

SALUD Y ADOLESCENCIA

(1ra parte)

4to 7ma Ciencias Naturales

Profesora: Lavanchy Victoria

Contenidos:

- ✓ Adolescencia y juventud. Características y duelos de la adolescencia. Cambios físicos, psicológicos y sociales.
- ✓ Pubertad. Caracteres sexuales primarios y secundarios.
- ✓ Sistema endocrino: Las Hormonas. La Retroalimentación. Las glándulas endócrinas y sus funciones. Hormonas sexuales masculinas y femeninas. Ciclo menstrual.
- ✓ Sistema linfático. Tejidos linfoides humanos. Producción de linfocitos B y T.

Bibliografía:

- Balbiano Alejandro (et. al), "Salud y Adolescencia", 1ra ed. CABA. Santillana, 2016.
- Bocalandro Noemí y otros, "Biología I. Biología Humana y Salud", 2da ed. Bs. As. Estrada, 2004.
- Bombara Norma y otros, "Biología Activa", 1ra ed. Bs. As. Puerto de Palos, 2001.
- Meinardi Elsa y Revel Chion Andrea, "Biología", 1ra ed. 5ta reimpresión. Bs. As. Aique Grupo Editor, 2005.

¿La adolescencia?, ¿o las adolescencias?

¿Cuándo empieza la adolescencia? ¿Cuándo termina? ¿Siempre existió la categoría “adolescente”? Para intentar responder estos interrogantes, veamos algunas definiciones.

La etimología nos dice que se trata de una palabra latina cuyo significado es “hacerse adulto”. De esta manera, la **adolescencia** podría verse como la etapa de la vida que está entre la niñez y la adultez, un período de transición que nos permite pasar de una etapa a otra.

Según la **Organización Mundial de la Salud** (OMS), la adolescencia es la etapa de la vida comprendida entre los 10 y los 19 años, en la que se producen el empuje de crecimiento puberal y el desarrollo de las características sexuales secundarias, y se adquieren nuevas habilidades sociales, cognitivas y emocionales. Este proceso se caracteriza por rápidos y múltiples cambios en los aspectos físicos, psicológicos, sociales y emocionales.

Las divisiones entre las etapas de la vida no son líneas fijas ni se cumplen de modo predeterminado para todos los adolescentes por igual. Según el contexto y las circunstancias en que se desarrolla cada sujeto, varían la forma y el momento en que se dan la entrada en la adolescencia, la transición por este período y el ingreso en la adultez. No hay que olvidar que cada adolescente es un ser único, pero, a la vez, no deja de estar influenciado por el momento histórico y el medio sociocultural en el que vive, el género con el que se identifica, la carga genética con la que nació, el clima afectivo en el que creció y la nutrición que recibió. Por ello, es frecuente hablar de “las adolescencias” en vez de referirse a una adolescencia, única, inmutable e igual para todos.

Distintas perspectivas

Existen distintas interpretaciones de la adolescencia, según el lugar desde el que se la analiza.

- ▶ Si lo hacemos desde una **perspectiva biológica**, encontramos que la adolescencia se limita al criterio de la edad.
- ▶ Desde la **perspectiva de la transición** es una etapa en la cual los seres humanos se preparan para asumir nuevos compromisos y responsabilidades, tanto en el plano individual como en el social.

- ▶ La **perspectiva generacional** visualiza a los adolescentes como personas que integran una misma generación y, por lo tanto, comparten experiencias y acontecimientos, hablan el mismo lenguaje y manifiestan gustos, modas y formas de pensar propios.
- ▶ La **perspectiva jurídica** define al adolescente por su estatus según las leyes. Mientras que la Convención sobre los Derechos del Niño determina que todos los menores de 18 años de edad son niños y los define como sujetos de derecho, el Código Civil define a los menores como impúberes hasta los catorce años, y menores adultos hasta los dieciocho, edad a partir de la cual se obtiene la mayoría de edad. ¿Qué significa esto? Que para la ley de nuestro país no existe la adolescencia como categoría jurídica; se pasa de ser impúber (no desarrollado biológicamente) a ser adulto.
- ▶ Otra perspectiva es la de los **medios masivos de comunicación**, que consideran a los adolescentes como individuos en búsqueda de su identidad y de nuevos referentes y como campo fértil para incentivar el consumo.

Adolescencia y juventud

En la actualidad, es frecuente asociar el concepto de adolescencia con el de juventud, y, a veces, se usan como sinónimos. En realidad, el término juventud es más amplio que el de adolescencia: si se tiene en cuenta la edad, según criterios establecidos internacionalmente, la juventud se extiende hasta, aproximadamente, los treinta años. Sin embargo, ambos conceptos van cambiando de significado según los distintos contextos históricos, sociales y culturales.



Los cambios corporales y subjetivos

La adolescencia se reconoce como el momento de encontrar **nuevos ordenamientos**. Se trata de un proceso que implica desordenar y luego reordenar las relaciones con el cuerpo (que deja de ser infantil), con la propia historia, con los padres y con el lugar dentro de la estructura familiar. La adolescencia es, entonces, un **momento de transformación** y cambio que involucra distintas dimensiones. A continuación hablaremos de algunos de estos cambios. Vamos a agruparlos en cambios del cuerpo, que son objetivos (pueden verse y comprobarse y son más o menos similares para todos), y en cambios que tienen que ver con la personalidad y la identidad, y son subjetivos (dependen de cada sujeto y pueden interpretarse de distintos modos). Estos últimos pueden ser cambios individuales, de cada uno, o estar relacionados con lo colectivo.

Los cambios corporales

La adolescencia es la etapa de mayor **transformación sexual**: el cuerpo cambia de manera acelerada y nuevas hormonas entran a actuar en el organismo. La **pubertad** es el proceso por el cual los niños y las niñas desarrollan sus órganos sexuales y se transforman en personas sexualmente maduras desde el punto de vista biológico, capaces de reproducirse. Además, se manifiestan los **caracteres sexuales secundarios**, y esto se vive de manera diferente entre los varones y las mujeres.

En los **varones** se produce la maduración de los órganos sexuales internos y externos. El crecimiento de los testículos suele ser la primera señal de la pubertad, y está acompañado de una modificación en la textura y el color

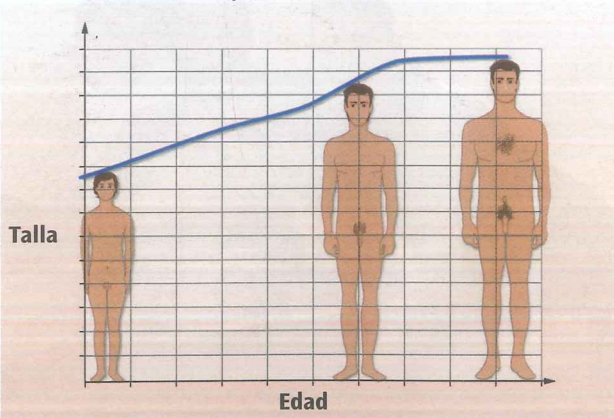
de la piel del escroto. Más tarde comienza a crecer el pene y aparece el vello púbico (pubarca). Generalmente el desarrollo completo del pene ocurre hacia los 14,5 años aunque en algunos casos se adelanta a los 12,5 y en otros se demora hacia los 16,5. La primera eyaculación espontánea de líquido seminal suele ocurrir hacia un año después del crecimiento del pene, a menudo durante el sueño y casi siempre por sueños sugerentes.

Estadios de Tanner*	Varones		
	Vello pubiano	Pene	Testículos
1	Preadolescente.	Preadolescente.	Preadolescente.
2	Pubarca: aparece el vello, escaso, largo y ligeramente pigmentado.	Todavía no crece o lo hace ligeramente.	Gonarca: comienzan a crecer los testículos; el escroto se oscurece y arruga.
3	Más oscuro, comienza a rizarse, poca cantidad.	Crecimiento evidente, con predominio de la longitud.	Más grandes.
4	Parecido al de los adultos, menor cantidad y rizado.	Desarrollo del glande y aumento en diámetro y largo.	Más grandes; el escroto se oscurece y aumentan las arrugas.
5	Tipo adulto; se extiende hasta la superficie de los muslos.	Adulto.	Adultos.

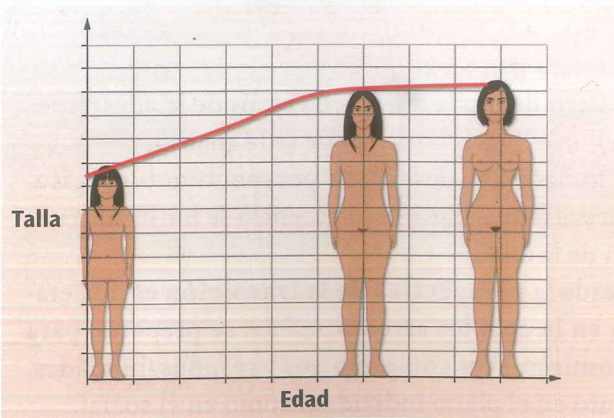
* Valoración de la maduración sexual a través del desarrollo físico de los niños, adolescentes y adultos.

En las **mujeres** también se produce la maduración de los órganos sexuales internos y externos. Se hace notorio el crecimiento de los senos, primero a través de la elevación del pezón, luego se elevan la areola y el pezón (forman el botón mamario) y se proyectan acompañando el crecimiento de la mama (telarca). Comienza la ovulación y, con ella, llega la menstruación.

Cambios corporales en los varones entre la infancia y la edad adulta



Cambios corporales en las mujeres entre la infancia y la edad adulta.



Estadios de Tanner*	Mujeres	
	Vello pubiano	Mamas
1	Preadolescente.	Preadolescente.
2	Pubarca: aparece el vello, lacio y escasamente pigmentado, en el margen medio de los labios.	Telarca: aparece el botón mamario; areola y pezón se elevan ligeramente.
3	Más oscuro, comienza a rizarse, aumenta en cantidad.	La mama y la areola crecen, no existe separación de los contornos.
4	Rizado, abundante, pero en menor cantidad que las adultas.	La areola y el pezón forman una elevación secundaria con respecto al resto de la mama.
5	Triángulo femenino de las adultas, límite superior horizontal.	Maduras, el pezón se proyecta sobre la areola, pero esta se integra al contorno general de la mama.

* Valoración de la maduración sexual a través del desarrollo físico de los niños, adolescentes y adultos.

El promedio en la edad de la aparición de la menstruación (menarca) es entre los 12 y 13 años aunque hay gran variabilidad y este período se está adelantando cada vez más. Hay investigaciones recientes que indican que la pubertad está comenzando cada vez más temprano. Esto obedece, en gran parte, a las mejores condiciones de salud y de nutrición.

