su eje, produce patrones de viento en el aire que se mueve hacia los polos.



Figura 4.10. El desierto de Atacama es considerado el más árido del mundo. Indaga: ¿qué factores explican su existencia?

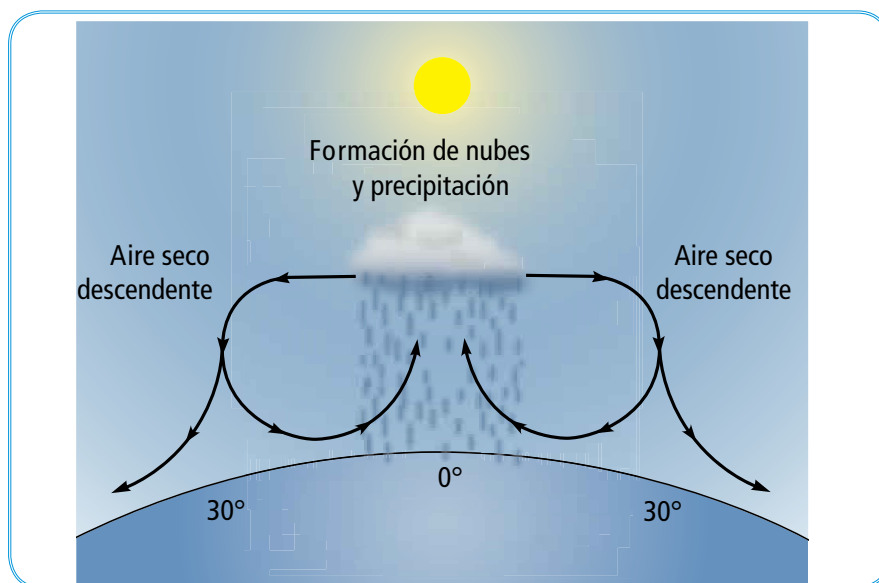


Figura 4.11. Los desiertos son comunes a latitudes de 30° norte y sur porque el aire descendente es muy seco.



Figura 4.12 El aire húmedo y caliente que sube por las montañas se enfría y forma lluvia. Los desiertos se forman del lado de sotavento de la montaña a medida que el aire seco desciende hacia la superficie y la calienta.

Topografía

La disposición de las montañas ilustra la importancia de la topografía en la determinación del clima. Las montañas pueden influir en los patrones de lluvia. Cuando el viento empuja el aire hacia las montañas, éste se fuerza hacia arriba a lo largo de las pendientes de las montañas. Cuando el aire se eleva, se enfría, y la humedad que contiene se condensa. La lluvia cae, como el agua que escurre cuando se exprime una esponja húmeda, en el lado donde sopla el viento. La lluvia puede ser suficiente para sustentar una comunidad boscosa. Para

cuando el aire frío desciende en el otro lado de las montañas, está seco. En este lado de las montañas la precipitación es poca, lo que da lugar a una comunidad desértica.

Viento, temperatura, altitud y latitud

Interactúan para producir climas similares en grandes extensiones de tierra alrededor del mundo. Estas grandes regiones geográficas se conocen como biomas. Cada tipo de bioma se caracteriza por formas similares de vida vegetal dominante, como pastos, coníferas o cactus.

Imagina la variedad de climas que hay en Chile, ya que su longitud le permite alcanzar varias latitudes y por otro lado presenta muchas regiones a grandes alturas dadas por la cordillera de los Andes y de la Costa.

Conexión con la literatura

*Una vez cayó un copo de nieve en mi ceja,
lo amé tanto que lo besé,
estaba feliz y llamé a sus primos y hermanos
y una red de nieve me engulló,
entonces llegué a amarlos a todos,
los apreté y se convirtieron en lluvia de primavera
y permanecí perfectamente de pie: era una flor.*

Nikki Giovanni (1943-) es una poetisa, escritora y conferencista afroamericana. Ella dice de la poesía y la vida en general: "Sólo pienso que las cosas deben significar algo y me confundo cuando no encuentro significado. Los humanos desperdiciamos mucho porque rehusamos reconocer que hay una posibilidad de orden y que las cosas tienen sentido y que podemos hacer un planeta mejor." Como puedes ver, Poema de invierno evoca no sólo la temporada invernal, sino el tranquilo paso del invierno a la pri-

Poema de invierno de Nikki Giovanni

mavera. Giovanni es afectada al orden expresado en la cita: "Para todo hay una época y un propósito bajo el cielo".

Poema de invierno sugiere el florecimiento del espíritu humano en el crecimiento de una nueva estación. También describe la aceptación y el desafío gozoso de los tiempos difíciles, como el invierno. En otro nivel, el poema describe no sólo el ciclo de las estaciones, sino el ciclo del cambio de fase del agua, de sólido a líquido. Esto, a su vez, tiene un efecto sobre el crecimiento de las plantas, lo que causa la renovación primaveral de la Tierra verde.

1. **Resuelve el problema:** ¿Qué crees que Giovanni da a entender cuando dice "los humanos desperdiciamos mucho..."?
2. **Explora un poco más:** ¿De qué manera afecta el ciclo de las estaciones al ciclo de vida de las plantas?

Biodiversidad en Chile

Debido a su ubicación geográfica, entre los 17° y los 56° latitud Sur, y a la gran variedad de climas, que van desde climas desérticos, pasando por climas templados, lluviosos, costeros, llegando hasta tener climas polares. Chile cuenta con una gran **diversidad biológica**. Existen muchas especies **endémicas** (sólo presente en este país) y autóctonas (originarias de este país). ¿Conoces alguna especie autóctona o endémica de nuestro país?

A pesar de ser uno de los países que más ha conservado su riqueza biológica (sólo se han extinguido tres especies) existen muchas especies que se encuentran en **peligro de extinción** y debemos proteger de la acción humana. El conocimiento del Patrimonio Biológico Nacional es una herramienta poderosa al momento conservar esta diversidad biológica.

¿Conoces cuáles especies están en peligro de extinción?

A continuación te presentamos la biodiversidad de Chile de acuerdo a la zona de distribución:

Zona norte

Esta zona que comprende las regiones de Arica-Parinacota, Tarapacá, Antofagasta, Atacama y Coquimbo, presenta dos ecosistemas muy diferentes, por un lado está la aridez del desierto y por otro lado está el altiplano. Estos dos ecosistemas nos permiten observar una gran variedad de flora y de fauna.

Es así como en esta zona se presenta cada cierto tiempo, el desierto florido, con varias especies vegetales como las ñañaucas y el azulillo, que cambian el paisaje de tonalidades café a una variedad de colores. Pero también la zona norte consta de vegetales nativos como el algarrobo, el tamarugo, el espino, el pimientito, etc.

Con respecto a la fauna, en esta zona destacan especies como las llamas, alpacas, vicuñas, guanacos, chinchillas y vizcachas. También existe una gran variedad de reptiles y aves como los flamencos.

Zona central

Abarca las regiones de Valparaíso, Metropolitana, Libertador General Bernardo O'Higgins (Rancagua) y del Maule (Talca).

En la zona centro, la flora se vuelve más abundante, ya que se ve favorecida por el clima mediterráneo, con estaciones muy marcadas, verano calurosos e inviernos con abundantes precipitaciones. Esta zona se caracteriza por tener bosques esclerófilos, con hojas gruesas y perennes, cuyos máximos representantes son el Boldo, el Litre y el Peumo. También se da el quillay, el roble, el belloto, el espino, el maitén, el molle, la palma chilena, etc.

La fauna nativa de esta zona destaca por la abundancia de insectos, como las mariposas y diversos coleópteros. Dentro de los mamíferos encontramos



Figura 4.13 Los cactus candelabros son típicos de la zona norte. Fotografía Parque Nacional Lluillaillo, Región de Antofagasta.



Figura 4.14 Los zorros los podemos encontrar en casi todo el territorio nacional. En esta foto se observa uno en el Parque Nacional La Campana, Región de Valparaíso.

el degú, el coipo, el zorro culpeo, la chilla, el gato montes, el quique, el puma, diversos roedores, entre otros. También existe una gran variedad de anfibios y aves.



Figura 4.15. A medida que avanzamos hacia el sur, la vegetación aumenta en tamaño y densidad.



Figura 4.16 Los pingüinos son animales característicos de la zona antártica.



Figura 4.17 Las gaviotas son aves típicas del litoral costero.



Figura 4.18 Una pareja de cóndores sobrevuela la precordillera andina.

Zona sur

Abarcan las regiones del BioBío, La Araucanía, Los Ríos, Los Lagos, Aisén, Magallanes.

Por la abundancia de precipitaciones se desarrolla una gran variedad de vegetales, más que en otras zonas del país.

Las especies vegetales nativas que habitan en esta zona son las araucarias, alerces, robles, ciprés de las guaitecas, el copihue, calafates, nalcas, entre otros. Más al sur los bosques aumentan en densidad y tamaño.

Entre la fauna se destaca el pudú, el huemul, el puma, la ranita de Darwin, el gato montés, el monito del monte, etc. También hay una gran diversidad de insectos, arácnidos, aves y anfibios.

Zona polar antártica

La Antártica Chilena posee la mayor reserva de agua dulce del mundo. Está cubierta, casi en su totalidad, por una gruesa capa de hielo de un espesor promedio de 2.000 metros, debido a las bajas temperaturas, la vida vegetal es muy escasa, solo se destaca la presencia de líquenes y musgos.

La fauna de la Antártica es rica en animales marinos. Entre ellos destacan los pingüinos (de Humboldt y de Magallanes) las focas, elefantes y lobos marinos.

Zona costera

Debido a lo largo de su zona costera, la fauna chilena tiene varios representantes que incluye leones marinos, lobos de mar, toninas, nutrias, ballenas y una gran diversidad de peces (merluza, congrio, jurel, etc), crustáceos (jaibas, langostas) y moluscos (loco, ostra, ostión, etc.). También abundan aves como los cormoranes, piqueros, pelícanos, etc. Es impresionante observar a las toninas acompañando a las embarcaciones, lamentablemente muchas suelen morir enredados en las redes o ser capturadas para utilizarlas como carnada para cangrejos y centollas.

Zona precordillera andina

La cordillera de los Andes abarca casi todo la extensión de Chile.

La fauna predominante está compuesta por aves, entre las que destacan el cóndor, el aguilucho, el halcón peregrino, la perdiz cordillerana y la tórtola cordillerana. En cuanto a los mamíferos, se pueden observar especies como el murciélago orejudo, la llaca (o yaca), la laucha andina, el ratón colilargo de los espinos, la vizcacha, el zorro culpeo y el colocolo.

Zona insular

Debido a su clima marítimo, en la isla de Juan Fernández se presentan alrededor de 200 especies vegetales únicas como el manzano de Juan Fernández, el coralillo, la col de Juan Fernández, el canelo de Juan Fernández, el naranjillo, la chonta, la luma de Masafuera, el Juan bueno, el mayu monte, el olivillo, la madera dura y diversos helechos trepadores y arbóreos y algunas especies animales endémicas como el picaflor de Juan Fernández y el lobo marino de dos pelos, el cachitoro, el cernícalo de Juan Fernández y el neque, entre otras.

En cambio la isla de Pascua es más subtropical y sólo posee alrededor de 46 especies nativas, destaca el árbol torito, la palma de pascua y tres especies de gramíneas.

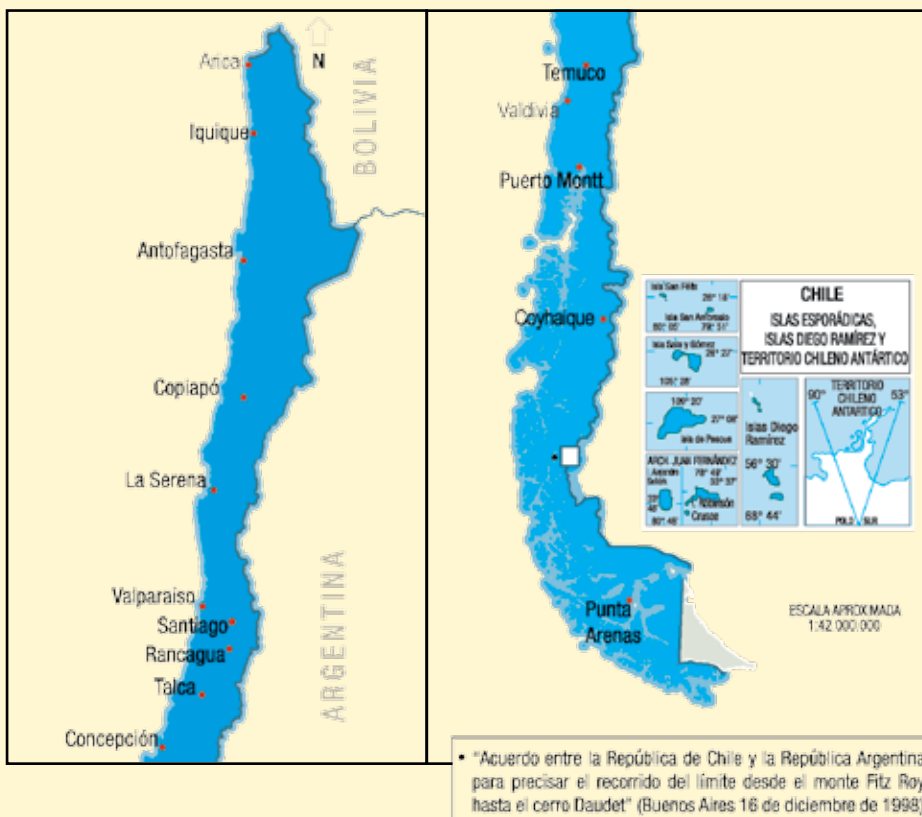
La fauna es muy pobre, principalmente existen especies animales introducidos como ratones, guarenes y lauchas, aves terrestres entre las que encontramos palomas, gorriones y tiuques. En el caso de los reptiles terrestres existen dos especies autóctonas. Sin embargo, la variedad que falta en tierra está en el mar. Es así que encontramos una gran variedad de aves, peces, corales y crustáceos.



Figura 4.19. La flora y fauna de la isla de Pascua es más escasa que la isla Juan Fernández por tener un clima subtropical.

Actividad N°4 Ubiquemos geográficamente a la flora y fauna de Chile

En un mapa de Chile, sitúa las especies presentadas en los cuadros de las páginas a continuación.



ALGUNOS REPRESENTANTES DE LA FAUNA CHILENA

Organismo	Hábitat	Imagen	Organismo	Hábitat	Imagen
Cóndor	Habita en las alturas de la cordillera de los Andes.		Zorro Chilla	Casi todo el territorio nacional.	
Pudú	De Chillán a Chiloé.		Huemul	Cordillera de los Andes entre Chillán y el Estrecho de Magallanes.	
Vicuñas, llamas, alpacas	Altiplano, zonas desérticas, secas y pedregosas.		Zorro Culpeo	Matorrales desérticos en la zona norte.	
Guanaco	Habita áreas desde el nivel del mar hasta alturas de 3.000 m app (I, II, y XII).		Puma	Zonas boscosas y cordilleranas de todo el país.	
Chinchilla	Zonas cordilleranas en terrenos secos y pedregosos.		Sapo de Darwin.	Bosques húmedos desde Biobío hasta Aysén.	
Lobo marino, lobo de dos pelos	Zona costera, en todo el país.		Picaflor de Juan Fernández	Isla de Juan Fernández.	
Flamenco de James	En el altiplano Andino, sobretudo en los salares a más de 3.000 metros de altura.		Carpintero	Desde el Biobío hasta el canal del Beagle.	

ALGUNOS REPRESENTANTES DE LA FLORA CHILENA

Organismo	Hábitat	Imagen	Organismo	Hábitat	Imagen
Abutilón	Matorrales húmedos de Valdivia.		Canelo	Desde el valle del Limarí a Cabo de Hornos.	
Chilco	De Coquimbo hasta Tierra del Fuego.		Coigüe	Desde Colchagua hasta Aysén.	
Cacto quisco	Desde Coquimbo hasta Santiago.		Espino	Entre Coquimbo y Concepción en estepas, cerros y llanuras.	
Ciruelillo	Entra Talca y Bío-bío.		Ulmo	VII a X región.	
Copihue	Desde Valparaíso a Osorno.		Palma chilena	Entre Los Vilos y Curicó.	
Helechos	Tierras húmedas centro y sur del país.		Colihue	Desde la región de Valparaíso hasta Aysén.	
Roble	Desde el río Aconcagua hasta Llanquihue y Chiloé.		Cactus chileno	Coquimbo	
Lenga	Principalmente en la IX región.		Araucaria	Zonas cordilleranas del sur.	

Recursos naturales

Son todos aquellos **factores bióticos** y **abióticos** que permiten al ser humano satisfacer múltiples necesidades, entre ellos tenemos los **recursos renovables** y **no renovables**. El ser humano debe tener la capacidad de utilizarlos sin sobreexplotarlos para no poner en riesgo el **equilibrio del ecosistema**.

Recursos renovables

Los recursos naturales renovables son aquellos que pueden mantenerse e incluso aumentar. Pueden ser usados una y otra vez, siempre que el hombre los utilice a conciencia y cuide de su proceso de regeneración. Entre estos recursos están las plantas, los animales y recursos "ilimitados" que se encuentran en gran cantidad como el agua, el suelo, el sol, etc.



Figura 4.20 El ganado es un recurso muy apreciado, además de constituir un recurso alimenticio también se utiliza en vestimenta, vivienda, decoración, etc. La madera es un recurso muy explotado debido a su uso no solamente en vivienda, sino también se utiliza para la elaboración de papel.

Recursos no renovables

Son aquellos que se encuentran de forma limitada y no se regeneran a menos que pasen por procesos químicos que demoran miles de años. Por lo tanto, a medida que el ser humano los utiliza, se van acabando, como el petróleo, el gas natural, el carbón, los minerales, etc.



Figura 4.21. Debido a la gran explotación de los recursos no renovables, como el petróleo y el carbón, éstos se están agotando considerablemente.

Equilibrio en el ecosistema

Todo ser vivo se relaciona con algún elemento de la naturaleza, puede ser otro ser vivo o algún elemento abiótico, como el suelo, el aire, el agua, etc. La vida depende de muchos de ellos. Algunos elementos están relacionados con el lugar donde habitamos, otros elementos se asocian a la alimentación y otros a las necesidades metabólicas de cada ser vivo. Todos esos elementos, que de alguna forma se relacionan, corresponden al **ecosistema**. Existen ecosistemas muy pequeños, como la raíz de un árbol, un charco de agua, pero también existen ecosistemas que abarcan grandes extensiones, por ejemplo, los lagos y los mares. Además de existir relaciones entre los elementos de cada ecosistema, también existen relaciones entre distintos ecosistemas. Es por ello que cualquier desequilibrio de alguno puede afectar a otros.

En la naturaleza, debe existir un **equilibrio dinámico**, es decir, que a pesar de fluctuaciones que pudieran existir, se deben mantener un número constante de plantas y animales en el tiempo.

Un ecosistema está en equilibrio cuando es estable, es decir, cuando no cambia o cambia muy poco con el tiempo. Para que un sistema esté en equilibrio no deben producirse grandes cambios en las condiciones ambientales (clima, suelo y agua), el número de individuos ha de mantenerse constante y no deben existir factores externos (contaminación, tala de árboles) que alteren el ecosistema.

Si por cualquier razón se rompe el equilibrio de un ecosistema, este puede desaparecer y ser sustituido por otro. Además, cualquier cambio puede llevar a otras alteraciones en un efecto en cadena.

Los principales protagonistas de estas alteraciones son los humanos, al matar especies nativas, introducir especies nuevas, al talar indiscriminadamente algún tipo de vegetación o al contaminar el medio ambiente, etc. Estas acciones pueden llevar a que alguna especie se extinga.

La acción humana ha alterado el ecosistema desde que la agricultura y la domesticación empezó a tener fuerza como actividad humana. Si bien en un principio esa alteración no era de mucha importancia, con el paso del tiempo se fue volviendo más dañina, hasta alcanzar los niveles de la época actual.

Hoy en día es urgente que el ser humano se dé cuenta de que también es parte del medio ambiente y aunque éste nos brinde muchos elementos que nos sirven para nuestro diario vivir, hay que ser prudente y utilizarlos sólo si es necesario y de forma mesurada.

A continuación estudiaremos los principales problemas que alteran el equilibrio del ecosistema.



Figura 4.22 ¿Cuáles crees que sean los mayores problemas ambientales que enfrenta la población humana hoy en día? ¿Qué tipos de acciones pueden emprender tú y tus compañeros de clase para ayudar a reducir la contaminación en tu comunidad?

Efectos directos e indirectos de la modificación del hábitat por la actividad humana

Los avances tecnológicos han permitido mejorar el estilo de vida de muchas personas, ¿te imaginas si no existiese la tecnología?

Lo más probable es que no podríamos viajar largas distancias. El automóvil, el combustible que utiliza y las autopistas por donde se desplaza son producto de la tecnología. También las fábricas, las plantas de energía, los trenes y los aviones. Los cultivos alimenticios de hoy crecen mediante técnicas agrícolas –que implican el uso de pesticidas, fertilizantes y maquinaria agrícola– que se aplican en casi toda tarea del campo, desde arar la tierra para plantar la semilla hasta cosechar el cultivo. La tecnología también se utiliza en la producción de televisores, la iluminación eléctrica, computadoras, teléfonos y muchos otros artículos que se consideran indispensables. Pero ¿qué precio hay que pagar por estas comodidades modernas?



Figura 4.23. El automóvil, por un lado ha mejorado nuestro nivel de vida, pero por otro, es uno de los causantes de la contaminación ambiental

Aunque mediante los avances tecnológicos en la agricultura y en la industria se ha logrado enriquecer y prolongar la vida de los humanos, también han sido el origen de subproductos indeseables. El escape de un automóvil o el humo de las fábricas de la ciudad pueden afectar al lago que admiras luego de viajar cientos de kilómetros. Los pesticidas que protegen el cultivo de maíz del daño de los insectos también afecta la salud de aves, peces y humanos que se alimentan con esta gramínea. El humo que producen los automóviles, las emisiones de las fábricas y los pesticidas son ejemplos de materiales que pueden causar contaminación del aire, el agua o el suelo a causa de los materiales liberados en el ambiente por el creciente número de humanos y sus actividades.

Problemas ambientales derivados de la acción del ser humano

Contaminación ambiental

Corresponde a la introducción en el medio (agua, suelo y aire) de un agente contaminante que pueda causar daño al medio ambiente.

Esta incorporación de elementos extraños o sobrelimitados generan otros efectos en el ecosistema. Por ejemplo la **bioconcentración**, en que los seres vivos pueden concentrar en su cuerpo los contaminantes absorbidos; bioacumulación cuando el contaminante que absorbió algún ser vivo es nuevamente traspasado a otro ser vivo a través de la cadena alimenticia; **Eutroficación**, proceso mediante el cual aumentan de manera exagerada los nutrientes en fuentes lacustres (lagos), principalmente por la incorporación de fosfatos contenidos en detergentes y abonos agrícolas, estos nutrientes hacen que las algas prosperen y crezcan con rapidez. La población de algas puede llegar a ser tan grande que finalmente consuma todos los nutrientes disponibles y comience a morir.



Figura 4.24. La quema de combustibles fósiles es la causa de la mayoría de los problemas de contaminación del aire actuales. ¿Cuántas de las comodidades modernas se basan en la quema de combustibles fósiles?

Deterioro de la capa de ozono

Ubicado en lo alto de la estratosfera se encuentra el **ozono**, molécula compuesta de tres átomos de oxígeno, capaz de absorber casi toda la radiación ultravioleta (UV) que llega a la Tierra desde el Sol. Dicha radiación puede ser muy peligrosa. La pequeña cantidad que penetra la capa de ozono ocasiona quemaduras y puede causar cáncer de piel y mutaciones en el material genético de las células expuestas a ella. La principal causa de ese deterioro son los **CFC**, clorofluorocarbonos.

Lluvia ácida

Mientras están en la atmósfera, las moléculas de agua entran en contacto con contaminantes del aire, normalmente con óxidos nitrogenados y de azufre provenientes del transporte y de fábricas. En la atmósfera, esos gases se mezclan con el agua formando soluciones ácidas que precipitan con la lluvia.

Efecto invernadero

Las moléculas de gas metano, vapor de agua, dióxido de carbono (CO₂), óxidos nitrogenados y CFC también afectan las temperaturas globales. ¿Cómo? Parte del calor de la luz solar es absorbido por los organismos y las cosas no vivientes sobre la Tierra, pero otra gran parte es irradiada de vuelta a la atmósfera.

Aunque parte de este calor escapa al espacio, el resto rebota en las moléculas de gas atmosférico y regresa a la superficie de la Tierra, calentándola.

Introducción de especies foráneas

La **introducción de especies foráneas** puede tener graves impactos sobre cualquier ecosistema, ya que alteran la estructura de las comunidades al competir con especies autóctonas. Puede darse el caso también de que una especie foránea no tenga depredador o competidor por lo que su densidad aumenta poniendo en peligro el equilibrio del ecosistema. Ese es el caso de los jabalíes. El jabalí forma parte de una de las tantas especies exóticas en nuestro país. Fue introducido desde Argentina y se puede encontrar entre la VIII y la XI región de nuestro país. Aunque no se considera una plaga propiamente tal, está dentro de las preocupaciones Servicio Agrícola y Ganadero.

Uso de pesticidas

El principal problema del uso de pesticidas es que además de matar las plagas que dañan las cosechas, también eliminan a aquellos organismos que son necesarios para el equilibrio del ecosistema. Por otro lado, muchas plagas, al tiempo, adquieren **resistencia genética**, es decir muchos individuos que componen la población poseen genes que hacen que el pesticida no sea tóxico para ellos y estos individuos aguantan la acción del pesticida sin morir.



Figura 4.25. El deterioro de la capa de ozono puede provocar que aumente el cáncer a la piel en las personas.



Figura 4.26. La introducción de especies foráneas puede alterar el equilibrio al competir con especies autóctonas de la zona.