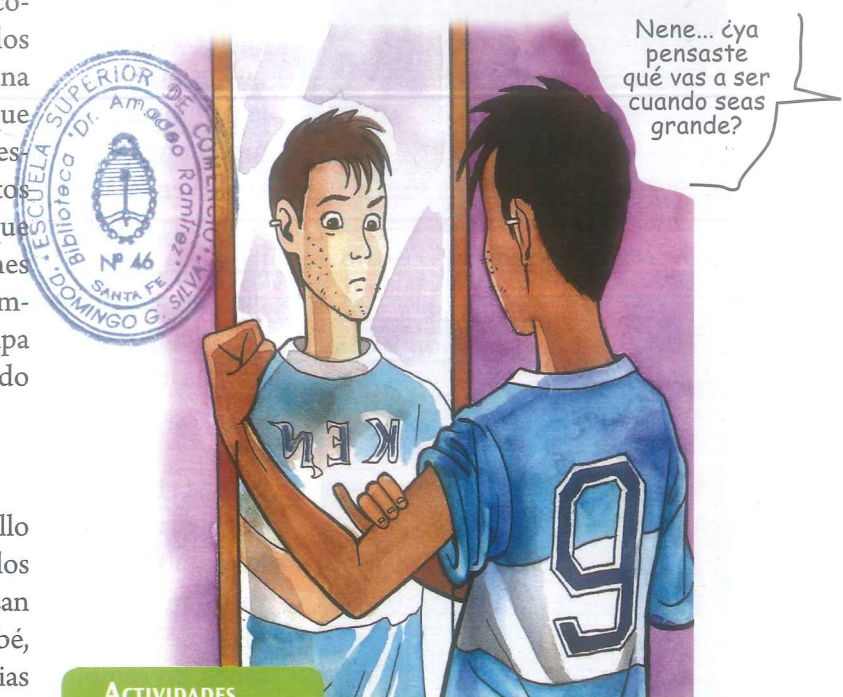
(Tanto en mujeres como en varones, el rostro comienza a experimentar modificaciones: la frente y los maxilares se hacen más prominentes y otorgan una nueva expresión facial. También cambia la voz porque se genera el alargamiento de las cuerdas vocales después del crecimiento de la laringe. Sin embargo, estos dos cambios suelen ser más visibles en los varones que en las mujeres. Asimismo, cambian las proporciones del cuerpo: en los varones se desarrollan más los hombros, y en las mujeres, las caderas. También es la etapa en la que se produce “el estirón”, observable sobre todo en la longitud del tórax más que en las piernas.

Los cambios subjetivos

Pensemos en el proceso de crecimiento y desarrollo hasta llegar a la adolescencia. En todas las culturas, los padres piensan un nombre para el hijo y así comienzan a perfilar su identidad. A partir del nacimiento, el bebé, un ser totalmente desvalido, inicia su desarrollo gracias al cuidado que le dan otros seres humanos (los padres u otros adultos), quienes lo asisten para que pueda satisfacer sus necesidades primarias y vitales, incluyendo la necesidad de establecer vínculos afectivos y amorosos. El bebé crea con sus padres un lazo a través del cual empieza a incorporar el lenguaje, los códigos, las creencias y los valores necesarios para ingresar en una cultura.

Luego de la **primera infancia**, en la que el niño va dejando atrás su dependencia total del otro para sobrevivir, llegan otras dos etapas claves: la **infancia**, período que en general coincide con el ingreso a la escuela, en la que se va organizando la propia identidad, y la **adolescencia**.

Los cambios corporales repercuten en otras dimensiones. Por ejemplo, en algunos chicos producen vergüenza, angustia e inhibiciones frente al resto de los adolescentes. También implican una transformación de la imagen que cada uno tiene de su propio cuerpo. A la vez, es el momento de reconocerse de otra manera desde lo psíquico. De a poco, toman distancia de las formas de pensar y de los modelos ofrecidos por los padres o adultos referentes. Es cuando comienzan a ser más abiertos a otras ideas, a identificarse con otros adultos y a fortalecer las relaciones con los pares. Es un período que se denomina de “duelo” o de “crisis”, porque se deja atrás el mundo de la infancia. Esta ruptura implica un replanteo de la identidad y una búsqueda por encontrarse uno mismo en medio de tanta movilización interna y de la presión del medio para que nos definamos como personas adultas, con un proyecto de vida.



ACTIVIDADES

3. Conversen entre todos:
 - a) Se dice que los adolescentes rechazan lo que viene dado, que son rebeldes. ¿Cuál creen que es el desafío? ¿Y los riesgos?
 - b) ¿Qué esperan los adultos de ustedes? ¿Y ustedes, de los adultos?

Crecimiento y desarrollo

La adolescencia es un proceso dinámico que transcurre en el camino de la niñez a la edad adulta. Se caracteriza por rápidos y múltiples cambios en los aspectos físicos, psicológicos, sociales y espirituales. Repasemos algunos de ellos para luego abocarnos a diferentes motivos de consulta de esta etapa de la vida que transcurre entre los 10 y los 19 años.

Durante este período, las personas completan el **crecimiento** y el **desarrollo físico**. El cuerpo se modifica en tamaño, forma y vigor. Se adquiere un cuerpo distinto en un lapso corto, por lo cual en un principio cuesta adaptarse e identificarse con él. Las funciones se tornan más complejas y se logra la capacidad de reproducción. Desde lo cognitivo se desarrolla el **pensamiento abstracto**, con el que es posible proyectarse hacia el futuro y valorar las



Las instituciones donde el adolescente pasa mucho tiempo (escuela, club, iglesia, aun la misma calle) dejan su impronta, favoreciendo o deteriorando el desarrollo individual.

consecuencias de los propios actos. Esto permite una mayor previsión, control interno, conciencia del ambiente que nos rodea, capacidad de empatía (es decir, capacidad de identificarse con otras personas) e idealismo. Desde lo social, la estrecha relación y dependencia con la familia de origen disminuye y aumenta la intensidad de las relaciones con pares y adultos fuera de la familia. Paulatinamente se desarrollan habilidades que favorecen la **independencia económica y emocional**.

Desde lo emocional, participan en una experiencia de vida de descubrimiento personal y en el establecimiento de la identidad.

En capítulos anteriores dijimos que el adolescente es un *ser en crisis*. **Crisis** en el sentido de cambio, de acomodación a una situación nueva.

La crisis es producto de un cambio brusco en el que todas las medidas que anteriormente servían de marco, sostén y adaptación, pasan a ser cuestionadas. En este proceso de búsqueda, el adolescente ensaya múltiples roles para alcanzar luego un nuevo equilibrio, sin que esto signifique enfermedad o daño. La transición satisfactoria de la niñez a la persona adulta se caracteriza por mayor autoestima, autocuidado, autonomía.

Para una adecuada maduración, el interés continuado de los padres o de algún adulto significativo, la organización familiar más amplia, la escuela y otras redes sociales tienen importancia crucial: a pesar de que el adolescente cuestiona el orden preestablecido (circunstancia para la cual los padres no suelen estar preparados), los límites son esenciales para el desarrollo paulatino de la independencia.

Los duelos

Desde lo emocional cada adolescente participa en una experiencia de vida particular y en el establecimiento de una identidad. Para poder transitar esta etapa necesita realizar una serie de duelos:

- **Duelo por el cuerpo infantil perdido.** El rápido cambio corporal es vivido como algo externo que lo invade y ante lo cual es un espectador impotente. Es lógico que por momentos añore el cuerpo infantil y se extraña de las nuevas formas que va adquiriendo, que tienen que ver con las hormonas y la aparición de las características sexuales secundarias.
- **Duelo por el rol y las identidades infantiles.** La adolescencia implica la paulatina renuncia a la dependencia de los padres y la aceptación de nuevas responsabilidades. Algunos adolescentes sienten que tienen que

esforzarse para afrontar las exigencias que le llegan del ambiente y, también, desde el interior como exigencias del superyó.

- **Duelo por la pérdida de los padres idealizados de la infancia.** Cae la idealización sobre ellos. Sin embargo, el adolescente busca por momentos el amparo en sus padres y en otros los rechaza. Y, además, necesita nuevos modelos identitarios. Es por ello que el grupo de pares adquiere tanta importancia, así como líderes del deporte, las artes o la moda. [...]

J. GARBARINO, A. GONZÁLEZ, P. FARAGÓ. "Adolescencia y desarrollo emocional, social y cognitivo". En: D. Pasqualini, A. Llorens (comp.). *Salud y Bienestar de Adolescentes y Jóvenes: Una mirada integral*. Buenos Aires, OPS/OMS, Facultad de Medicina, UBA, 2010.

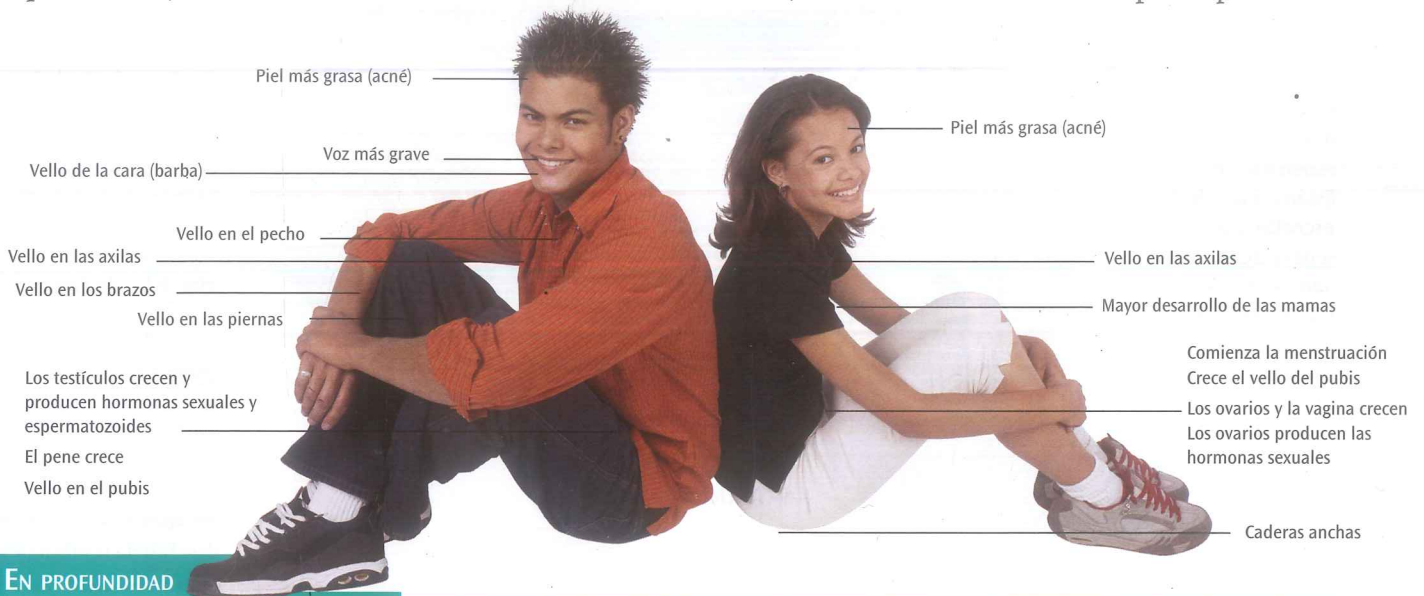
Los caracteres sexuales

En varios capítulos de este libro habrás leído diferente información que se refiere a que los adolescentes van cambiando su cuerpo en corto plazo y que muchas veces les cuesta adaptarse a esto. Es probable que ya sepas que entender los cambios permite afrontarlos de la mejor manera. Ahora veremos las características principales del cuerpo relacionadas con la reproducción.