Tala indiscriminada

La tala indiscriminada de bosques y la plantación de especies foráneas, normalmente de más rápido crecimiento, provocan un gran daño en el ecosistema. Muchas de estas especies introducidas acidifican la tierra provocando un gran daño ambiental, ya que algunas especies autóctonas no pueden crecer en ambientes muy ácidos. Por otro lado, la devastación del terreno puede producir **erosión** al dejar al suelo sin protección en contra el viento y la lluvia. Un suelo fértil que se ha erosionado demora años en recuperarse.



Figura 4.27. El humano ha sido el responsable de casi todos los incendios forestales de nuestro ecosistema.

Incendios forestales

Un incendio forestal es un fuego que pone en peligro o daño a las personas, la propiedad o el ambiente; se propaga sin control en terrenos rurales a través de la vegetación viva o muerta.

En Chile el principal origen de los incendios es el humano, y entre las causas más frecuentes están las quemas de desechos agrícolas y forestales, quema de basura, cigarrillos mal apagados y fogatas descuidadas. En febrero del año 2005, un gran incendio consumió más de 15.000 hectáreas en el Parque Nacional Torres del Paine. La causa principal fue el descuido de un turista al volcar una cocinilla de gas. Este es uno de los tantos ejemplos de despreocupación y descuido del ser humano con su medio ambiente.

Conservación y manejo sustentable de recursos naturales



Figura 4.28. Parque Nacional Torres del Paine. Región de Magallanes.

Después de muchos años dañando el medio ambiente, el ser humano ha empezado a tener conciencia de lo que ha provocado. Se han formado muchas agrupaciones en defensa del medio ambiente que han logrado que otros ciudadanos tomen diversas iniciativas para proteger su medio ambiente, a pesar de ello queda mucho por hacer.

La **Comisión Mundial para el Medio Ambiente y el Desarrollo**, establecida por las Naciones Unidas en 1983, definió el desarrollo sustentable como el *“desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer las capacidades que tienen las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades”*. Es decir, hay que utilizar los recursos pensando en el futuro.

En Chile, la participación ciudadana y el acceso a la información ambiental son parte constituyente de la Ley 19.300 de Bases Generales del Medio Ambiente.

Algunos parques protegidos en Chile son:

Parque Nacional Lauca (Región de Arica y Parinacota)

Reserva Mundial de la Biosfera comprende la precordillera y el altiplano del extremo noreste de la región de Tarapacá. Se caracteriza por una gran riqueza en flora y fauna, viven más de 130 diferentes especies de aves, además de las características vicuñas, vizcachas y cóndores.

Parque Nacional Pan de Azúcar (Región de Atacama)

Se encuentra principalmente en la II región, se caracteriza por una gran riqueza en flora y fauna, destacando la existencia de una colonia de pingüinos Humboldt.

Parque Nacional Bosque Fray Jorge (Región de Coquimbo)

Declarado por la UNESCO como Reserva Mundial de la Biosfera, presenta un fenómeno natural extraordinario: un bosque, tipo valdiviano, en una zona desértica costera. Debido a ello existe una gran variedad de flora y fauna, mucha de ella nativa.

Parque Nacional La Campana (Región de Valparaíso)

Ubicado en medio de la Cordillera de la Costa. Se caracteriza por poseer robles y uno de los últimos bosques de palma chilena, especie en peligro de extinción.

Parque Nacional Siete Tazas (Región del Maule)

Debe su nombre por las siete caídas de agua que presenta, existe una gran variedad de flora y fauna, caracterizada por la presencia de diversas especies de aves cantoras, tales como el zorzal y la tenca; grandes depredadores como el puma y el gato colo-colo; y dos especies de marsupiales: la yaca y el monito del monte.

Parque Nacional Puyehue (Región de Los Ríos)

Este parque cuenta con grandes bosques y una gran variedad de fauna compuesta por pumas, zorros, cóndores, entre otros.

Parque Nacional Laguna San Rafael (Región de Aysén)

Este parque alberga una rica variedad de aves, tanto marinas como terrestres, entre las que destacan los cisnes de cuello negro. También es posible observar toninas, lobos de un pelo, chungungos y elefantes marinos.

Parque Nacional Torres del Paine (Región de Magallanes y Antártica chilena)

Fue declarado Reserva de la Biósfera por la UNESCO en 1978. Entre sus especies más comunes están la mata barrosa, el calafate, la estepa y el coirón, capachitos y orquídeas. También existen pequeños bosques de lenga y coigüe. Entre los animales más comunes que habitan el parque están los guanacos, ñandúes, cóndores, pumas, zorros grises y culpeos, además de una gran variedad de aves que habitan principalmente en los lagos y lagunas.



Figura 4.29. Parque Nacional Pan de Azúcar. Región de Atacama.



Figura 4.30. Parque Nacional La Campana. Región de Valparaíso.



Figura 4.31. Parque Nacional Radal Siete Tazas. Región del Maule.

¿Qué podemos hacer para proteger nuestro medio ambiente?

Existen muchas acciones fáciles de realizar. Algunos cambios de hábitos nos permitirán proteger en alguna medida el medio ambiente:



Figura 4.32 Una de las medidas que podemos realizar diariamente es abrir el refrigerador sólo cuando sea necesario, limpiarlo periódicamente y poner botellas de agua para mantener la temperatura, así estarás ahorrando energía.

- Caminar, si las distancias son cortas no usar el automóvil
- No cocinar con leña en el interior de la vivienda, evitará enfermedades respiratorias y minimizará la tala de árboles.
- Comprar productos cuyos empaques o envases sean biodegradables.
- No arrojar basura en los terrenos baldíos ni en los arroyos.
- Reciclar y reutilizar elementos como las bolsas plásticas, los envases de vidrio y el papel aluminio.
- Apagar las luces en caso no las estés utilizando.
- Mantener los equipos electrónicos desenchufados si no se están utilizando.
- Preferir pilas recargables.
- Emplear combustibles menos contaminantes.
- Mantener en buenas condiciones artefactos eléctricos, después de algunos años son menos eficientes.
- Utilizar ampolletas y artefactos eléctricos de bajo consumo de energía.
- No malgastar el agua, arreglar goteras, darse duchas cortas.
- Plantar árboles.
- Si no usas bicicleta, prefiere el medio de transporte público, estarás contaminando menos.
- Evitar productos que contengan CFC.

Actividad N°5 ¿Cuál es tu grano de arena?

Si todos aportamos con pequeñas acciones podemos hacer una gran tarea. En relación a las acciones expuestas anteriormente, responde:

- 1 ¿Cuáles de esas acciones ya realizas?
- 2 Realiza una lista de otras acciones que podrías ejecutar para cooperar con el medio ambiente
- 3 ¿Existe algún programa en tu comuna o colegio a favor a la protección del medio ambiente?
- 4 Investiga en Internet sobre la importancia del Protocolo de Kyoto.

Energías alternativas

Una energía alternativa es toda aquella que pueda reemplazar a las energías actuales para evitar que estas se agoten y además amplíen su capacidad de renovación. Estas energías son:

Energía eólica: producida por el movimiento del viento, como por ejemplo los molinos. Se puede obtener a través de aerogeneradores, lamentablemente éstos no se pueden instalar en cualquier área, sólo en zonas de viento constante.

Biocombustibles: corresponden a combustibles derivados de vegetales como la caña de azúcar, la remolacha, la soja, etc. Brasil es el mayor productor mundial de etanol, combustible que se obtiene principalmente de la caña de azúcar. Se investiga su uso en busca de la disminución de emisiones de gases que contribuyen al efecto invernadero.

Energía solar: producida por la radiación solar, esta energía se aprovecha de mejor forma a través de paneles que absorben estas radiaciones. Este tipo de energía presenta varios usos en la vida cotidiana, por ejemplo: calefacción, refrigeración, hornos solares, cocinas, aire acondicionado, etc.

Gases en vertederos controlados: está en estudio la posibilidad de usar los gases de los vertederos con fines energéticos. El biogás producido por este proceso (llamado también gas de los pantanos, Klar-gas) es inodoro y arde con una llama azul sin humo. Esta energía es mucho más eficiente que el gas natural e incluso el de la gasolina tradicional.

Energía geotérmica: corresponde al uso del agua que surge bajo presión desde el subsuelo. La fuerza de ésta puede generar gran cantidad de energía, por ejemplo en la acción de generadores eléctricos para producir electricidad.

Hidrógeno: cuando el hidrógeno fluye a través de los compartimientos de la célula de combustible, reacciona con el oxígeno para producir agua y energía. El hidrógeno es una energía limpia y segura. El costo de producirlo es equivalente al precio actual de la gasolina.



Figura 4.33 La energía eólica es generada básicamente por un sistema de un rotor que gira a medida que pasa viento por este. En Chile se están efectuando diversas investigaciones para determinar las posibilidades de generar este tipo de energía.



Figura 4.34 Los colectores solares fotovoltaicos (también llamados paneles solares) están formados por un conjunto de celdas que producen electricidad a partir de la luz que incide sobre ellos. En Chile, la energía solar es utilizada preferentemente en la zona norte del país, en donde existe uno de los niveles de radiación más altos del mundo.

Laboratorio práctico

¿Cómo hacer un cultivo hidropónico?

Antecedentes

Un cultivo hidropónico sirve para cultivar verduras y vegetales ricos en vitaminas y minerales, de una manera limpia y sana.

Materiales

Necesitarás agua, arena, una solución de nutrientes*, un envase de plástico o de lata, una regadera, semillas de diferentes vegetales o verduras, clavos, martillo, bolsa de plástico negra, cascarilla de arroz, piedra pómez.

El lugar que escojamos para hacer el huerto hidropónico debe estar bajo la luz del Sol por lo menos seis horas al día; estar protegido de niños pequeños, mascotas, vientos y lluvias fuertes; no estar cerca aguas contaminadas o basureros. Los materiales deben estar limpios.

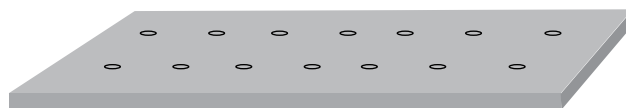
¡A trabajar!

Recuerda de controlar algunas variables que pueden afectar tu experimento, cantidad de agua, luz, temperatura, etc.

- 1º Hacer algunos agujeros con los clavos y el martillo, en el recipiente de plástico o la lata.
- 2º Forrar el recipiente, por dentro, con la bolsa de plástico negra. Debe quedar bien sujeta por fuera del borde, puedes utilizar algún tipo de adhesivo para sellarla.
- 3º Las mezclas de sustratos que podemos usar son las siguientes:
 - Una parte de cascarilla de arroz + una parte de piedra pómez molida.
 - Una parte de cascarilla de arroz + una parte de arena de río.
 - Dos partes de cascarilla de arroz + una parte de arena de río + una parte de piedra pómez.

Siembra

Si la planta es de crecimiento fuerte como el cilantro, frutilla, zanahoria, etc., la siembra se realiza de forma directa; pero si es débil, primero se siembra en semilleros y después es transplantada. Este es el caso del perejil, lechuga, tomate, cebollín, acelga, etc.



Especificaciones técnicas para los cultivos

Especies que necesitan ser transplantadas	Especie	Distancia entre plantas (cm)	Tiempo de germinación (días)	Tiempo de trasplante (días)
	Acelga	20	12	21
	Apio	20	20	33
	Brócoli	25	7	21
	Cebollín	8	10	33
	Espinaca	17	8	20
	Lechuga	17	5	21
	Perejil	12	15	23
	Tomate	30	6	20

Especies de siembra directa	Especie	Distancia entre plantas (cm)	Tiempo de germinación (días)	Profundidad (cm)
	Pepino	30	5	3
	Melón	30	6	3
	Sandía	40	8	4
	Zanahoria	10	18	0 a 1
	Rabanito	5	4	2

Para hacer un semillero necesitas una caja de madera, en ella colocarás el sustrato humedecido, lo nivelarás con una tabla, luego con un palo realizarás unos surcos en dónde sembrarás las semillas.

Posteriormente taparás las semillas con una capa delgada de sustrato y con papel periódico. Se debe mojar el papel dos veces al día. Después de un tiempo podrá ser transplantado al recipiente donde seguirán creciendo hasta su cosecha. El trasplante debe hacerse casi al atardecer.

La siembra de las especies de crecimiento fuerte es similar a la transplantada pero el sustrato es más profundo.

Riego y nutrición

Se debe regar a la planta en la mañana (7 A.M) con agua con nutrientes seis días y al séptimo con agua pura.

***Nutrientes:** la fórmula más recomendada para 20 litros de agua es:

15 g de nitrato de potasio, 3,5 g de fosfato mono amónico, 13,5 g de nitrato de calcio, 10 g de sulfato de calcio, 6 g de sulfato de magnesio 1 g de sulfato ferroso.

- En caso que no te haya resultado, analiza bien las variables que pudieron haber afectado los resultados.
- Realiza un informe de tu cultivo hidropónico.
- Averigua sobre el método de raíz flotante en el sitio web:
www.elmejorguia.com/hidroponia/Base.htm

Ciencia, biología y sociedad

¿Sabías qué...?



De acuerdo a un estudio, los pescados y mariscos podrían desaparecer para el año 2048. La pérdida de biodiversidad marina se acelera y el 29% de las especies marinas que los humanos consumen han colapsado. Si

esta tendencia continúa, en un plazo de 30 años, habrá muy poca o nada de comida proveniente del mar.

Fuente: Revista Science, 3 de noviembre 2006.

¿Sabías qué...?



En febrero de cada año, los playeros rojizos de Tierra del Fuego realizan un impresionante vuelo de 15.000 Km hasta el Ártico.

Esta maniobra la realizan haciendo una escala en la bahía de Delaware, en donde descansan y se alimentan duplicando su peso. Lamentablemente su principal alimento, cangrejos herraduras, han disminuido por ser utilizados como carnada en los cultivos de caracol. Por lo que estas aves han descendido de 68.000 en 1985 a 17.000 en 2007.

Fuente: Revista National Geographic, Abril 2008.

¿Sabías qué...?



A finales de los años 90, alrededor de 150.000 Demonios de Tasmania merodeaban en las costas y bosques de Australia, pero un cáncer contagioso y fatal que deforma rápidamente la boca, la cara y el cuello de su víctima ha diezmado a la mitad de la población.

Fuente: Revista National Geographic. Noviembre 2006.

¿Sabías qué...?



La selva amazónica es la mayor extensión de bosque primario del planeta y en ella viven el 50% de las especies vegetales y animales conocidas, y 220.000 indígenas de 180 pueblos diferentes.

Pero está desapareciendo a un ritmo alarmante. Este aumento se debe a un nuevo agente de deforestación, que se suma a la actividad maderera ilegal, y que se ha agravado durante los últimos años: la plantación de soja transgénica en zonas de selva previamente deforestadas.

Fuente: extracto del artículo "Arrasando la Amazonia en nombre del progreso".

<http://biodiversidad.ecoportal.net/content/view/full/60506>

CHILE, UNA ZONA CRÍTICA DE LA BIODIVERSIDAD MUNDIAL

Un equipo de científicos ingleses y norteamericanos develó cuáles son los sectores críticos repartidos en el mundo que, con ricos ecosistemas, son los más afectados por la pérdida de flora y fauna nativas. Entre ellos se encuentran las zonas central y norte de nuestro país. “Si bien es cierto que los esfuerzos conservacionistas son incapaces de atender a todas las especies amenazadas, al menos es posible identificar aquellos puntos que merecen inmediata atención y crear una política ‘bala de plata’, que concentre acciones en esos lugares”, señalan los expertos en el trabajo publicado en la revista *Nature*.

Las zonas de Chile mencionadas se encuentran dentro de esta categoría, situándose como punto clave para enfocar en ellas las políticas conservacionistas. La investigación fue realizada por la Universidad de Oxford y el grupo Conservación Internacional, de Estados Unidos.

Para realizar el estudio se basaron en el trabajo del ecólogo británico Norman Myers, quien había reconocido la existencia de los llamados “puntos calientes de la biodiversidad”, los que cubren una pequeña zona del planeta y presentan un alto porcentaje de variedad de especies. “El concepto de puntos calientes puede transformar un problema grave en una oportunidad de realizar iniciativas focalizadas, más fáciles de administrar con menor presupuesto”, afirma Myers, quien también participó en la reciente investigación.

Estos sectores cubren el 1,4% de la superficie terrestre y acogen al 44% de las especies vegetales y al 35% de los animales vertebrados. “El principal criterio para definir estos puntos es la presencia de plantas endémicas. El sector debía tener un 0,5 por ciento de plantas como especies endémicas, alrededor de 1.500. Ellas son el elemento central, ya que son vitales para la supervivencia de la mayor parte de los organismos vivos”, explica la bióloga Cristina Mittermeier, coautora de la investigación.

En la zona central de Chile existen cerca de dos especies vegetales endémicas por cada 100 kilómetros cuadrados, alcanzando un total de 1.605 plantas, junto a 91 vertebrados. “El valor de esta región es importantísimo”, afirma la investigadora. “Las cifras revelaron que más del 46% de las plantas que allí existen no se encuentran en ningún



otro lugar del mundo y por ello su pérdida sería irreparable. Representan dos tercios de todas las especies de Chile. Es una concentración excepcional de biodiversidad para un área tan pequeña”.

Uno de las especies endémicas es la *Avellanita bustillosii Phil*, arbusto de los bosques esclerófilos de la cordillera de la Costa en la zona central de Chile. Este arbusto presenta escasas poblaciones naturales por lo que es considerado una especie en peligro.

De acuerdo con Cristina Mittermeier, las principales amenazas que sufre esta zona son la degradación del hábitat, uso no sostenible de los bosques nativos, incendios forestales, sobre pastoreo, adaptación para la agricultura e invasión de especies extrañas.

Científicos de todo el mundo han señalado que la crisis ambiental que vive en la actualidad nuestro planeta es comparable sólo con la desaparición de los dinosaurios hace casi 70 millones de años. Lamentablemente, a pesar de que existe un consenso mundial acerca de la gravedad de la situación, aún no se ha resuelto cuál es la mejor estrategia para impedir que más y más especies sigan desapareciendo.

1. ¿A qué se debe que los científicos se interesen en este lugar como algo de gran valor?
2. Según lo leído, ¿cómo puedes concluir “biodiversidad”?
3. ¿De qué manera la introducción de especies extrañas pueden influir en la biodiversidad del lugar? Fundamenta.

Lectura científica

TEMAS A DEBATE

En competencia: ¿peces o represas?

A mediados de la década de 1970, la construcción de una represa de 120 millones de dólares en el río Tennessee, en la zona sur de Estados Unidos, se detuvo a causa de un pez de sólo 8 cm de largo. Este pez, llamado perca amarilla, no era gran cosa; de hecho, se le había pasado por alto durante siglos. Sin embargo, amenazaba cancelar el proyecto de construcción de una represa que proporcionaría energía hidroeléctrica a una gran zona de Tennessee y también la creación de un lago que aumentaría las oportunidades recreativas para los residentes y visitantes del estado.

“¿Pez o represa?”, se leía en los encabezados de los diarios de Estados Unidos. Los ambientalistas y los no ambientalistas tomaron sus respectivas posiciones en una de las primeras pruebas de la Ley de Especies en Peligro aprobada por el Congreso en 1973. La ley establecía como ilegal que una especie en peligro fuese “matada, cazada, coleccionada, acosada, dañada, perseguida, blanco de disparos, atrapada en trampas, herida o capturada”. Además, ofrecía protección al hábitat amenazado de tales especies, el área vital que una especie necesita para sobrevivir.

Poco después de que la Ley de Especies en Peligro entró en vigencia, los científicos descubrieron que la perca amarilla sólo vivía en una parte del río Tennessee ya programado para ser inundada por la construcción de la represa. Los esfuerzos de los ambientalistas triunfaron al lograr que la perca amarilla fuese declarada como especie en peligro de extinción. A pesar de las protestas, la Suprema Corte de Estados Unidos detuvo la construcción de la represa, pero sólo por un tiempo.

Se construye la represa Los constructores de la represa convencieron a sus representantes en el Congreso para aprobar una enmienda especial que eximiera a esta represa particular del cumplimiento de la ley. Se construyó la represa y algunas percas amarillas fueron llevadas a otro río. Las necesidades de energía eléctrica, de un mayor suministro de agua, de recreación y de empleos se antepusieron a las necesidades de un pequeño pez.

Búhos contra leñadores En 1987, otro pequeño animal ganó espacio en las noticias. El búho manchado del Norte



estaba amenazado por la pérdida de su hábitat en los antiguos bosques del Pacífico noroccidental.

Las compañías madereras querían continuar explotando estos bosques. Los leñadores temían perder sus empleos si se le daba preferencia legal al búho manchado del Norte sobre sus necesidades de empleo e ingreso. Los ambientalistas intentaron generar apoyo para el búho con la venta de réplicas del ave hechas de resina, destacando en ellas sus grandes ojos oscuros. Los leñadores reaccionaron con camisetas con leyendas que afirmaban “Amo a los búhos manchados... en sándwich” y “Salva a un leñador. Come un búho”. Los empleos estaban en riesgo y los leñadores furiosos porque los “forasteros” amenazaban su forma de vivir y su sustento.

Con el objetivo de capitalizar los sentimientos de los leñadores y sus familias, el presidente Bush hizo en 1992 una dura campaña en el área. Amenazó con no firmar una renovación de la Ley de Especies en Peligro. Como muchas personas, el Presidente creyó que era tiempo de darles más importancia a las personas que a los animales, aun cuando estuvieran en peligro. Algunas personas pensaron que era tiempo de reescribir la ley para incluir aspectos económicos que permitan pasar por alto la preservación de las especies.

La Cumbre de la Tierra Iguales sentimientos surgieron en la primera Cumbre de la Tierra, realizada en 1992 y a la que asistieron representantes de todo el mundo. Los esfuerzos de los países desarrollados, como Estados Unidos, por dictar prácticas de conservación fueron vistas con desdén por los

países en desarrollo. Después de todo, razonaron. Estados Unidos prosperó con la explotación de sus bosques y demás recursos naturales. A estos países les parecía una actitud hipócrita que Estados Unidos impidiera a otros utilizar la misma ruta hacia la industrialización y la prosperidad.

Protección y economía Los científicos ambientalistas intentan mostrar a las personas que la preservación del ambiente también beneficia a las personas en términos monetarios. Un investigador del Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT) recientemente concluyó un estudio que debilita el argumento “empleos contra ambiente”. El profesor Stephen Meyer observó la relación entre empleos y regulación ambiental en cada estado entre 1982 y 1989. Aunque esperaba encontrar una relación negativa, los resultados fueron todo lo contrario: **la protección ambiental y el desarrollo económico se apoyaban mutuamente.**

Algunas compañías estadounidenses también descubrieron que podían ahorrar dinero al proteger el ambiente. Por ejemplo, una gran corporación comenzó a tomar medidas para prevenir la contaminación en 1970, las cuales se tradujeron en grandes ahorros: 670 millones de dólares en 20 años.

Protección de la selva tropical En la actualidad, la atención del público se enfoca en las selvas tropicales de Sudamérica y Asia que abarcan sólo siete por ciento de la superficie de la Tierra, pero en donde vive al menos la mitad de todas las especies de plantas y animales. Por desgracia, están desapareciendo a una tasa de aproximadamente 70.000 km² al año. Se talan para practicar la agricultura de subsistencia y crear pastizales para ganado. Irónicamente, la tierra es útil para pastar y cultivar sólo durante pocos años, pues la mayoría de los nutrientes de las selvas tropicales se encuentra en la abundancia de plantas, no en el suelo. Cuando las plantas se talan o queman, el suelo que queda es deficiente en nutrientes esenciales, como los minerales. Después de dos o tres años de cosechas se agotan los pocos nutrientes que hay en el suelo, por lo que ya no soporta más cultivos. De modo que los campesinos se ven forzados a talar más selva, con lo cual continúa el ciclo de destrucción.

La mejor forma de preservar la selva tropical es que las personas las usen de manera productiva sin destruirla. Algunos esfuerzos, como la recolección de ciertas nueces de árboles de selva tropical y el acopio y prueba de plantas tropicales para uso médico, están en marcha justo ahora. Al



menos 1.400 plantas tropicales pueden contener sustancias activas contra el cáncer. Además de su uso medicinal, las selvas tropicales también pueden contener nuevos tipos de alimentos que ayuden a alimentar a un mundo hambriento. Los científicos creen que las selvas tropicales contienen más de 4.000 especies de frutos y vegetales comestibles. Sólo una pequeña parte de los cuales se cultiva hoy en día.

Muchos científicos han leído en el registro fósil un futuro trágico para las especies de plantas y animales de la Tierra; si la pérdida de organismos en peligro se acelera, creen que es posible la extinción en masa.