Comencemos por el principio. En el capítulo anterior dijimos que el sexo es una condición biológica por la que se distingue entre individuos masculinos y femeninos. ➤ **EN PROFUNDIDAD** Durante la etapa embrionaria, cuando el bebé está dentro del útero de su madre, se puede saber por medio de un estudio genético o una ecografía si tendrá un sistema reproductor masculino o uno femenino. Los **caracteres sexuales primarios** diferencian, desde el punto de vista biológico, al hombre de la mujer e incluyen la existencia de órganos sexuales femeninos o masculinos (que originarán los gametos, óvulos o espermatozoides) y se manifiestan desde la etapa embrionaria.

A diferencia de los caracteres sexuales primarios, la expresión de los **caracteres sexuales secundarios** es el producto de un aumento en la actividad hormonal que empieza en la pubertad. Existen hormonas específicas en los hombres y en las mujeres, denominadas **hormonas sexuales**, que intervienen en diferentes procesos. Las hormonas sexuales masculinas reciben, en general, el nombre de **andrógenos**. La principal es la **testosterona**. Los **estrógenos** y la **progesterona** son las hormonas sexuales femeninas. La secreción de estas hormonas provoca no solo cambios físicos visibles sino también el comienzo de nuevos procesos como la ovulación (liberación de óvulos) y la menstruación en las mujeres, y la producción de espermatozoides y la eyaculación en los varones. Estos cambios determinan el comienzo del **período fértil** de la vida. Es decir, que a partir de esta edad un ser humano está en condiciones de reproducirse y tener descendencia.

Ahora bien, en el capítulo 4 estudiaste en detalle cuáles son esos caracteres sexuales secundarios y cómo van apareciendo durante el desarrollo, ¿te acordás? Si no es así, ahora es un buen momento para repasarlos.



EN PROFUNDIDAD

La determinación del sexo

En los seres humanos, la formación de gónadas masculinas (testículos) o femeninas (ovarios) en un individuo depende de los cromosomas sexuales. Existen dos tipos, el X y el Y, diferentes morfológicamente y con parte de su contenido genético distinto.

En nuestras células somáticas tenemos

46 cromosomas, de los cuales 2 son los sexuales (X e Y). Las mujeres son XX, y los hombres, XY.

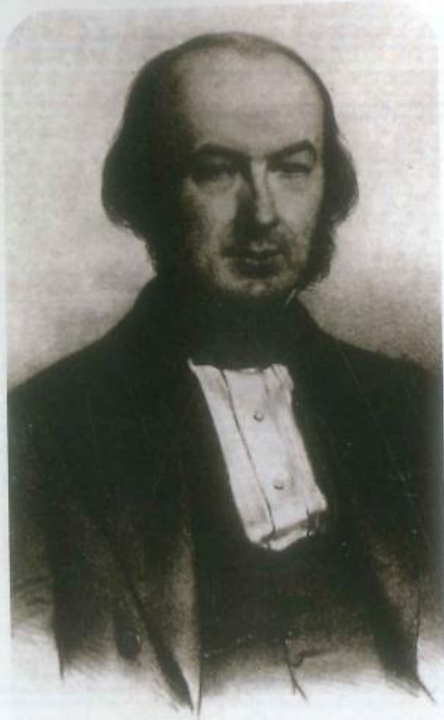
Los óvulos y los espermatozoides se forman por divisiones celulares en las gónadas, a partir de células precursoras. Tienen 23 cromosomas (la mitad que las células somáticas). Entonces, cada óvulo tiene un solo cromosoma X. De los espermato-

zoides que se producen, la mitad llevará un cromosoma X, y la otra mitad, uno Y. Durante la fecundación, cada óvulo tiene las mismas posibilidades de ser fecundado por un espermatozoide que porte un cromosoma X, o por uno con un cromosoma Y. Por lo tanto, en cada fecundación, la probabilidad de que nazca un individuo XX o uno XY es del 50%.

Actividades finales

8. Organicen cuatro grupos:
- Cada grupo, reúna información, ejemplos y materiales acerca de algún factor que incida en el "ser adolescente": factores sociales, económicos, históricos y culturales.
 - Analicen la información reunida.
 - Socialicen el análisis con la modalidad de plenario en la clase.
9. Continúen trabajando en grupos. Discutan sobre los factores de análisis de la adolescencia. ¿Están de acuerdo con ellos o consideran que falta contemplar algún otro factor? ¿Por qué? Piensen cuál sería su propia perspectiva de análisis y qué tendrían en cuenta.
10. Pregúntales a adultos de tu familia, de la escuela o del barrio:
- Qué significaba ser adolescente en su época.
 - Cómo se delimitaba el pasaje de la infancia a la adultez.
 - Qué música escuchaban.
 - Si había diferencias en la estética de los adolescentes y en la de los adultos.
11. Describí los cambios corporales que comienzan a darse en la entrada a la adolescencia, teniendo en cuenta diferencias y similitudes entre ambos géneros. Buscá información en otros libros y en internet.
12. Definí los siguientes términos y explicá cuál es la relación que hay entre ellos:
- adolescencia - juventud - pubertad - cultura**
economía - cuerpo
13. Les proponemos ampliar la información acerca de las características de la juventud en diferentes momentos de la historia:
- Formen pequeños grupos e investiguen sobre la música que escuchaban los jóvenes de cada década, desde 1940. También pueden diferenciar entre sectores sociales o entre la Argentina y el mundo.
 - Utilicen estos materiales para realizar la investigación: grabaciones o discos, ropa de la época, notas periodísticas, ilustraciones y folletos, información de internet, testimonios de personas de otras generaciones, entrevistas a músicos, videos publicados en YouTube.
- Presenten los resultados de su investigación, utilizando distintas estrategias: dramatización, exposición de afiches, galerías virtuales de imágenes y colecciones de audio. Pueden usar recursos como grabador, proyector, etc. También pueden invitar a participar de la puesta en común a las personas entrevistadas.
 - Realicen un análisis y una reflexión sobre similitudes y diferencias entre las juventudes de las distintas épocas.
14. Buscá información sobre el Mayo Francés y el festival de Woodstock. ¿Cuáles fueron los sucesos que se desarrollaron? ¿Cuáles eran los valores puestos en juego?
15. En nuestro país existen 34 pueblos originarios, conformados por unos 900.000 hogares. Muchos de los chicos y las chicas que se identifican como parte de esos pueblos viven su adolescencia integrando las pautas culturales occidentales y las de su pueblo. Trabajen en grupos.
- Elijan alguno de los pueblos y busquen información sobre su forma de vida, en especial de los adolescentes.
 - Elaboren un mapa de las adolescencias de los pueblos originarios. Para ello, reúnan la información obtenida y preséntenla.
16. En el año 2004, en Jujuy, se realizó el 1.º Foro de Jóvenes. Entre los temas que se debatieron, te presentamos aquí lo que trabajó la comisión "Los jóvenes y los medios de comunicación" (integrada por 38 jóvenes). Trabajen en grupos de 4 o 5 compañeros.
- Busquen información y expliquen en qué consiste un foro y cuáles son sus propósitos. ¿Qué otros foros de adolescentes encontraron, cómo funcionan, qué propósitos tienen?
 - Lean cada uno de los ítems del documento de la página siguiente: ¿qué visión tienen con respecto a los medios de comunicación?
 - Busquen ejemplos de algunos de los puntos incluidos en el documento y conversen sobre ellos. ¿Están de acuerdo con la postura de los chicos que participaron en el foro? ¿Cuáles son las ideas de los integrantes de su grupo?

La autorregulación



Claude Bernard
Nació en Francia en 1813 y murió en 1878. Fue un notable médico y fisiólogo. Investigó sobre muchos temas, entre ellos el funcionamiento del páncreas como glándula productora de hormonas. Su obra más importante es *Introducción al estudio de la medicina experimental*.

“La adaptación a un medio externo variable es uno de los mayores problemas que afronta cualquier organismo viviente. Los cambios de temperatura, la disponibilidad de alimento, y otros semejantes, ejercen cierto efecto sobre la vida de las células individuales. En un organismo complejo, especialmente en los animales, las células están bañadas en fluidos que, hasta cierto punto, actúan como amortiguadores contra tales cambios. Estos fluidos forman el medio interno de las células.

Una característica sorprendente del medio interno es la de permanecer constante, sin importar los cambios, algunas veces severos, en las condiciones externas. Consideremos el hombre, por ejemplo. La temperatura del ambiente externo puede variar desde el punto de congelación hasta más de 38 grados centígrados. Sin embargo, la temperatura de su medio interno permanece cerca de 37 grados centígrados. Su dieta puede incluir una gran cantidad de azúcar un día, y muy poca al siguiente. Sin embargo, la cantidad de azúcar en la sangre sigue siendo la misma ambos días [...]

Este tipo de observaciones hicieron que el gran fisiólogo francés Claude Bernard dijera: ‘todos los mecanismos vivientes, tan variados como son, tienen un solo objeto: el de preservar constantes las condiciones de la vida en el medio interno’.

[...] Las células de un organismo complejo pueden tolerar solamente pequeños cambios en las condiciones del fluido que las rodea. Como consecuencia muchos controles fisiológicos han evolucionado para mantener el medio interno sin variaciones demasiado grandes en cualquier dirección. Estos controles comienzan a operar como respuesta a cambios en el medio externo.”

J. Baker. y G. Allen: *Biología e investigación científica*.

Todas las actividades de nuestro cuerpo están controladas y reguladas por el sistema nervioso. Al trabajo realizado por este sistema se agrega el del sistema hormonal. Por la acción de ambos se alcanza el estado de equilibrio de nuestras funciones corporales. Sin embargo, ambos sistemas tienen varias diferencias entre sí.

El descubrimiento de la primera hormona

“A comienzos del siglo XX, dos fisiólogos ingleses, William Bayliss y Ernest Starling, quedaron intrigados por una pequeña función en el tracto digestivo. La glándula situada detrás del estómago, conocida como el páncreas, descargaba su jugo digestivo en los intestinos supe-

riores, justamente en el momento en que los alimentos abandonaban el estómago y penetraban en el intestino. ¿Cómo se recibía el mensaje? ¿Qué era lo que informaba al páncreas que había llegado el momento justo? La suposición obvia era que la información debía ser transmitida a través del sistema nervioso, el cual era el único medio entonces conocido de comunicación en el cuerpo. [...]

Para probar su teoría, Bayliss y Starling cortaron todos los nervios del páncreas de un perro. ¡Su maniobra fracasó! El páncreas seguía secretando todavía su jugo precisamente en el momento adecuado.

Los confundidos experimentadores siguieron investigando en busca de otro sistema de comunicación. En 1902 consiguieron descubrir un 'mensajero químico'. Resultó ser una sustancia secretada por las paredes del intestino. Cuando la inyectaban en la sangre de un animal, estimulaba la secreción del jugo pancreático, incluso aunque el animal no estuviera comiendo. Bayliss y Starling llegaron a la conclusión de que, en el curso normal de los acontecimientos, el alimento que penetra en los intestinos estimula su mucosa para secretar la sustancia, la cual luego viaja a través de la corriente sanguínea hasta el páncreas y desencadena la liberación del jugo pancreático por parte de la glándula. Ambos investigadores denominaron a la sustancia secretada por los intestinos 'secretina', y la llamaron 'hormona', partiendo de una palabra griega que significa 'excitar a la actividad'."

Isaac Asimov: *Introducción a la Ciencia.*

¿Cómo está formado el sistema hormonal?

Tanto en los humanos como en los otros mamíferos, el sistema hormonal está formado por una serie de glándulas ubicadas en diferentes regiones del cuerpo.

Si bien antiguamente se utilizó el término glándula para referirse a cualquier abultamiento del cuerpo, luego se limitó su uso para nombrar a aquellos órganos que liberan o secretan sustancias.

Se pueden distinguir dos tipos de glándulas: las que vierten sus productos al exterior por medio de conductos y las que lo hacen directamente a la sangre. Las primeras son llamadas *exocrinas*, por ejemplo, las glándulas sudoríparas y las mamarias. Las segundas, sin conductos, son las *endocrinas*, y sólo ellas producen y liberan hormonas a la sangre.



Isaac Asimov

Nació en Rusia en 1920. Cuando tenía tres años, su familia se radicó en los Estados Unidos. Allí murió en 1992. Fue bioquímico y escritor de obras de divulgación científica y de ciencia ficción. Escribió en total 450 libros, entre los más famosos figuran: Yo robot, Enciclopedia de la Ciencia, Los robots del amanecer y Cien preguntas básicas sobre la Ciencia.



¿Hormonas en las plantas?

Muchos cambios que observamos a diario en las plantas se deben a la presencia de hormonas.

Por el momento, el único mecanismo de regulación que se conoce en las plantas está constituido por las hormonas vegetales o fitohormonas (fito: "vegetal").



Se ha reconocido la función de varias fitohormonas: intervienen en algunos procesos como la germinación, la floración, la caída de hojas en otoño y el crecimiento.

Pero, ¿qué es una hormona? Es un mensajero químico que, desde una glándula, se dirige por la sangre hacia diferentes órganos, sobre los cuales actúa. Las hormonas tienen las siguientes características:

- Son sustancias orgánicas.
- Son transportadas por los sistemas de transporte (circulación).
- Actúan sobre tejidos u órganos a los que se llama blanco.
- Actúan en dosis muy pequeñas. Un ejemplo clásico establece que la concentración de una hormona presente en la sangre de un animal se aproxima a la concentración de una cucharada de té en un lago de dos metros de profundidad y cien metros de diámetro.
- Su producción está controlada generalmente por otras hormonas.

Similitudes y diferencias entre sistemas de control

El sistema nervioso y el hormonal o endócrino comparten la función de regular o controlar la actividad del cuerpo. Entonces, ¿en qué se diferencian?

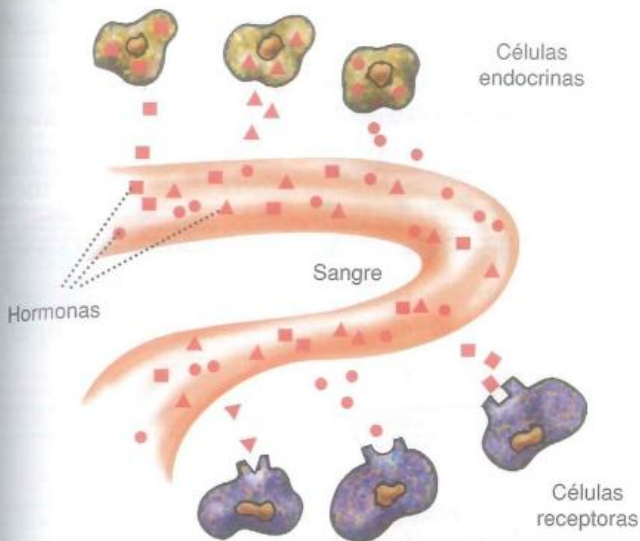
Características del sistema hormonal

- Elabora sustancias (hormonas) que poseen una acción lenta y de efectos prolongados.
- Las hormonas se transportan por la sangre.
- Las células productoras de hormonas (endocrinas) no están en contacto directo con el órgano blanco.
- La acción conjunta de todas las hormonas desempeña un papel fundamental en el crecimiento y la maduración del individuo.

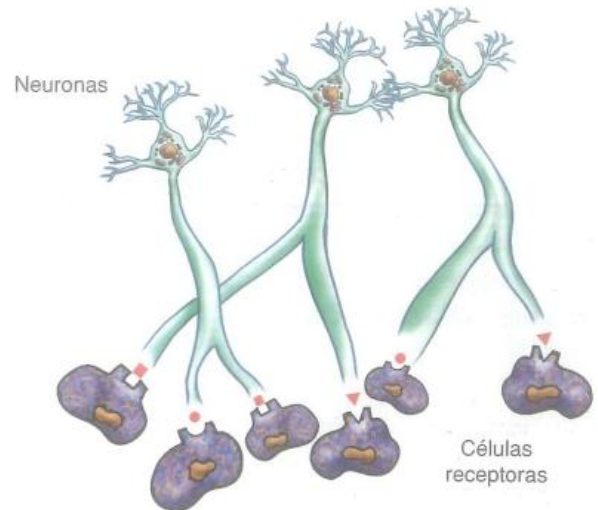
Características del sistema nervioso

- Produce sustancias (neurotransmisores) de acción rápida y de corta duración.
- El impulso nervioso se transmite de neurona a neurona.
- La neurona está en contacto directo con el órgano con el que se relaciona.
- Conecta al individuo con el medio ambiente y controla las funciones corporales.

COMUNICACIÓN ENDOCRINA



COMUNICACIÓN NERVIOSA



Esquemas del sistema hormonal y del nervioso.

La retroalimentación

Una de las características de las hormonas es que su acción está controlada, en la mayoría de los casos, por otras hormonas; este proceso se denomina *control de retroalimentación* o *feedback* (algo así como de ida y vuelta). Un ejemplo de sistema artificial mecánico de retroalimentación puede ser el de calefacción automática de algunas viviendas. Estos aparatos tienen un dispositivo denominado termostato que detecta un cambio de la temperatura en la cual se fijó el sistema de calefacción. Suponiendo que se fijó para la casa una temperatura de 25 °C, si desciende de ese valor, el termostato lo detectará y activará el calefactor para que funcione y eleve la temperatura nuevamente. Si ésta supera los 25 °C, el termostato hará que el calefactor deje de funcionar.

Un caso de retroalimentación negativa

El hipotálamo, una zona del cerebro, recibe estímulos provenientes del interior y del exterior del cuerpo.

El hipotálamo estimula la secreción de hormonas por parte de la glándula hipófisis que, a su vez, estimula la producción de las glándulas tiroideas, suprarrenales y las gónadas (testículos y ovarios).

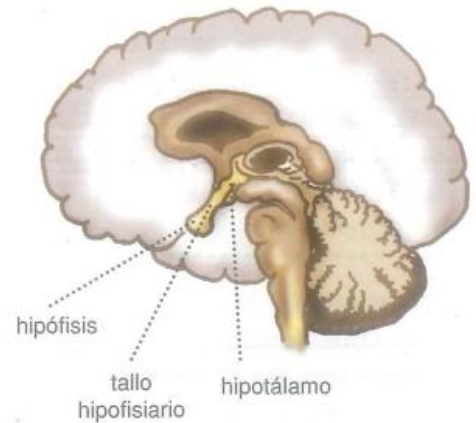
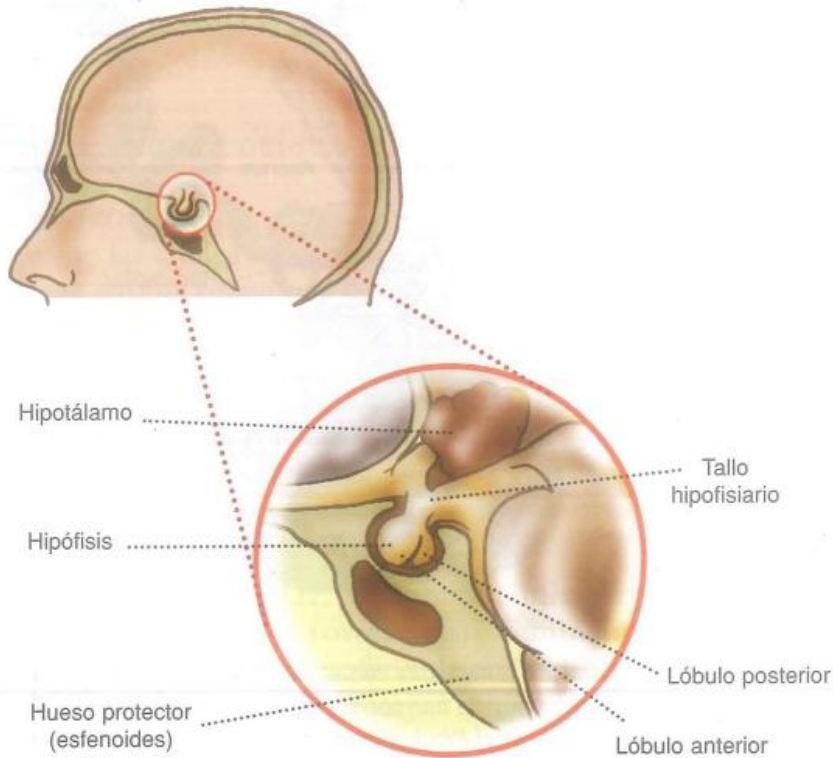
Las hormonas producidas por estas glándulas, retroalimentan negativamente al hipotálamo y a la hipófisis, de manera tal de reducir la producción de sus propias hormonas.