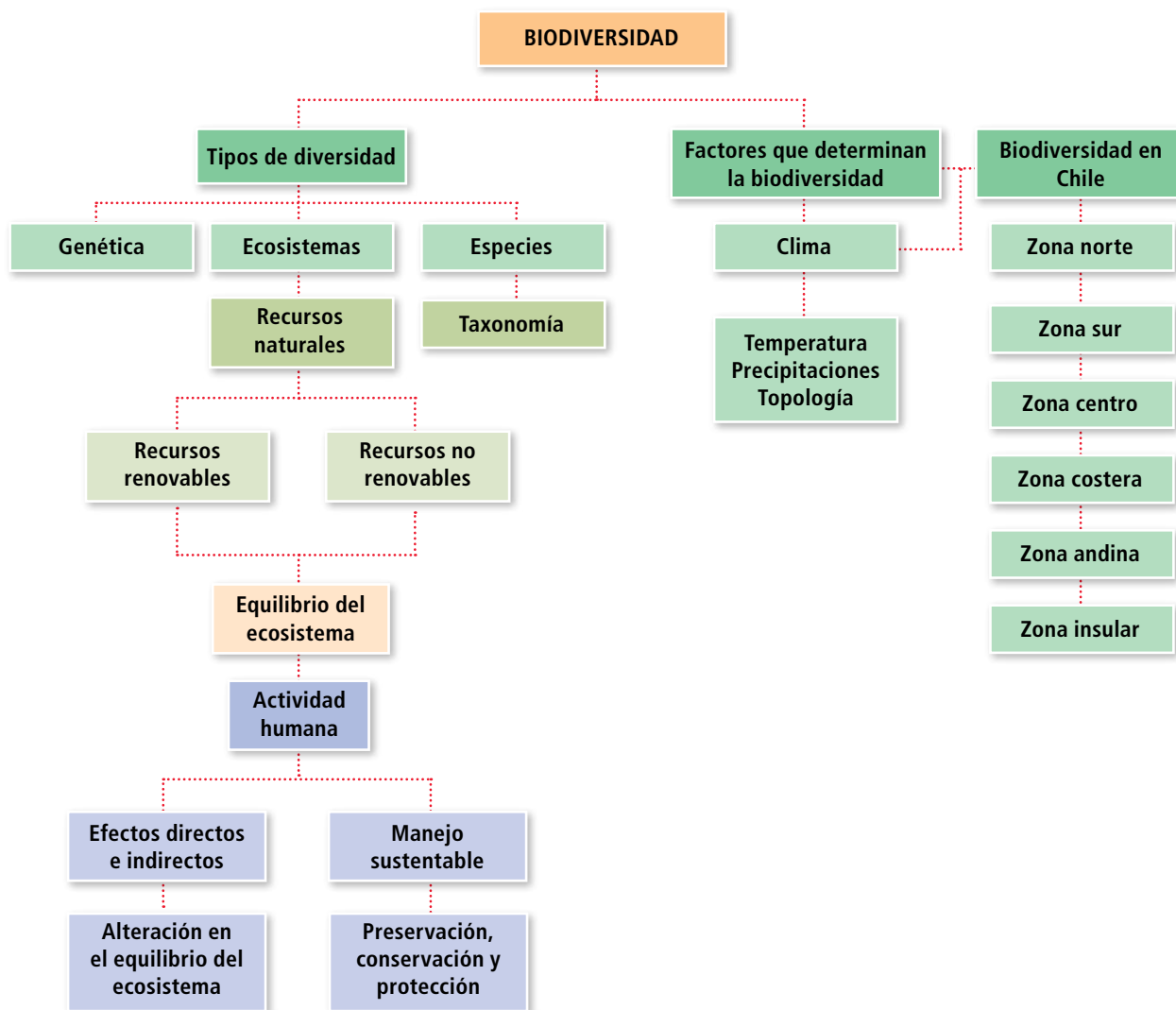
- 1. Comprensión del debate:** ¿Qué respuesta darías a los brasileños que insisten en que su país tiene el derecho de usar sus recursos en la forma que quiera?
- 2. Resuelve el problema:** Imagina que eres senador por una región en la que los leñadores perderían sus empleos si el búho moteado estuviese protegido por ley. ¿Cómo podrías salvar al búho y también los empleos de los leñadores?

Fuente: Oram, Raymond F. *Biología Sistemas vivos*. Editorial McGraw-Hill, México D.F., 2007. Cap. 14, pág. 384-385.

Glosario

- **Biomasa:** peso seco total de toda materia orgánica en diferentes niveles tróficos.
- **Ecosistema:** relación de una comunidad de organismos que interactúan con su ambiente.
- **Factor abiótico:** factor ambiental físico o químico, como el agua, la temperatura, el clima, que influye en la composición y crecimiento de un ecosistema.
- **Factor biótico:** relaciones entre los seres vivos que habitan una comunidad.
- **Población:** organismos de la misma especie que habitan un área y un tiempo en común.
- **Abundancia relativa:** es el parámetro que mide la proporción de individuos de una especie en el total de individuos de la comunidad.
- **Biodiversidad:** diversidad de ecosistemas, de especies o alélica.
- **Biodiversidad de ecosistemas:** variedad de ecosistemas en un área determinada.
- **Biodiversidad de especies:** variedad de especies en un área determinada.
- **Biodiversidad genética:** variedad alélica en una población o área determinada.
- **Clima:** conjunto de los valores promedios de las condiciones atmosféricas que caracterizan una región determinada.
- **Comunidad biológica:** conjunto de poblaciones que comparten un área y un tiempo en común.
- **Contaminación:** incorporación de elementos extraños o que exceden el límite causando daño al ambiente.
- **Ecosistema:** conjunto de factores bióticos y abióticos en un área determinada.
- **Equilibrio ecológico:** equilibrio de los factores bióticos y abióticos en el medio ambiente.
- **Especie:** conjunto de organismos que pueden reproducirse y generar descendencia fértil.
- **Manejo sustentable:** capacidad de utilizar los recursos naturales de una forma eficiente sin desgastarlos.
- **Población:** conjunto de organismos de la misma especie que habita un área y un tiempo en común.
- **Recursos renovables:** recursos naturales que pueden regenerarse o que están en cantidades ilimitadas.
- **Recursos no renovables:** recursos naturales que se agotan en la medida que son utilizados.
- **Riqueza:** número de alelos, de especies biológicas o de hábitats distintos.
- **Taxonomía:** parte de la ciencia que estudia el sistema de clasificación de los seres vivos.

Mapa conceptual



Síntesis

La **Biodiversidad** corresponde a la variedad de elementos en la naturaleza. Esta variedad se puede dar a nivel **genético**, de **especies** o de **ecosistema**. En el caso de las especies para poder conocer y ordenar la amplia gama de especies, se creó la **taxonomía**. Parte de la ciencia que permite clasificar a las diversas especies. En relación con los **ecosistemas**, éstos se forman por **elementos bióticos** y **abióticos**. Los factores que determinan la diversidad principalmente están relacionados con el clima e incluyen la **topografía**, la **temperatura** y las **precipitaciones**. Esos factores hacen que varíe la diversidad en todas las

partes del planeta Tierra. En Chile, debido a su ubicación geográfica, se da mucha diversidad como resultado de la variedad de climas.

El ecosistema nos da la oportunidad de obtener **recursos naturales**, pero lamentablemente estos recursos que debieran estar en un **equilibrio dinámico**, están siendo afectados por la acción del humano y alterando el medio ambiente produciéndole mucho daño. Es labor del ser humano reparar este daño a través del **manejo sustentable** de los recursos y de tener una conciencia que proteja el medio en que habita.

Evaluación

LENGUAJE DE LA BIOLOGÍA

Redacta una frase utilizando los siguientes conceptos. Puedes utilizar más de uno a la vez.

- Manejo sustentable
- Recursos renovables
- Recursos no renovables
- Taxonomía
- Especie
- Población
- Comunidad
- Equilibrio ecológico
- Biodiversidad
- Ecosistema
- Clima
- Contaminación
- Riqueza
- Abundancia relativa
- Biodiversidad genética
- Biodiversidad de especies
- Biodiversidad de ecosistemas

COMPRENSIÓN DE CONCEPTOS

- 1 Explica por qué dos organismos clasificados en la misma familia también deben estar en el mismo orden.
- 2 **Pensamiento crítico:** ¿qué características estructurales asignan a los humanos, gatos y perros en los mismos taxa hasta el nivel de clase? ¿Qué características asignan a los humanos en un orden diferente al de gatos y perros?
- 3 Explica por qué los nombres comunes de los organismos no son aceptables desde el punto de vista científico.
- 4 ¿Cómo se relacionan los nombres de género y especie de los organismos?
- 5 ¿Crees que existan varias subespecies dentro de *Felis Catus*? Explica.
- 6 Los organismos de la siguiente lista son todos animales; basado en tu conocimiento común de ellos, ubícalos en tres filos diferentes. No se espera que uses términos técnicos: hormiga, almeja, cuervo, langosta, pulpo, cerdo, tiburón, caracol, araña, tortuga.
- 7 La ameba tiene muchas características en común con los animales mencionados en la pregunta 6. ¿Por qué no se clasifica en el mismo reino?
- 8 Los tiburones rayas y mantas tienen esqueletos internos de cartílago. ¿Cómo ayuda esta característica a los taxónomos para asignar dichos organismos en los taxa correctos?
- 9 **Temas a debate:** el cóndor California es una especie de ave en peligro de extinción, pues sólo sobreviven 39 individuos. Con enormes gastos, estas aves fueron capturadas y se han criado en cautiverio con buenos resultados. ¿Se debe invertir dinero para salvar a las especies en peligro de extinción? ¿Por qué?
- 10 **Laboratorio del pensamiento:** ¿qué rasgos tienen en común los reinos Animal y Hongos? ¿Cómo puedes separar a los organismos en sus reinos correctos?
- 11 **Laboratorio:** se encuentra que un organismo es un consumidor y se puede mover. ¿Estos rasgos serán suficientes para clasificarlo en el reino correcto? ¿Por qué?
- 12 ¿Los miembros de diferentes géneros podrían aparearse y producir descendencia fértil? ¿Podrían aparearse los miembros de diferentes subespecies?
- 13 **Explica:** ¿Cómo se podrían explicar las características similares de dos especies diferentes como el tigre y el guepardo?

14 Dada la siguiente tabla, responde las preguntas que se encuentran a continuación:

Taxón	Elefante americano	Elefante asiático	Mamut lanudo	Mastodonte americano
Reino	Animal	Animal	Animal	Animal
Filo	Cordados	Cordados	Cordados	Cordados
Subfilo	Vertebrados	Vertebrados	Vertebrados	Vertebrados
Clase	Mamíferos	Mamíferos	Mamíferos	Mamíferos
Orden	Proboscídeos	Proboscídeos	Proboscídeos	Proboscídeos
Familia	Elefántidos	Elefántidos	Elefántidos	Mastodóntidos
Género	<i>Loxodonta</i>	<i>Elephas</i>	<i>Mammuthus</i>	<i>Mastodos</i>
Especie	<i>Loxodonta africana</i>	<i>Elephas maximus</i>	<i>Mammuthus primigenius</i>	<i>Mastodon americano</i>

- ¿Cuáles son los elementos que separan al mastodonte de las otras especies?
 - ¿Cuáles son los elementos que separan al mamut de los elefantes?
 - ¿Qué tienen en común el elefante africano y el asiático? ¿Por qué constituyen especies diferentes?
- 15 ¿Qué relación tiene la genética y la evolución con la biodiversidad?
- 16 ¿Por qué el equilibrio de los recursos naturales puede alcanzarse con un manejo sustentable?
- 17 Construye una clave con las siguientes especies animales: Oso, león, ser humano, gato, perro, chimpancé, gorila, lobo.
- 18 ¿Qué opinas de la introducción de aves exóticas a nuestro país? ¿Crees que puede afectar al equilibrio del medio ambiente?
- 19 Averigua en Internet, ¿qué animales y vegetales han sido introducidos en Chile?
- 20 Realiza una lista de acciones que podrías hacer en tu colegio para cooperar con la protección del medio ambiente.
- 21 ¿De qué forma la latitud y altitud de una región puede afectar la diversidad de especies y de ecosistemas?

Solucionario

UNIDAD 1

Laboratorio de análisis

1. Se implantó en el útero de ratas con diferentes rasgos, células embrionarias de una rata cuya descendencia debería ser blanca.
2. La rata donante es blanca.
3. La rata receptora N°1 es de color gris y la N°2 es blanca con manchas negras.
4. La respuesta debe estar orientada a que ambas ratitas deben ser blancas, porque el material genético que está en el núcleo de la célula embrionaria implantada codifica para un pelaje blanco.

Laboratorio del pensamiento

1. En la acetabularia la información genética que está en el núcleo difunde hacia el citoplasma permitiendo la regeneración rápida del sombrerillo.
2. En primera instancia la información contenida en el núcleo transplantado no alcanzó a difundir hacia la zona donde se regenera el sombrerillo, por lo que se usó la información genética inicial que estaba en el citoplasma. En segunda instancia sí alcanzó a difundir la nueva información genética controlando la morfogénesis del capuchón.
3. Este experimento permitió establecer por un lado que la información genética estaba en el núcleo y por otro, que esta información podía difundir desde el núcleo al citoplasma.

Actividad N°1

1. El perro 78 y el pepino 14.
2. No. Acá podemos ver que el genotipo del gato es menor que el del algodón.
3. No. Podemos ver en la tabla que un roble que es de gran tamaño tiene la misma dotación que el arroz.
4. Se estima que compartimos alrededor del 98% de la secuencia genética con los gorilas.
5. No. Acá podemos ver que el genotipo del ser humano (de mayor complejidad) es menor al del tabaco, al del perro y al del chimpancé.

Actividad N°2

- I.
 1. Sí, porque si no hubiera control del ciclo celular. Primero las células se podrían dividir ilimitadamente o en cambio el proceso podría detenerse con lo que no habría crecimiento ni regeneración celular.
 2. Podría generarse algunos tumores y llegar a expandirse y producir cáncer.
 3. La apoptosis, es un proceso en que la célula evita la proliferación ilimitada y se autoelimina.
 4. Los virus, el tabaco, hidrocarburos contaminantes, radiaciones, etc.
 5. La apoptosis o "muerte celular programada" es una forma de suicidio celular, que ocurre de manera fisiológica durante la morfogénesis, la renovación tisular y en la regulación del sistema inmunitario. Al fallar este mecanismo se pueden producir tumores que pueden desencadenar un cáncer.

II.