La endocrinología

La endocrinología es una especialidad de la Medicina que se ocupa del estudio de las hormonas.

La hipófisis

La glándula *hipófisis* no forma parte del cerebro; sin embargo, está en estrecha relación con una zona cerebral, el *hipotálamo*, que produce varias hormonas. Antes se creía que éstas eran producidas por la hipófisis; ahora se sabe que sólo las almacena y luego las libera. Por su parte, la hipófisis produce otras hormonas que actúan en diferentes órganos blanco. Las hormonas que produce el hipotálamo (hipotalámicas) estimulan, en unos casos, e inhiben, en otros, la producción de hormonas de la hipófisis (hipofisiarias).



UBICACIÓN DE LA HIPÓFISIS Y DEL HIPOTÁLAMO EN EL ENCÉFALO.
La hipófisis tiene el tamaño de un poroto. Se une al hipotálamo por un tallo hipofisiario.

Hipófisis significa "que crece debajo"; en este caso, debajo del cerebro, ya que se ubica en su base, sobre una excavación del hueso esfenoides llamada silla turca.

La hipófisis también es llamada glándula pituitaria. Está formada por dos lóbulos: el anterior, o adenohipófisis, y el posterior, o neurohipófisis.

La hipófisis tiene una gran importancia en el equilibrio y la regulación del cuerpo, ya que muchas de sus hormonas tienen como órganos blanco otras glándulas que a su vez producen hormonas. Es realmente ventajoso que la hipófisis esté ubicada en un lugar de máxima seguridad, como lo es la base del cráneo, en la denominada silla turca, del hueso esfenoides.

Las hormonas del lóbulo anterior

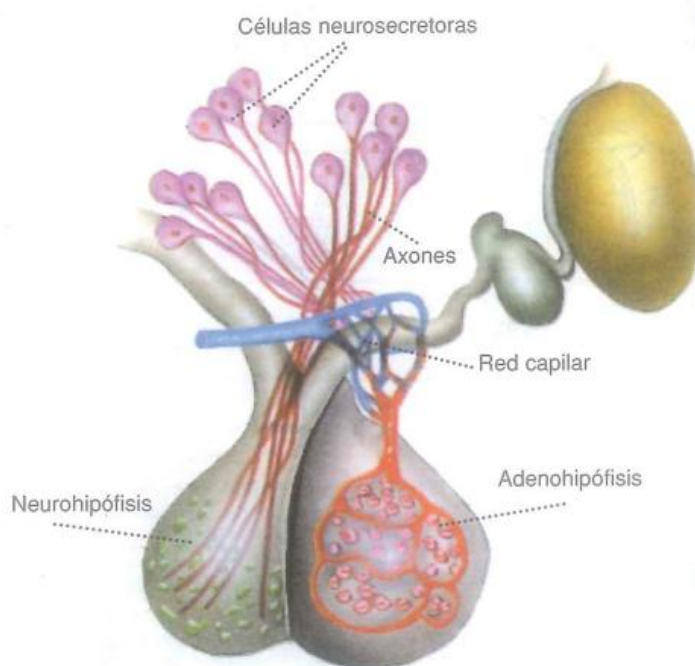
El lóbulo anterior de la hipófisis o *adenohipófisis* se conecta con el hipotálamo gracias a una red capilar. Las neuronas secretoras del hipotálamo producen y secretan hormonas hacia la red capilar. Estas hormonas, al llegar al lóbulo anterior, influyen sobre la producción de hormonas hipofisiarias.

Mimetismo y hormonas

En muchos vertebrados, la hipófisis tiene una zona intermedia, entre el anterior y el posterior. Esta zona produce una hormona llamada melanocito estimulante, responsable de la coloración de la piel.



En algunos vertebrados, como, por ejemplo, el pez lenguado, posibilita los cambios de coloración que favorecen el mimetismo o camuflaje. Se desconoce su función en el ser humano.



Las neuronas hipotalámicas conectadas con el lóbulo posterior de la hipófisis liberan, a través de sus axones, dos tipos de hormonas (la oxitocina y la antidiurética). Estas dos hormonas se almacenarán en el lóbulo posterior de la hipófisis y, desde allí, serán liberadas al torrente sanguíneo, que las conducirá a sus respectivos órganos blanco.

La porción anterior de la hipófisis produce:

- hormona estimulante de la tiroides,
- hormona estimulante del folículo,
- hormona luteinizante,
- hormona lactogénica o prolactina,
- hormona del crecimiento.

Hormona estimulante de la tiroides (TSH)

Las *hormonas tróficas* son aquellas que, liberadas por el lóbulo anterior de la hipófisis, estimulan otras glándulas para que segreguen sus propias hormonas y también mantienen el crecimiento de esas glándulas. La TSH es una hormona de este tipo.

Mediante el proceso de retroalimentación negativa, la glándula tiroides estimula la producción de TSH, la cual estimula la acumulación de yodo, la incorporación de éste a la estructura química de la hormona tiroidea y la liberación de esta hormona. El aumento en la concentración de hormona tiroidea en la sangre inhibe la formación de TSH y el descenso de TSH reduce la producción de esta hormona, lo que estimula la producción de TSH por parte de la hipófisis.

Hormona estimulante del folículo (FSH)

Los ovarios contienen en su interior los folículos ováricos, estructuras dentro de las cuales maduran los óvulos.

La *hormona folículo estimulante* o FSH estimula el desarrollo del folículo ovárico para producir los óvulos y las hormonas femeninas o estrógenos, elaboradas por las células de los folículos.

En los hombres, al iniciarse la pubertad, estimula la maduración de los espermatozoides.

Hormona luteinizante (LH)

La *hormona luteinizante* o LH, en la mujer, influye en la formación del óvulo y en su liberación (ovulación). También actúa sobre el cuerpo lúteo o amarillo, que es la glándula en la que se convierte el folículo luego de la ovulación. El cuerpo lúteo produce la hormona progesterona. En los hombres, actúa sobre los testículos estimulando la secreción de hormona testosterona. Esta hormona es la responsable del comportamiento sexual en el hombre y de la aparición de los caracteres sexuales secundarios masculinos (crecimiento del pene, voz grave, pelo en el cuerpo, etcétera).

Hormona lactogénica o prolactina (LTH)

La hormona que ayuda al desarrollo de las glándulas mamarias y estimula la producción de leche después del parto se llama *lactogénica*, *prolactina* o LTH. La presencia de leche está determinada por la succión que ejerce el bebé. Mientras dura la lactancia natural, la succión produce impulsos nerviosos que llegan al hipotálamo; entonces, éste reduce la producción de una hormona que inhibe la prolactina y, por lo tanto, se produce leche. Si la succión desaparece, el hipotálamo produce la hormona inhibidora de la prolactina. Al no llegar la prolactina a las glándulas mamarias, éstas cesan de producir leche.

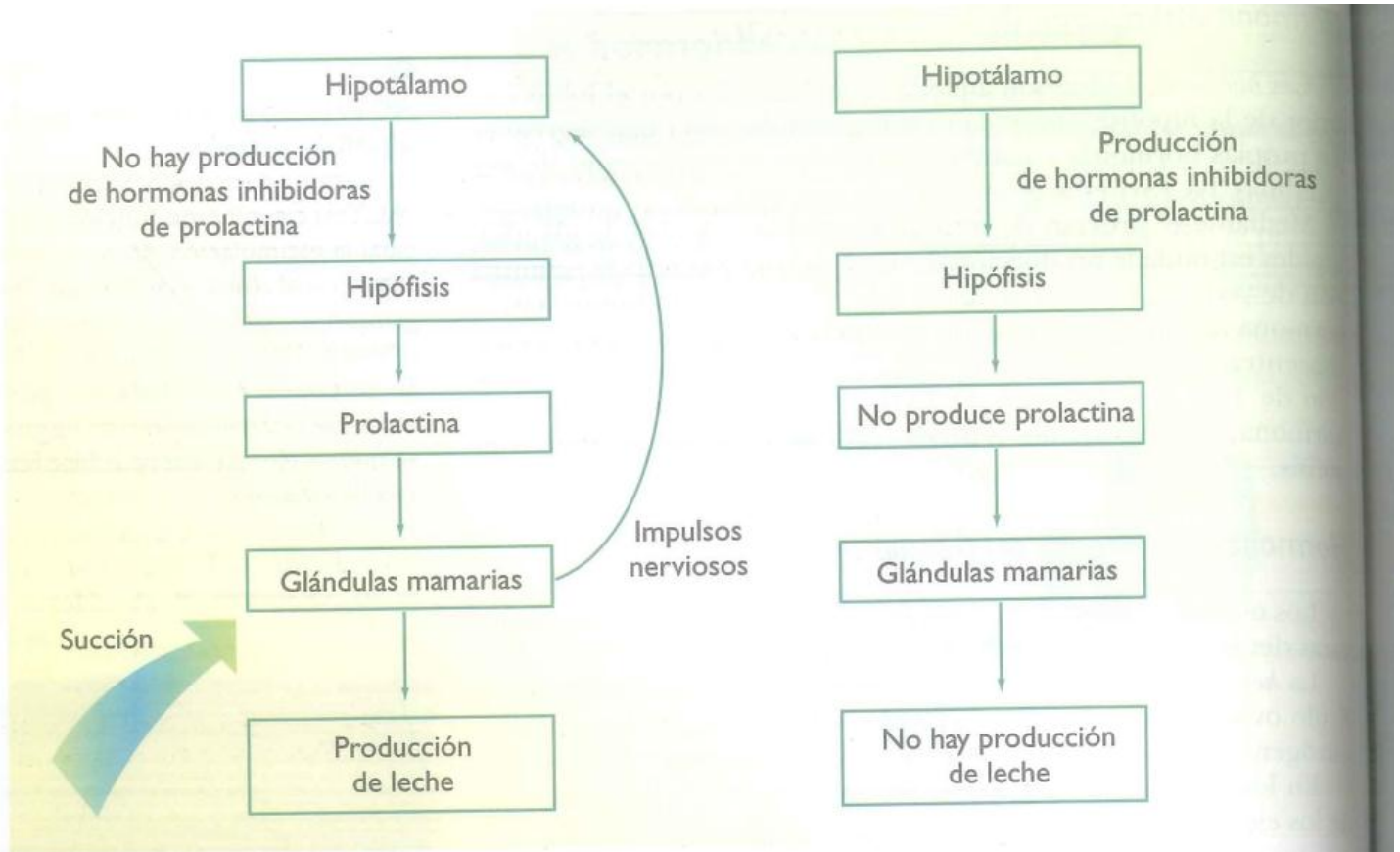
ACTH: otra hormona de la hipófisis anterior

La hormona adenocorticotrópica (ACTH) tiene como función principal la estimulación de la corteza suprarrenal (una porción de las glándulas ubicadas sobre los riñones).

Su secreción es inhibida por procesos de retroalimentación negativa que se ejercen sobre la hipófisis y el hipotálamo.

Hormona maternal

Se comprobó que al inyectar hormona lactogénica en ratas jóvenes, éstas se dedican a la construcción de nidos, aun sin la presencia de crías. Se la ha denominado hormona "del amor maternal", ya que, en su ausencia (al extirpar la hipófisis), las hembras, luego de parir, no muestran ningún interés por sus crías.



Esquema del control hormonal de la producción de leche.

Informe especial

Hormonas, anticoncepción y mortalidad infantil

A primera vista, estos tres factores no parecen relacionados entre sí. Sin embargo, es posible encontrar la relación entre ellos. Según algunos investigadores, la lactancia natural debería ser estimulada en los países subdesarrollados para lograr, valiéndose de su efecto anticonceptivo, un mayor intervalo entre los nacimientos. Queda claro que ningún ginecólogo recomendaría a una mujer, con acceso a métodos anticonceptivos modernos, que confiara en los efectos anticonceptivos de la lactancia, en virtud de que su efectividad depende de un equilibrio muy poco estable: la frecuencia de succión del bebé. El mecanismo anticonceptivo funciona así: la succión es recibida por el hipotálamo como un estímulo que se traduce en una respuesta de secreción de varias hormonas que, estimuladas e inhibidas, actuarán finalmente sobre los ovarios, impidiendo la ovulación y manteniendo la producción de leche. A medida que se introducen suplementos alimentarios a la dieta del bebé, espaciando las mamadas, o sea, el estímulo de succión, la actividad cíclica del ovario se reanuda y retorna la fertilidad. No obstante, en los países subdesarrollados, donde gran parte de las mujeres no accede a ningún tipo de anticonceptivos ni a información en cuestiones de su sexualidad, esta práctica aparece como una alternativa posible. La leche materna, por otro lado, aporta anticuerpos contra enfermedades como la gastroenteritis, común en poblaciones de bajos recursos, y es una fuente importante de proteínas, a las que muchas veces el bebé destetado no puede acceder. La leche artificial no sólo carece de anticuerpos, sino que en ciertos casos suele ser preparada con agua no potable, en mamaderas sin esterilizar, o rebajada en exceso para aumentar su rendimiento.

Suspendida la lactancia, el intervalo entre los nacimientos se vuelve un factor que impacta notablemente en la mortalidad infantil: cuando un nacimiento provoca el destete de un bebé de 12 o 13 meses, éste tiene un 77 por ciento más de probabilidades de morir, según los investigadores. En África, se denomina *kwashiorkor* a la “enfermedad del desplazado”, que consiste en la privación de la principal fuente de proteínas de la dieta de un bebé. Sus síntomas son inconfundibles: inmunodeficiencia (los anticuerpos se fabrican a expensas de las proteínas), acumulación de agua en los tejidos —lo que produce los característicos vientres hinchados—, extrema debilidad y bajo desarrollo físico y mental.

El escaso intervalo entre embarazos también conduce a lo que los mismos especialistas denominan “síndrome de agotamiento materno”: mujeres mal alimentadas que suelen dar a luz a bebés de bajo peso, con menores oportunidades de vivir, los que a su tiempo verán más amenazada su existencia ante el futuro destete por la llegada de un hermano.

Actividad

Ventajas de la lactancia natural

Formen grupos de dos o tres compañeros y, luego de analizar el texto anterior, expliquen por escrito cómo se relacionan los tres factores mencionados. Propongan luego una forma posible de concientizar a las mujeres sobre las ventajas de la lactancia natural.

Hormona del crecimiento (STH)

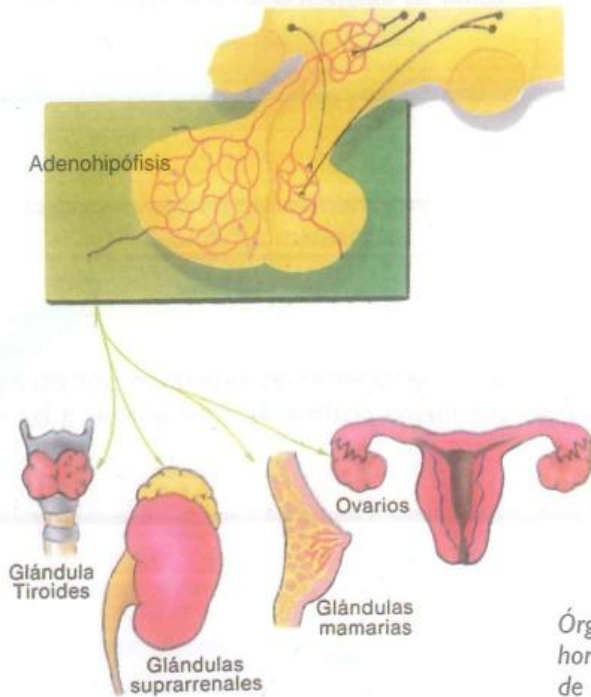
La función de la *hormona de crecimiento* o *STH* es estimular el desarrollo general del cuerpo, a través del crecimiento del esqueleto y de la musculatura. El déficit de producción de STH (hiposecreción) durante la infancia produce *enanismo hipofisiario*. Los individuos afectados alcanzan una altura máxima de un metro, sin deformidad física ni retardo mental, aunque con inmadurez sexual. La hipersecreción en el mismo período produce *gigantismo*, caracterizado por un desarrollo exagerado del esqueleto. Las personas afectadas tienen más de dos metros de altura.

Durante la edad adulta, la hiposecreción es muy rara, pero la hipersecreción origina una enfermedad denominada *acromegalia*, que provoca el aumento del tamaño de la mandíbula, los pómulos, las manos y los pies.

Actividad

Actuación de las hormonas de la adenohipófisis

Observen la figura e indiquen las hormonas que correspondan a cada flecha. Especifiquen las consecuencias de la hiper y de la hiposecreción de cada hormona, si las hay.



Órganos sobre los cuales actúan las hormonas que libera el lóbulo anterior de la hipófisis o adenohipófisis.

Las hormonas del lóbulo posterior

El hipotálamo produce varias hormonas que se almacenan en el lóbulo posterior de la hipófisis o *neurohipófisis* y se liberan desde allí. Las hormonas hipotalámicas más importantes son:

- la antidiurética o vasopresina y
- la oxitocina.

La *hormona antidiurética*, también llamada *vasopresina*, reduce la cantidad de agua que se elimina por la orina, al aumentar la reabsorción de agua en los riñones. La hiposecreción de esta hormona ocasiona una enfermedad llamada *diabetes insípida*, que se caracteriza por la excreción de un volumen de orina mucho mayor que el normal, que, en un adulto, es de aproximadamente un litro y medio por día.

La *oxitocina* es la hormona encargada de acelerar las contracciones uterinas, facilitando el parto; cuando éste se retarda, se inyecta para acelerarlo.

La liberación de oxitocina se encuentra bajo un estrecho control del sistema nervioso; razón por la cual, los obstetras sostienen que una mujer a punto de dar a luz, si tiene temor al parto, puede bloquear su liberación e interrumpir el proceso de dilatación necesario para que el parto se produzca.

Esta hormona también permite que la musculatura uterina vuelva a su tamaño normal luego del parto e interviene en la salida de la leche de las mamas ante la succión del bebé, ya que favorece la contracción de las células que rodean los alvéolos mamarios. La succión del bebé en el pezón origina impulsos que llegan al hipotálamo y producen la liberación de oxitocina. Por lo tanto, la expulsión de leche depende de la neurohipófisis, mientras que su producción depende de la adenohipófisis, a través de la prolactina.

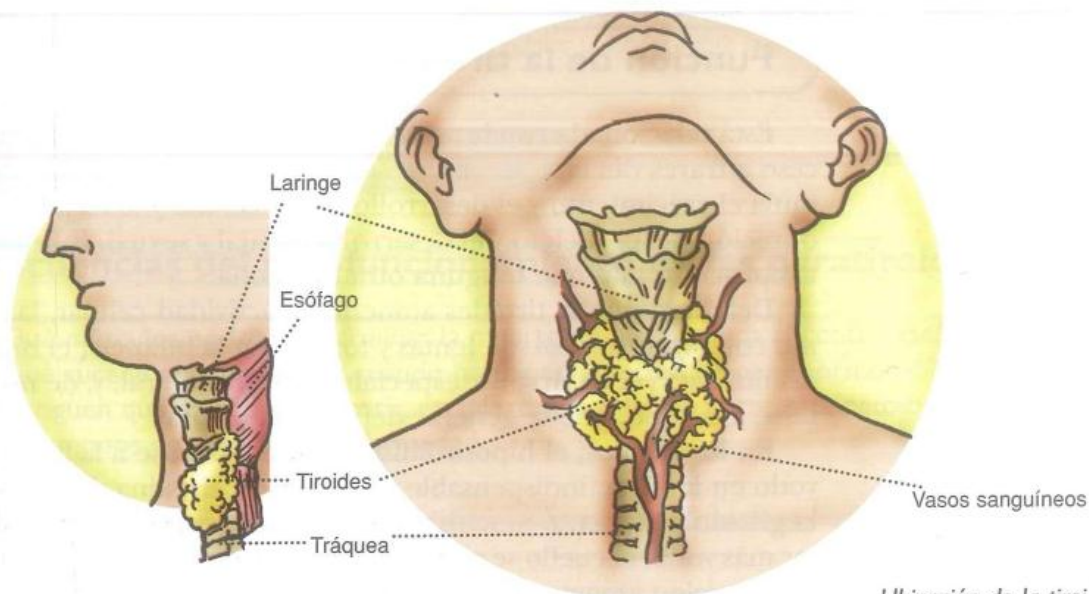


Actividad

Actuación de las hormonas de la neurohipófisis

Elaboren un esquema similar al de la actividad anterior, que reúna las hormonas producidas por el lóbulo posterior de la hipófisis. Indiquen las consecuencias de la hiper y de la hiposecreción de esas hormonas.

La glándula tiroides



Ubicación de la tiroides.