1. Porque existe la probabilidad de que las radiaciones hayan afectado el crecimiento de algunas células y la p53 funciona bloqueando el ciclo celular si el ADN está dañado, para evitar los tumores.
2. Podrían producirse tumores.
3. Porque la p27 es una proteína que detiene el ciclo celular para evitar la proliferación de células alteradas que pueden causar cáncer. Si ese nivel está bajo quiere decir que hay una mayor probabilidad que continúe el ciclo celular.

Figura 1.17

1. Las flechas rojas representan una división de células normales y las flechas azules corresponden a divisiones de células alteradas.
2. Se podría producir un cáncer.
3. Gracias a este mecanismo se puede detener la proliferación de células alteradas que podrían causar cáncer.

Actividad N°3

1. **A.** Fase G1, **B.** Fase S, **C.** Fase G2, **D.** 1ª división meiótica, **F.** 2ª división meiótica
2. La fase S de replicación del material genético.
3. Porque a pesar de haber una división el material genético, los cromosomas en E son dobles. En lo que difieren en la serie de cromosomas, mientras en A hay 2n en E sólo hay n.

Actividad N°4

1. La división exacta se produce gracias al ordenamiento de los cromosomas homólogos en la metafase I.
2. La reducción del número sucede también durante la primera división meiótica en la telofase, ya que cada los cromosomas homólogos se separan y se distribuyen en cada célula hija.
3. Permite mantener el número constante de material genético tras la fecundación. Si no existiera, los cromosomas aumentarían al doble al unirse el espermatozoide con el ovocito.

Actividad N°5

	Ovogénesis	Espermatogénesis
Lugar de desarrollo	Ovarios.	Testículos.
Gametos funcionales	Sólo 1, ya que 3 polocitos se desintegran.	4
Duración	Comienza con el desarrollo fetal, pero se detiene el proceso en profase I, hasta la pubertad en que se desprende un ovocito en cada ciclo menstrual, aquí se concluye la primera división meiótica y se inicia la segunda. La ovogénesis no se completa hasta la fecundación, si es que ésta ocurre. Concluye normalmente en la menopausia.	Comienza a partir de la pubertad y continúa durante toda la vida del macho. Duración aproximada de 65 a 75 horas en la especie humana.
Tipo de células resultantes	Haploides.	Haploides.
Fases	Proliferativa, crecimiento y de división.	Proliferativa, crecimiento, de división y diferenciación.

Actividad N°6

1. Corresponderían a los gametos, femenino o masculino que se forman gracias a la meiosis. Si diferenciamos una célula con 10 cromosomas, estas no tienen cromosomas homólogos, por lo que serían haploides, en cambio las células con 20 cromosomas tendrían los pares de cromosomas homólogos y serían diploides.
2. La respuesta es abierta, pero debe estar orientada a la selección natural y a la capacidad de sobrevivencia. Por ejemplo, si las condiciones climáticas o ambientales cambiaran y el paisaje se volviera blanco, los animales de color oscuro serían presa más fácil de los depredadores, por lo que los animales de color blanco podrían sobrevivir más.
3. 1° Cromosomas se condensan, 2° Se juntan los cromosomas homólogos y se aparean, 3° Cambian segmentos de genes (crossing over); 4° Se alinean los cromosomas homólogos al azar en la zona ecuatorial; 5° Se separan los homólogos y migran a los polos; 6° Se separan. Al separarse, la célula disminuye el número de cromosomas a la mitad.

Pensamiento crítico:

- 1° Ordenamiento de cromosomas, pero en pares homólogos en la zona ecuatorial.
- 2° Separación de los pares homólogos, no de las cromátidas. El ordenamiento al azar es muy importante para que las combinaciones genéticas varíen.

Lectura científica. Biotecnología

1. Enlace con la salud:

Porque la médula espinal al igual que el cerebro puede producir respuestas ante los estímulos del medio, como por ejemplo el movimiento y locomoción. Un daño puede causar la parálisis de diferentes zonas de nuestro cuerpo, hasta de músculos respiratorios causando inmediatamente la asfixia.

2. Enlace con la medicina:

Respuesta abierta de opinión personal.

3. Enlace con la genética:

El GM-1 podría estimular la regeneración de las neuronas lesionadas y causar la formación de otras nuevas.

Lectura científica. Envejecimiento

Exploración adicional

Los radicales libres son átomos o grupos de átomos que tienen un electrón (e) desapareado en capacidad de aparearse, por lo que son muy reactivos. Un grupo limitado es beneficioso por la capacidad de eliminar agentes patógenos, pero el aumento puede producir el envejecimiento prematuro. Los berries son antioxidantes que ayudan a eliminar esos radicales libres.

Enlace con las matemáticas

281.474.976.710.656

Enlace con los estudios sociales

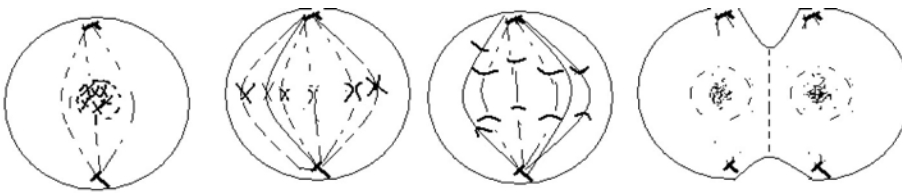
Respuesta abierta. Lo importante es que esté bien fundamentada.

Tema a debate

Respuesta abierta. Lo importante es que esté bien fundamentada.

Evaluación Unidad 1

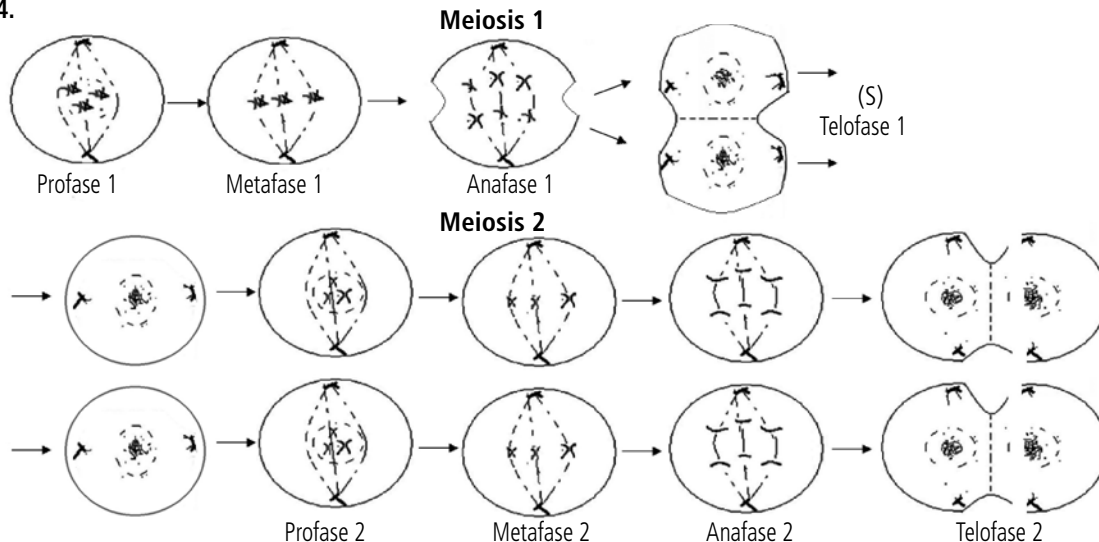
1.



2. El material genético disminuiría a la mitad, por lo que no sería viable.

3. A medida que la célula crece, la relación entre su superficie y su volumen disminuye, puesto que el volumen aumenta proporcionalmente más que la superficie. Esto limita a la célula porque le faltará superficie para intercambiar sustancias con el medio circundante.

4.

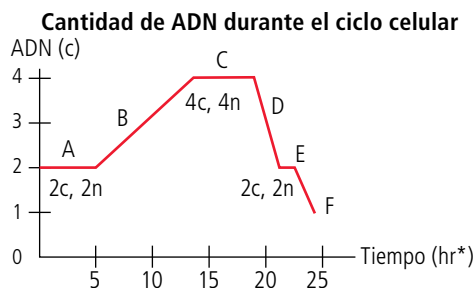


5. Podría generarse una mutación o bien reproducirse continuamente con moscas de alas cortas hasta obtener el fenotipo esperado.
6. Logra transmitir la misma cantidad de información a la descendencia por lo que la especie se mantiene.
7. Se explicaría si durante la metafase la célula no repartiera los cromosomas en forma equitativa.
8. Indica que el control celular depende de otros elementos del medio circundante, al cambiar el medio ya no estaría el elemento que detiene la replicación.
9. Operaría sólo la mitosis y sus descendientes tendrían el mismo material genético que su madre. Los que resultan de la fecundación son diferentes porque hay genes tanto del padre como de la madre.
10. Las células hijas producidas por mitosis tendrían 4 cromosomas homólogos de cada tipo y las células hijas producidas por meiosis tendrían 2
11. En los procariontes la reproducción es solamente asexual en cambio en células eucariontes puede ser sexual y asexual. En los procariontes no podría ocurrir meiosis porque los organismos procariontes son asexuados.
12. La mitosis se detiene ya que la célula no podría producir el huso mitótico.
13. No se usa porque, durante la interfase ocurren varios eventos como la duplicación de los cromosomas, la célula está gastando mucha energía.
14. Porque en muchos casos las neuronas no se pueden regenerar.
15. La estructura sería una célula con muchos núcleos.
16. La sección A, debido a que en la punta de la raíz que es la zona apical se encuentra una mayor cantidad de hormonas vegetales.
17. Los centriolos, el citoesqueleto, las mitocondrias, el núcleo celular.

18. I. El gráfico corresponde a la mitosis debido a que presenta sólo una división manteniendo la misma cantidad de ADN al final.

II. A: G1, B: S, C: G2, D: Mitosis y E: G1

III.



* Los tiempos son relativos debido a que varían incluso dentro de la misma especie.

19. B, D, A, C

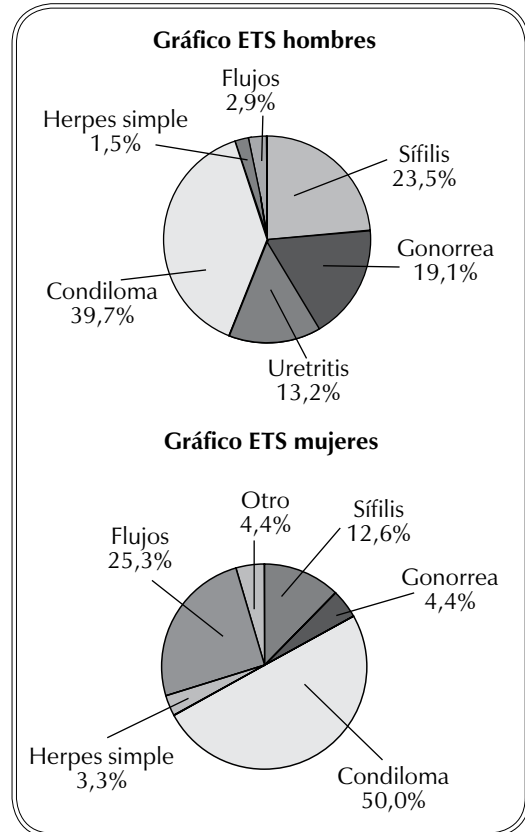
UNIDAD 2

Laboratorio de lectura y reflexión

Respuestas abiertas de debate y discusión.

Laboratorio de análisis

1. Por lo general los hombres resultan más afectados que las mujeres en las E.T.S. Sin embargo, de acuerdo a esta estadística, esto es al revés. Pueden haber diferentes variables que estén actuando, por ejemplo, uso de preservativo, la anatomía del sistema reproductor femenino es más susceptible que el masculino, etc.
2. Tanto en hombres como en mujeres la ETS más frecuente es condiloma.
- 3.



4. 5. y 6. Respuestas abiertas. La idea es que estas respuestas lleven a un diálogo.

Actividad 1

1. Sólo los pollos del segundo y tercer grupo crecieron y se desarrollaron.
2. La presencia y ubicación de los testículos.
3. La relación está en que los testículos producen hormonas del desarrollo sexual.
4. No interesa la ubicación de las glándulas, pero sí su presencia, ya que las hormonas pueden viajar por la sangre.
5. Las características sexuales del ser humano también son originadas por hormonas producidas en las gónadas y cualquier alteración en ellas, puede influir en el desarrollo sexual de la persona.
6. Inyectándole nuevamente los testículos o reemplazar las hormonas faltantes en la dieta.

Actividad 2

Ovulación

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14

Menstruación

Período fértil

- Desde el 26 de noviembre al 2 de diciembre.
- Para una mayor prevención, porque el espermatozoide puede vivir 3 a 4 días y el ovocito 1 a 2.
- Porque el día de la ovulación puede variar por lo que puede haber error en identificar el periodo fértil.
- Los métodos hormonales evitan que el óvulo madure y sea liberado, esto se basa en el uso de gestágenos, que son hormonas sintéticas de acción similar a la progesterona, que evita la ovulación.
- Métodos de barrera junto a espermicidas; Ritmo, Billing y temperatura.
- Por que puede haber un leve riesgo de infertilidad si dañara el útero.