La glándula tiroides y el desarrollo

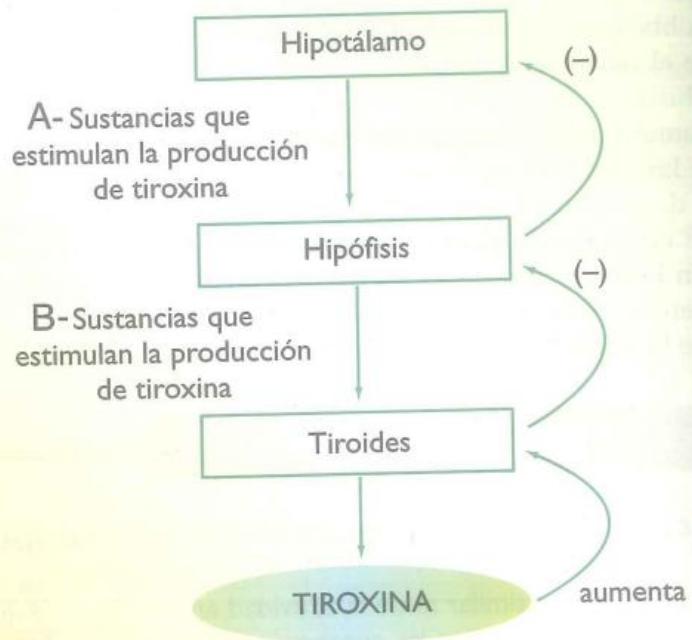
En la mayoría de los anfibios, la tiroxina acelera la metamorfosis, o sea, el paso del renacuajo a la vida adulta.



Si a un renacuajo se le extirpa la tiroides, no logra pasar esa etapa.

La *tiroides* es una glándula de unos 25 gramos de peso, ubicada en la parte media del cuello, debajo de la laringe.

La *tiroxina* es la hormona segregada por la tiroides y está regulada negativamente por el hipotálamo y la hipófisis.



El aumento de tiroxina inhibe la producción de A y B (sustancias que estimulan la producción de tiroxina).

La tiroides es una glándula que se caracteriza por su capacidad para almacenar yodo, un componente de la hormona tiroxina.

Función de la tiroides

Está relacionada con la aceleración de la respiración celular, proceso a través del cual se obtiene energía. La hormona tiroxina estimula el crecimiento y el desarrollo de las células y los tejidos, la maduración del esqueleto y el desarrollo mental y sexual. Influye en estos procesos más que ninguna otra hormona.

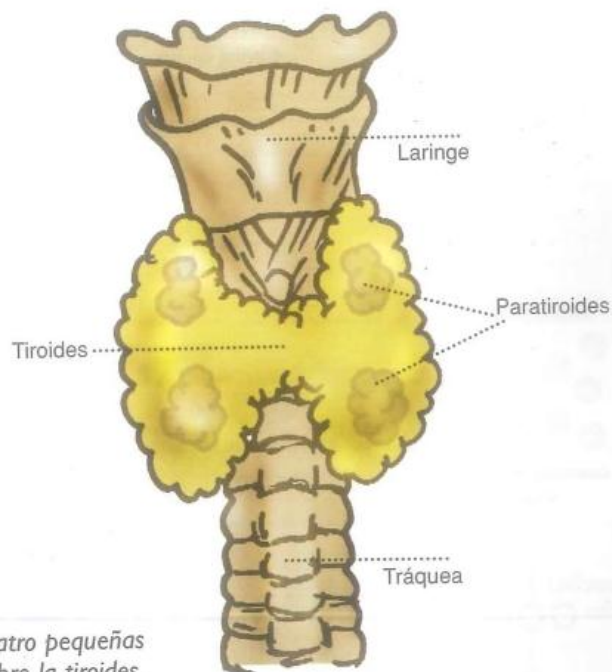
Debido a que la tiroides aumenta la actividad celular, las personas con *hipotiroidismo* son lentas y torpes. En la infancia, el hipotiroidismo afecta el desarrollo, especialmente el cerebral, y, de no detectarse a tiempo, puede generar deficiencia mental.

En los adultos, el hipotiroidismo suele asociarse a la ausencia de yodo en la dieta, indispensable para fabricar tiroxina. En esos casos, la glándula aumenta muchísimo de tamaño, con el objetivo de captar más yodo; el cuello se agranda, lo que se denomina *bocio*, y las personas suelen aumentar mucho de peso.

El *hipertiroidismo* produce una excesiva fabricación de tiroxina. Las personas que lo padecen son nerviosas e inquietas, ya que sus células están sobreexcitadas, pierden peso y tienen el pulso acelerado; también suelen desarrollar bocios pero más pequeños. Otra diferencia es que esos bocios se acompañan de una saliencia de los globos oculares; esto recibe el nombre de *bocio exoftálmico* (*exo*: "afuera", *oftálmico*: "ojos").

Las glándulas paratiroides

Durante mucho tiempo, los médicos extirparon la tiroides para curar el bocio; días después, los pacientes morían indefectiblemente. Años más tarde, se descubrió que junto a la tiroides se encontraban las glándulas *paratiroides*, productoras de la *parathormona*. Esta hormona interviene en el control del calcio sanguíneo, para mantener constante su valor, ya que parte de éste se pierde normalmente con la orina. Una pequeña disminución de calcio conduce a la contracción violenta e involuntaria de los músculos, lo que produce la muerte.



Las paratiroides son cuatro pequeñas glándulas ubicadas sobre la tiroides.

Actividad

Consecuencias del mal funcionamiento de las paratiroides

- 1) ¿Qué músculos podrían determinar la muerte de una persona al contraerse?
- 2) ¿Qué sucede con los huesos cuando hay hipersecreción de parathormona?
- 3) Averigüen qué es la osteoporosis, establezcan la relación entre esta patología y las glándulas paratiroides y los modos de prevenir la enfermedad.

El páncreas

Como se mencionó anteriormente, el páncreas es un órgano anexo del sistema digestivo y, a su vez, una glándula endocrina. Las hormonas que secreta son la insulina y el glucagón, que intervienen en el control del nivel de glucosa en la sangre y en el del aprovechamiento de la glucosa en el interior de las células.

Las células productoras de insulina son estimuladas por la elevación del nivel de glucosa en la sangre. Cuando el nivel de glucosa aumenta, el ritmo de secreción se acelera y se activa el pasaje de glucosa hacia el interior de las células.

Las células de los islotes que producen glucagón, en cambio, actúan en respuesta a la disminución de la concentración de glucosa en la sangre. Esta hormona promueve la degradación del glucógeno a glucosa en las células hepáticas.

La epífisis o glándula pineal

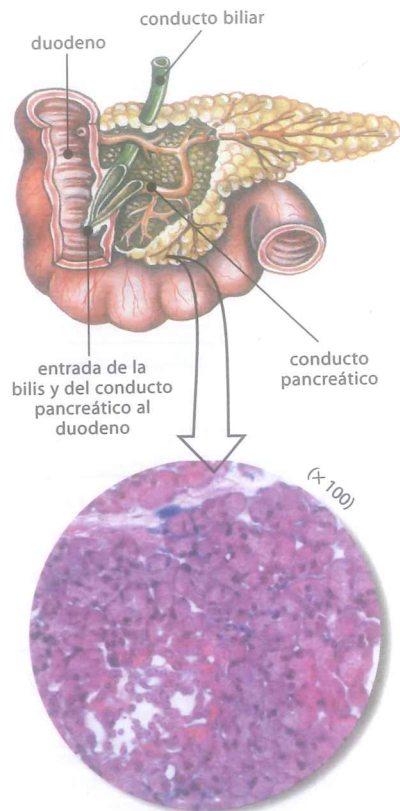
La glándula pineal está ubicada en la parte central del cerebro, detrás de la frente. Es un pequeño lóbulo que se encuentra relacionado con otras estructuras, como la retina y el hipotálamo. La hormona llamada *melatonina* es el principal producto secretado por esta glándula, y sus efectos y su mecanismo de acción aún no se han determinado con precisión.

Diversos estudios realizados con animales como ratas y gallinas, y también con seres humanos muestran que el nivel de melatonina aumenta durante la noche y desciende en las horas del día. Es por eso que se le adjunta a esta hormona una acción de control de los ciclos diarios de sueño y vigilia, conocidos como ritmos circadianos.

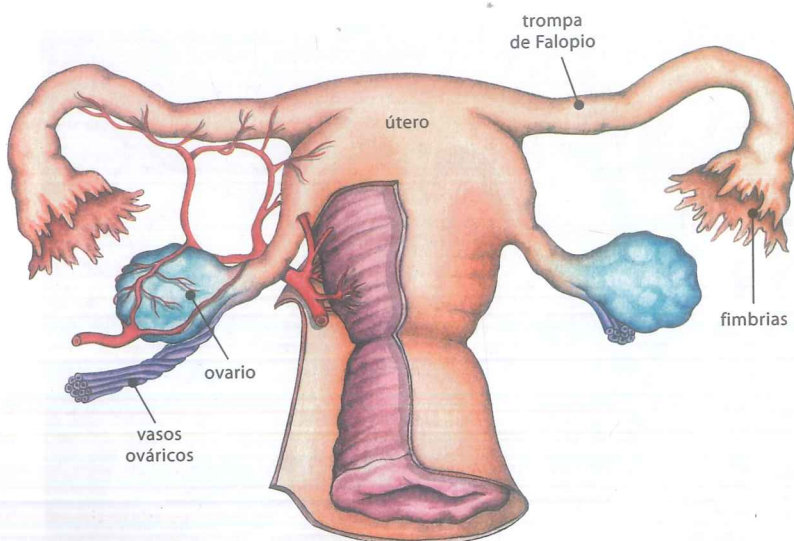
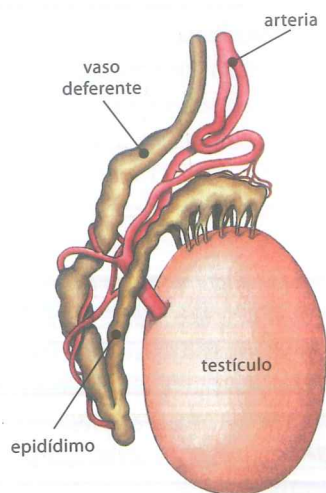
La melatonina interviene también en la regulación de la temperatura corporal y se está estudiando su participación en procesos relacionados con la producción de hormonas sexuales.

Las glándulas sexuales

Los ovarios y los testículos son órganos sexuales que actúan como glándulas endocrinas. Secretan hormonas sexuales que participan en la producción y maduración de las gametas, en el desarrollo de los caracteres sexuales secundarios, etcétera.



El páncreas es una glándula exocrina y endocrina. La función exocrina está a cargo de las células que producen enzimas digestivas. La función endocrina está a cargo de grupos pequeños de células distribuidos en el interior de la glándula, llamados islotes de Langerhans. Algunas células secretan insulina y otras, glucagón.



Actividad

Dos hormonas para el azúcar

- 1) Expliquen cómo se produce la regulación de la glucosa.
- 2) Deduzcan en qué momentos del día aumentará la liberación de insulina por parte del hígado y por qué.
- 3) Expliquen en qué casos se libera glucagón del hígado y por qué.
- 4) Hagan un esquema que represente la acción de la insulina y otro para representar la acción del glucagón.