Actividad 4

- Después de un desequilibrio la primera balanza se equilibró nuevamente y la segunda aumentó el desequilibrio.
- La primera balanza correspondería a la retroalimentación negativa y la segunda a la positiva.
- La mayoría las sustancias necesitan estar en equilibrio para su buen funcionamiento, en cambio el desequilibrio es importante sólo en algunos casos.

Actividad 5

- Aumenta su longitud.
 - El crecimiento no sigue aumentando y experimenta una leve baja. Pudo haber sido por una saturación de giberelina.
 - Se debería dejar de proporcionar giberelina.
 - La giberelina aumenta en la zona apical al proporcionarla en forma artificial. El crecimiento se manifiesta, pero hasta un punto en que se puede saturar y no crecer más.

Actividad 6

- Existen hormonas que influyen en el mantenimiento del embarazo: la progesterona y el HCG deben aumentar para mantenerlo.
- Su diagnóstico se basa en la baja concentración de las hormonas progesterona y HCG.
- Cuando los niveles de progesterona aumentan pero en poca cantidad podría producirse un embarazo ectópico.
- La progesterona, ya que esa hormona mantiene el embarazo al tener en buenas condiciones el útero para la implantación y desarrollo del embarazo.
- La HCG tiene funciones parecidas a la HL, ya que ésta deja de producirse al haber embarazo.
- Porque la progesterona aumenta debido a que empieza a producir la placenta.
- Porque la progesterona se produce en todo el ciclo sexual de la mujer no sólo en el embarazo.

Lecturas científicas

Respuestas de opinión personal y discusión.

Evaluación Unidad 2

- Una fruta madura libera etileno que se propaga al medio y acelera la maduración de los frutos.

- Los bonzai se deben podar en zonas estratégicas, donde existan hormonas de crecimiento, así se evitará que las ramas crezcan.
- Se deben cortar las zonas donde existan más hormonas que estimulan el crecimiento, al disminuir la cantidad de hormonas como las auxinas se demorará el crecimiento, en este caso se debe podar las yemas de ramas laterales.
- La planta tenderá a crecer hacia arriba independientemente de la posición en que esté, esto se debe a la ubicación de las hormonas de crecimiento que presentan dominancia apical.
- Pueden ocasionar la muerte porque evita que la planta regenere sus células o que sus frutos no maduren. Porque necesitan mayor temperatura para actuar más eficientemente.
- La fecundación humana es interna, así el mismo cuerpo protege a los gametos y al cigoto al formarse.
- Permite una mayor variabilidad en la especie por lo que también aumenta la capacidad de adaptación.
- En el embarazo la FSH debe disminuir para evitar otra ovulación. Esa disminución es producida por el aumento de progesterona, si tenemos más FSH, es por que hay poca progesterona, que es la responsable de mantener el embarazo. Por lo tanto, se podría producir un aborto.
- En un ciclo menstrual normal, la progesterona actúa por retroalimentación negativa, porque cuando va aumentando se desencadena una serie de eventos que la hacen disminuir. En el embarazo es necesario mantenerla en índices altos para proteger el embarazo por lo que experimentaría retroalimentación positiva.
- La adrenalina se produce principalmente en situaciones de estrés en que la persona tiene que estar más alerta ante alguna situación de peligro. En este momento aumenta los latidos cardíacos y por ende el flujo sanguíneo, las células hepáticas regulan los niveles sanguíneos de la mayoría de los componentes y también convierten el glucógeno en glucosa para poder obtener energía que requiere la musculatura esquelética en caso de moverse más rápidamente.
- aumento del latido cardíaco y la presión arterial: adrenalina.
 - estimulación del metabolismo de hidratos de carbono y grasas: tiroxina, insulina
 - infertilidad en varones: LH, FSH, testosterona.
 - infertilidad en mujeres: LH, FSH, estrógenos.
 - fallo en mantener un equilibrio de presión osmótica entre las células y el fluido o la sangre circundantes: vasopresina.

12. El exceso de insulina puede llevar a que la persona le baje demasiado la Glicemia por lo que le faltará energía para hacer sus actividades normales.
13. El hipotálamo manda un factor que estimula la producción de ACTH por la adenohipófisis, la ACTH estimula a la corteza suprarrenal para que secrete cortisona. Para que ocurra una disminución de esta última, el hipotálamo no debe producir el factor que estimulará a la adenohipófisis.
14. La ADH o vasopresina.
15.
 - a. Se debe inhibir la secreción de vasopresina. Para ello se debe dejar de estimular la neurohipófisis para que deje de secretar vasopresina.
 - b. No porque hay vías más cortas y otras más largas de retroalimentación.
Por ejemplo, si se produce en gran cantidad una hormona que es secretada directamente de la hipófisis, como la oxitocina o la vasopresina, sólo se deja de estimular a la hipófisis para que no secrete más de esa hormona. Pero en caso que sea la progesterona, se puede dejar de estimular más glándulas para conseguir el resultado (hipotálamo, hipófisis, o el ovario mismo).
 - c. No debe inhibirse la acción de la glándula que secreta la hormona.
16. La leche materna posee todos los nutrientes que el niño necesita y además transfiere los anticuerpos de la madre al bebé, por lo que estará protegido mientras esté amamantando. Si no ingiere leche materna, la probabilidad de enfermarse es mayor.
17. Todas las especies de mamíferos producen leche. Pero su composición varía según los requerimientos de cada especie. La leche entera de la vaca no contiene (de forma natural) suficiente vitamina E, hierro ni ácidos grasos esenciales. Por otro lado, contiene excesivas cantidades de proteínas, sodio y potasio, que pueden dañar los riñones inmaduros del infante. Además, las proteínas y la grasa en la leche de la vaca entera resultan más difíciles de absorber para un bebé que las de la leche materna. La leche condensada puede ser más fácil de digerir debido al tratamiento de la proteína, pero sigue sin ser nutricionalmente adecuada. Además se debe considerar que hay niños intolerantes a la lactosa o alérgicos a uno o varios constituyentes de la leche de vaca.
18.
 - a. La mujer no ovula porque la alta concentración de progesterona en la sangre es detectada por la hipófisis que reduce la producción de FSH y LH, hormonas que estimulan la ovulación.
 - b. Cuando el nivel de estrógenos en la sangre aumenta, el hipotálamo lo detecta. En un proceso de retroalimentación, la respuesta del hipotálamo provoca que la hipófisis reduzca la producción de FSH y aumenta la producción de LH. Este aumento de concentración de LH en la sangre conduce a la ovulación.
 - c. El cuerpo lúteo se descompone por que el nivel de progesterona que sostiene las paredes uterinas disminuye.
 - d. Fase postovulatoria, donde el nivel de progesterona es mayor.
 - e. No habrá maduración del ovocito.
19. Puede existir una relación con la producción de calcitonina que es una hormona producida por la tiroides y que regula los niveles de calcio.

UNIDAD 3

Laboratorio del pensamiento

1.
 - a. 7 Mariposas blancas
 - b. 6 Mariposas blancas y uno roja
 - c. 3 Mariposas blancas y 3 rojas
 - d. 8 Mariposas rojas
2. Fueron cambiando su color. Inferencia: R. Pregunta abierta. Posibles respuestas: Las mariposas se pusieron rojas porque había algo en el ambiente que les cambió el color. Llegó una mariposa roja y se reprodujo con las blancas.
3. Sí, porque las mariposas pueden ir perdiendo el color a través de los años o pudo haber llegado una mariposa blanca que tenía mayor fuerza genética.
4. Sí, por ejemplo una enfermedad que aparece repentinamente y después se transmite por la herencia.
5. Respuesta abierta.

Laboratorio de análisis

1. La población IA es totalmente roja y la IIA es totalmente amarilla.
2. A cada población llegó un individuo del otro color.
3. El color rojo tenía una mayor fuerza de expresión.
4. Saldrían el la descendencia chinitas de ambos colores, pero mayoritariamente rojas.

Actividad N°1

La diferencia básicamente está en las alas: una mosca no presenta color, la segunda tiene pintas oscuras y la tercera tiene una mancha oscura en cada ala. Esto pudo haberse dado por una mutación genética.

Actividad N°2

- I. Combinaciones posibles: OWT, oWT, owT, Owt, owt, OWt, oWt, OwT
- II. El fenotipo de las personas A, B y C:
 - a. Persona normal.
 - b. Produce la enfermedad con síntomas poco notorios (un poco de anemia).
 - c. Persona enferma.
2. Posibles genotipos de los padres de A, B y C:

Genotipo persona	Posible genotipo de padres		
Persona A HH	HHxHH	HTxHT	HTxHH
Persona B HT	HHxTT	HTxHT	HTxHH
Persona C TT	HTxHT	HTxTT	TTxTT

3. El patrón de la dominancia y recesividad. Si en un matrimonio no se genera el fenotipo de la talasemia, lo más probable es que ninguno de los padres tenga el gen o viceversa.

Actividad N°3

Los alumnos y alumnas deben concluir que mientras más grande la muestra más se acerca a la proporción esperada.

Actividad N°4

1. Si los ratones negros son heterocigotos, puede suceder la combinación de que se junten dos alelos para el color blanco.
2. Un animal con gametos Aa puede transferir la A o la a a su descendencia.
3. $aa \times Aa = Aa, aa$. Un 50 % sería heterocigoto.
4. Podría ser $Aa \times Aa$, $aa \times aa$, $aa \times Aa$.
5. $Aa \times Aa$ El rasgo dominante es el color rojo, el genotipo debe ser $Aa \times Aa$
 $AA - Aa - Aa - aa$

Problemas genéticos de monohibridismo

1. Padre: Aa, Madre: Aa, Hijo 1: aa, Esposa: AA o Aa, Nieto: AA o Aa.
2. En F1 0% y en F2 25%.
3. Los padres son Aa y aa.
4. Si el pelo corto fuese el alelo dominante = 25% y 0%.
 Si el pelo corto fuese recesivo = 0%.

Problemas genéticos de dihibridismo

1.

Genotipo	Fenotipo
AABB = 1/16	9/16 crespo-negro
AaBB = 2/16	
AaBb = 4/16	
AABb = 2/16	
AAbb = 1/16	3/16 crespo-blanco
Aabb = 2/16	
aaBb = 2/16	3/16 liso-negro
aabb = 1/16	1/16 liso-blanco

2.

	BR	Br	bR	br
bR	BbRR	BbRr	BbRR	bbRr
br	BbRr	Bbrr	BbRr	bbrr
bR	BbRR	BbRr	BbRR	bbRr
br	BbRr	Bbrr	BbRr	bbrr

Actividad N°5

1. Se esperaría un genotipo 50% RR y 50% RR'.
 Se esperaría un fenotipo 50% de flores y 50% de flores rosas.
2. Proporciones fenotípicas 50% sangre de tipo A (1/2)
 50% sangre de tipo B (1/2)
 Proporciones Genotípicas 50% AO 1/2
 50% BO 1/2
- 3.

Grupos sanguíneos humanos

Fenotipo	Genotipo
A	AA-AO
B	BB-BO
AB	AB
O	OO

Actividad N°6

1. Porque al tener sólo un cromosoma X, si le transmiten el gen inmediatamente le dará la enfermedad, no tendrá un segundo alelo que equilibre al gen defectuoso.
2. Si el padre y la madre le transmitieran el gen defectuoso.
3. Porque el hombre entrega el cromosoma X a las mujeres y el cromosoma Y a los varones.
4. En la mayoría de las enfermedades no, porque tanto hombres como mujeres expresarían o no la enfermedad. Sin embargo, en la mujer si tiene los dos cromosomas afectados puede ser una situación más grave.

Actividad N° 7

8, 74, 12, 26

Actividad N° 8

1. Presenta cinco generaciones (cuatro filiales).
2. Uno.
3. No existe ningún salto generacional.
4. Autosómica dominante, porque se presenta por igual en ambos sexos. No hay salto generacional y hay personas más afectadas que sin la afección.

Laboratorio del pensamiento

1. Es autosómica porque se da en hombres y mujeres por igual.
2. Recesiva. Por que no se da en todas las generaciones.
3. Por el matrimonio consanguíneo.
4. Sólo si el padre es heterocigoto el hijo tendrá 50% de probabilidad de salir afectado.
5. Aa (heterocigoto).
6. Genotipos posibles serían: AA, Aa, aa.
7. Saldrían todos heterocigotos (Aa) y normales.

Laboratorio de análisis de grupos sanguíneos

Individuo 1:	AB	RH +
Individuo 2:	O	RH +
Individuo 3:	B	RH +
Individuo 4:	A	RH +
Individuo 5:	O	RH -
Individuo 6:	AB	RH -
Individuo 7:	B	RH -
Individuo 8:	A	RH -

Lectura científica. Genes saltadores

1. Un virus es un ente biológico que utiliza la maquinaria de una célula para reproducirse. Su material genético puede ser ADN o ARN, en el caso de ARN, el virus tiene una enzima que convierte el ARN en ADN para poder reproducirse.
2. Las células tumorales no cancerosas se concentran en un solo lugar, no se ramifican, en cambio los tumores cancerosos son aquellos que pueden soltarse de dónde están y viajar a través del sistema circulatorio y colonizar otras zonas del cuerpo.
3. Observó colores en las mazorcas que sólo se podían explicar si los genes se movían entre los cromosomas.

Lectura científica. Enlace con la historia. ¿Y si Mendel hubiera elegido rasgos diferentes?

1. Si Mendel hubiese utilizado genes vinculados, en caso del estudio de dos rasgos no funcionarían en forma independiente, estos actuarían como un monohibridismo no como dihibridismo, ya que al salir un rasgo determinado saldría también el rasgo que está vinculado.
2. Se podrían realizar varios cruzamientos hasta obtener líneas puras de los conejillos de Indias.
Ejemplo. B=pelo negro, b=pelo blanco; S= pelo corto, s= pelo largo
Obtener BB, bb, SS y ss. Y cruzar BBSS con bbss.

	BS	BS	BS	BS
bs	BbSs	BbSs	BbSs	BbSs
bs	BbSs	BbSs	BbSs	BbSs
bs	BbSs	BbSs	BbSs	BbSs
bs	BbSs	BbSs	BbSs	BbSs

Para que sean genes independientes debería darse un Fenotipo. 100% pelo negro y corto. Luego se debe realizar un nuevo cruzamiento entre genes heterocigotos.

Y si cruzamos dos genes heterocigotos BbSs y BbSs, se debería dar la proporción fenotípica 9:3:3:1. Si fuesen ligados no podría darse el pelo negro largo, ni el blanco corto como si ocurre en rasgos independientes.

3. Porque en un rasgo heterocigoto el gen dominante se expresa y el recesivo no. Por lo tanto si están ligados no se va a saber porque siempre predominaría el rasgo dominante, independientemente si están ligados o no. Por ejemplo. BBss x bbSS

	Bs	Bs	Bs	Bs
bS	BbSs	BbSs	BbSs	BbSs
bS	BbSs	BbSs	BbSs	BbSs
bS	BbSs	BbSs	BbSs	BbSs
bS	BbSs	BbSs	BbSs	BbSs

Para que sean genes independientes debería darse también un fenotipo 100% pelo negro y corto, pero si fuesen ligados B y S, se daría el mismo fenotipo.

Evaluación Unidad 3

1. La segunda ley habla sobre la segregación de los genes, pero existen rasgos que al estar muy juntos pueden transmitirse en forma ligada no independiente.
2. Porque dentro de los grupos sanguíneos el A y el O funcionan con dominancia completa (igual que O y B), pero si juntamos A y B, se expresan ambos, por lo tanto tendríamos codominancia.
3. Los genes Holándricos son aquellos que están en la porción no homóloga del cromosoma Y, también se conoce como gen ligado al cromosoma Y, como por ejemplo el síndrome de la oreja peluda.
4. Dd x DD 50% DD y 50% Dd (proporción 1:1).
5. Los genes que codificaban para la forma de la sandía se expresaban con herencia intermedia.

6. El genotipo más probable es BB y AA respectivamente.
7. El padre tiene un genotipo BO y la madre AO, por lo tanto podría tener hijos con grupo sanguíneo O, AB, A y B.
8. Lo más probable que sea un caso de genes múltiples.
9. Si el rasgo es dominante, el macho pudo o no haber tenido el gen de los ojos rojos, ya que lo portaba la hembra y lo pudo haber transmitido, como es dominante basta sólo un gen para que se exprese. Por lo tanto, el macho pudo haber sido XRY o XrY.
10. Existen muchos rasgos que se expresan distintos en diferentes condiciones ambientales, por ejemplo, diferencias de temperatura, de presión, de acidez, etc.
11. Observó que durante la meiosis los cromosomas homólogos de cada célula de saltamontes se alinean por pares y cada par de cromosomas tiene el mismo tamaño y forma. Más adelante, Sutton observó que los pares homólogos de cromosomas se segregan durante la meiosis, de modo que cada gameto recibe un cromosoma de cada par.
12. Los genes fueron influenciados por el medio ambiente, específicamente por la disminución de la temperatura.
13. No existe un rasgo dominante, hay dominancia intermedia. Para que se hubiese dado un fenotipo con flores blancas, ambas flores deberían haber tenido el alelo A'.
14. Podría hacerse una autopolinización para confirmar si era una línea pura o híbrida.
15. Los genotipos de los progenitores son Pp x Pp y su descendencia podría ser PP, Pp, Pp y pp.
16. El gen dominante es el de las alas largas, por la mayor cantidad expresada.
Si la relación de los descendientes es 3:1, entonces los padres son ambos heterocigotos (Aa). Se esperaría que un 50% de la descendencia fuera heterocigota
17. La dominancia y la segregación independiente. Cada hijo tiene la misma posibilidad de tener ojos azules (25%) y la misma posibilidad de tener ojos café (75%), cada probabilidad es independiente una de otra.
18. 1/64
- 19.

- | Genotipo | Fenotipo |
|-------------------------|---|
| Tt X ^c X 25% | 25% hembra tórax bronceado de ojos rojos. |
| Tt X ^c Y 25% | 25% macho tórax bronceado de ojos rojos. |
| tt X ^c X 25% | 25% hembra tórax negro de ojos rojos. |
| tt X ^c Y 25% | 25% macho tórax negro de ojos rojos. |
20. Puesto que el blanco de los ojos parecía relacionarse con el sexo, lo llamó rasgo ligado al sexo. Morgan formuló la hipótesis de que los alelos del color de los ojos de la mosca de la fruta están presentes sólo en el cromosoma X, sin que los haya en el cromosoma Y.
 21. Corresponde aun tipo de codominancia, debido a que ambos genes se expresan a la vez, si hubiese dominancia saldría un color o el otro pero no ambos.
 22. Cruzando al macho con una hembra normal, y luego a la descendencia con el macho con el rasgo, si fuese un rasgo ligado en la segunda generación, deberían haber hembras que presentaran el rasgo.
 23. Fenotipo
Cresta rosa y chícharo 9/16 (forma de nuez)
Cresta rosa y sencilla 3/16
Cresta sencilla y chícharo 3/16
Cresta sencilla totalmente 1/16

24. Mendel planeó sus experimentos con mucho cuidado. Eligió rasgos de la planta que presentaban diferencias claras para ponerlos a prueba. Estudió la descendencia de muchas generaciones, no sólo de la primera, y trabajó con un gran número de plantas, pues se dio cuenta de que esto aumentaba las probabilidades de que sus resultados tuvieran significado. Contó los descendientes y analizó desde un punto de vista matemático las cifras resultantes. Sus datos cuantitativos le ayudaron a sustentar los resultados.
25. A. Autosómica dominante.
 B. Recesiva ligada al sexo.
 C. Autosómica dominante.
 D. Autosómica recesiva.

UNIDAD 4

Actividad Introductoria

- a. Población; b. Biósfera; c. Comunidad;
 d. Ecosistema; e. Población; f. Población;
 g. Especie; h. Hábitat.

Actividad N°1

- 8 poblaciones.
- La población A.
- En este caso sería la cantidad de especies diferentes, es decir 8.
- La especie A y C.
- No mucho, porque hay poblaciones con mucha densidad lo que hace que la diversidad disminuya.

Conexión con la historia. William Montague Cobb

- Respuesta abierta.
- Porque según Adolfo Hitler las personas de "raza" blanca eran superiores, entonces el que destacara un hombre de piel negra contradecía sus dichos.

Actividad 2

Chimpancé	Abeja
Dominio: eukarya	Dominio: eukarya
Reino: animal	Reino: animal
Phylum: cordados	subreino: metazoo
Clase: mamíferos	División: artizoarios
Orden: primates	Phylum: Artrópodos
Infraorden: antropoidea	Subrama: anteníferos
Superfamilia: homonoidea	Clase: insecto
Familia: pongiade	Orden: himenópteros
Género: <i>Pan</i>	Familia: apicos
Especie: <i>Pan troglodytes</i>	Género: <i>Apis</i>
	Especie: <i>Apis mellifera</i>

Actividad 3

Bacteria	Archaea	Eukarya			
		Protista	Plantae	Animalia	Fungi
<i>Mycobacterium tuberculosis</i>	<i>Halococcus</i> sp.	<i>Laurencia</i> sp.	<i>Quercus alba</i>	<i>Hidra</i> sp.	<i>Russula emetica</i>
<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Pyrolobus</i> sp.	<i>Plasmodium</i> sp.	<i>Salix alba</i>	<i>Enteroctopus dofleini</i>	<i>Amanita muscaria</i>
<i>Escherichia coli</i>	<i>Picrophilus</i>	<i>Giardia lamblia</i>	<i>Ginkgo biloba</i>	<i>Felis catus</i>	<i>Amanita virosa</i>
		<i>Dinophysis</i> sp.	<i>Pinus contorta</i>	<i>Canis lupus</i>	<i>Mallorca fungus</i>
		<i>Ammonia tepida</i>	<i>Lapageria rosea</i>	<i>Canis familiaris</i>	
			<i>Nothofagus pumilio</i>	<i>Schistocerca americana</i>	
				<i>Loxodonta africana</i>	

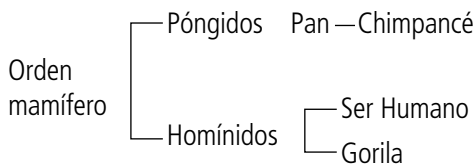
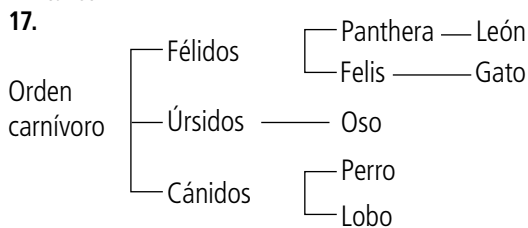
Lecturas científicas

Respuestas abiertas de opinión personal y debate.

Evaluación Unidad 4

- Porque el orden es un nivel taxonómico más general que la familia y abarca muchas más características que se pueden repetir en más organismos.
- El dominio Eukarya, el reino animal, el filo cordado, el subfilo vertebrado y la clase mamífero. Las características que tienen en común son presentar células eucariotas, ser del reino animal, poseer una cuerda dorsal, tener un esqueleto interno articulado, además presentan pelos, tienen desarrollo interno de las crías las cuales tras su nacimiento se alimentan de leche materna. La diferencia se da a partir del Orden ya que el humano se clasifica como primate y el gato y perro como carnívoro.
- Porque un nombre común puede variar a través de las distintas culturas e idiomas, por lo tanto un nombre común no es exacto.
- El género es una taxa un poco más general es cambio la especie implica principalmente el poder o no reproducirse y generar descendencia fértil. En un género se pueden agrupar varias especies que son similares físicamente pero que no se pueden reproducir entre ellos.
- Sí, estarían los gatos domésticos, los gatos salvajes, etc. Ambos pueden reproducirse pero presentan diferencias morfológicas y de comportamiento que los hace un poco diferentes.
- La mejor forma de dividirlos es según su esqueleto: los primeros no lo tienen, los segundos presentan un exoesqueleto y el grupo tercero presentan un esqueleto interno
 - almeja, pulpo, caracol;
 - araña, hormiga, langosta;
 - cervo, cerdo, tiburón, tortuga.
- Porque no es un organismo pluricelular, por lo tanto no presenta tejidos ni órganos.
- El esqueleto interno es propio de los cordados. El taxa paralelo es el esqueleto externo, lo que no es compartido ni por la raya ni el tiburón.

9. Es importante la inversión que se haga para salvar tanto la flora y fauna del planeta, ya que cualquier extinción puede producir un desequilibrio que tarde o temprano repercuta en toda la vida del planeta.
10. El reino animal y hongo comparten la característica de ser heterótrofos.
11. No, porque podría clasificarse como reino fungi o animal, se necesita mayores especificaciones.
12. Los miembros de géneros diferentes no pueden generar descendencia fértil, sí las diferentes subespecies.
13. Comparando cada nivel taxonómico desde el dominio hasta la especie.
14. A partir del taxa familia, género y especie.
El género y la especie.
Porque no pueden reproducirse y dejar descendencia fértil, además tienen otras características morfológicas que los separan.
15. La diversidad se ha generado principalmente a raíz de cambios evolutivos que han ido experimentando los seres vivos. Estos cambios se deben a mutaciones en los genes que han sido capaces de transmitirse por la herencia genética.
16. Porque el manejo sustentable está pensado en el futuro, es decir, hay que aprovechar los recursos eficientemente y sin sobreexplotarlos.



18. Sí. Ya se están dando casos de aves exóticas que se han escapado de sus dueños y se han reproducido considerablemente, por ejemplo los salmones. Esto le está quitando espacio a otras peces de la zona.
19. La lista es larga. Existen muchas especies foráneas tanto vegetales como animales. En los vegetales destaca, el eucalipto, el pino radiata y otros tipos de coníferas. Entre los animales están desde el conejo, hasta otros más exóticos como el jabalí, coatí, el castor, el ciervo, etc.
21. A mayor latitud bajan las temperaturas y la irradiación solar, por lo que aumenta considerablemente el crecimiento de cierto tipo de plantas y el desarrollo de animales. La altura también influye porque a mayor altura disminuyen las temperaturas y la presión.