Las glándulas suprarrenales

De manera similar a la hipófisis, en un corte transversal de estas glándulas se pueden diferenciar dos zonas que, en este caso, se llaman corteza y médula. Cada una de estas zonas produce una hormona diferente.



Riñón y glándulas, cuyo nombre sugiere su ubicación.

Una hormona de la médula suprarrenal

La hormona más importante de la médula suprarrenal es la *adrenalina* o *epinefrina* que también suele llamarse “hormona del estrés”, ya que su función es recuperar al cuerpo de situaciones de tensión o emergencia, como cuando se sufre un gran susto o se tiene que resolver una situación con determinada urgencia (por ejemplo, un examen). La acción de la hormona consiste en elevar el nivel de glucosa en la sangre mediante la conversión de glucógeno en glucosa, aumentar el flujo de sangre a los músculos esqueléticos y al corazón y aumentar el consumo de oxígeno. Dadas todas estas condiciones, el cuerpo está listo para correr o pensar dos alternativas posibles ante una emergencia.

El estrés: un poco está bien

El estrés no es malo en sí mismo, todo depende de la cantidad a la que se pueda estar expuesto. Su ausencia sería terrible para los seres humanos, a pesar de que si no se lo combate puede matar a un ejecutivo o a un desocupado. ¿Dónde está, entonces, el beneficio que aporta el estrés?

Si un vertebrado cualquiera, incluso un humano, debe huir, su cuerpo se prepara inmediatamente para esa acción. Las glándulas suprarrenales liberan adrenalina a la sangre; como consecuencia, el vertebrado sufrirá taquicardia, aumentará el flujo sanguíneo de los músculos esqueléticos, a expensas de otros órganos. La piel suele volverse blanca en los sustos, ya que gran parte del flujo sanguíneo se dirige a los músculos del esqueleto; también es bastante común que se "corte la digestión", por la misma causa.

En definitiva, una dosis moderada de estrés estimula y multiplica no sólo los recursos físicos de un individuo, sino también los intelectuales. Es lo que muchas veces sucede cuando se está en situación de examen, que exige de nosotros una respuesta adecuada. Sin estrés, no hay progreso, no hay invención ni evolución ni aprendizaje, dicen algunos expertos.

Estudios realizados con chimpancés demostraron que si éstos se encuentran un poco estresados por el hambre, se ven impulsados a resolver el problema del acceso a la comida. Es así como logran utilizar una rama como "herramienta" para bajar un racimo de bananas ubicadas a una altura inaccesible para ellos. Estos experimentos demostraron que un poco de estrés lleva a buscar soluciones o a enfrentar problemas.

Sin embargo, en otras ocasiones, el estrés puede volverse en contra del individuo y, para ejemplificarlo, no hace falta recurrir a chimpancés. Muchas veces estamos sometidos a presiones laborales, en las que la competitividad es feroz y determinante para mantener ese trabajo, o donde la autoridad es siempre padecida y jamás ejercida. Otras veces, la presión sobre el desocupado produce el mismo efecto que la del ejecutivo viviendo "a mil por hora".

En todos estos casos, la capacidad de "emprender la lucha o la fuga" se vuelve en contra del individuo: el ácido clorhídrico segregado en exceso produce úlceras, el músculo del corazón se llena de pequeñas lesiones que podrían terminar en un infarto y el aparato inmunológico se vuelve torpe en su tarea de defender al cuerpo. Según algunos especialistas, el estresado crónico vive una relativa inmunodepresión y se enferma con facilidad.

Hormonas de la corteza suprarrenal

La corteza o *cortex* de las glándulas suprarrenales produce varias hormonas, pero suelen considerarse dos de gran importancia: el *cortisol* y la *aldosterona* (que regula la reabsorción de sodio). También produce, como producto minoritario, hormonas masculinas. Las hormonas de la corteza suprarrenal (excepto las sexuales) son denominadas, en conjunto, *corticoides*. Como la adrenalina, el cortisol ayuda a enfrentar situaciones de estrés, privilegiando el suministro de glucosa a los músculos esqueléticos, el corazón y el cerebro. También es importante la acción desinflamatoria que ejerce en ciertos procesos inflamatorios como la artritis (inflamación de las articulaciones). Un derivado del cortisol, la *cortisona*, es especialmente utilizada para combatir alergias y procesos asmáticos.

Tanto en el hombre como en la mujer, la corteza suprarrenal produce hormonas masculinas (o *andrógenos*). En las mujeres que tienen hipersecreción de estas hormonas, pueden aparecer caracteres masculinos como barba, aumento de vello en el cuerpo y algunas veces distorsiones en el ciclo menstrual. En algunas ocasiones, la hipersecreción se debe a tumores en la glándula.

Hormonas sexuales masculinas

Los testículos también producen hormonas sexuales, los *andrógenos*, entre los que se encuentran la *testosterona* y la *androsterona*. Su función está relacionada con el desarrollo de los órganos genitales, la maduración de los espermatozoides y la estimulación y la aparición de los *caracteres sexuales secundarios*: el crecimiento del vello, los cambios en la laringe que hacen más grave la voz, el aumento de la masa muscular y del tejido óseo.

La cresta y los espolones de los gallos son también "obra" de la testosterona, al igual que muchas conductas, como la demarcación del territorio en el período de celo. Mientras los hombres tienen una liberación constante de testosterona, en algunos animales, la secreción está limitada a ciertas épocas, en relación con la temperatura del ambiente o las horas de luz.



Pubertad y adolescencia

La *pubertad* es el período que se desarrolla entre los 12 y los 13 años. En dicho período se produce una gran transformación física y psicológica, debido a la acción de las hormonas sexuales; esta etapa da paso a la *adolescencia*. En la adolescencia, los andrógenos actúan estimulando las glándulas sudoríparas; como el sudor atrae muchas bacterias, es común que los adolescentes tengan más olor a sudor que los niños.

Actividad

Hormonas y efectos emocionales

Estudios realizados en algunos soldados durante la Guerra de Vietnam demostraron que la producción de testosterona puede variar de acuerdo con el estado emocional. Los combatientes de los frentes mostraron niveles mucho más bajos de esta hormona que los soldados de la retaguardia.

Analicen la información dada y elaboren una explicación respecto de ese caso.

Hormonas sexuales femeninas

Las mujeres, en sus ovarios, producen *estrógenos* y *progesterona*. Se relacionan, igual que los andrógenos, con el desarrollo de las características sexuales secundarias femeninas, regulan el ciclo menstrual y el desarrollo del embarazo.

Los estrógenos son producidos por los ovarios y la placenta de la mujer embarazada. Pero no sólo las mujeres tienen estrógenos, ya que los testículos también los secretan.

El ciclo menstrual

El ciclo menstrual es un proceso complejo basado en mecanismos de retroalimentación. El primer día del ciclo, que dura generalmente 28 días, coincide con la menstruación. En ese momento, los niveles generales de las hormonas son bajos.

A partir de entonces, la acción de la hormona folículo estimulante (FSH) y la hormona luteinizante (LH) hacen que un folículo comience a madurar. Mientras el folículo aumenta de tamaño, también secreta cada vez más estrógenos. Los estrógenos estimulan al endometrio (tejido que tapiza el interior del útero) y lo hacen crecer; de esta forma, está preparado para la implantación de un óvulo fecundado.

El día 14 del ciclo, el nivel de LH se hace máximo; esto estimula al folículo a abrirse y se produce la ovulación. El folículo se convierte ahora en cuerpo lúteo o amarillo, que comienza a secretar estrógenos y progesterona. Estas hormonas inhiben la secreción de LH y FSH por parte de la hipófisis.

Al no existir esta secreción, tampoco hay secreción por parte del folículo ovárico y, sin esto, el endometrio no puede sostenerse y se desprende. Se produce entonces la menstruación. Como en ese momento hay un nivel muy bajo de hormonas ováricas en sangre, por procesos de retroalimentación, aumenta el nivel de LH y FSH y recomienza el ciclo.

Si bien el ciclo menstrual dura normalmente 28 días, éste puede variar su duración, así como la fecha de ovulación, en una misma mujer. Por esta razón, los métodos de control de la fertilidad basados en contar los días deben ser tomados con mucha cautela, ya que sólo pueden llegar a ser útiles en mujeres muy regulares.

Hormonas en los animales

Las feromonas son hormonas características de cada especie y se liberan al ambiente para provocar una respuesta en otro individuo.

Muchas de ellas estimulan la atracción sexual, sirven de alarma y avisan a otros miembros de la especie sobre posibles peligros, marcan territorios o señalan fuentes de alimento.

El estudio de las abejas probó que, cuando localizan una fuente de alimento, marcan las flores con sus propias glándulas olorosas para guiar a otras abejas hacia allí.

Muchos insectos sociales producen sustancias de alarma que incitan a otros miembros de la especie a atacar a los invasores. La abeja, por ejemplo, inyecta a la víctima una sustancia para que todo el enjambre la pique.



Actividades de síntesis

1 ¿Cuál es la diferencia entre las glándulas exocrinas y las endocrinas? Nombren dos ejemplos de cada una y las funciones que cumplen.

2 Completen la siguiente tabla:

Glándula / tejido	Hormona	Acción
Hipotálamo		
Hipófisis		Estimula el crecimiento óseo, inhibe la degradación de la glucosa
	TSH	Estimula la producción de leche en las glándulas mamarias
	Folículoestimulante	Estimula la actividad de la corteza suprarrenal
	Luteinizante	
Corteza suprarrenal		
	Adrenalina y noradrenalina	
Paratiroides		
	Calcitonina	
		Regulación de los ritmos circadianos Estimula la degradación de glucógeno a glucosa en el hígado
	Insulina	
Ovarios		
	Testosterona	

3 Expliquen en qué consiste el mecanismo de retroalimentación negativa.

4 ¿De qué manera interactúan el hipotálamo y la hipófisis?

5 Expliquen brevemente cuáles son los distintos mecanismos de acción de las hormonas en las células blanco.

6 ¿Qué son los ritmos circadianos?

7 ¿Qué son las prostaglandinas? Mencionen las diferencias entre estas sustancias y las hormonas.

8 ¿De qué manera interviene el AMP cíclico en la regulación de la actividad celular?

BANCO DE PRUEBAS

1. Teniendo en cuenta la siguiente situación, respondan a las preguntas.

Una persona sufre una hemorragia grave como consecuencia de un accidente. Recuerden que el agua es uno de los componentes más abundantes de la sangre.

a) ¿Creen que la presión arterial del accidentado será mayor o menor a la normal?

Justifiquen su respuesta.

b) Los niveles de la hormona antidiurética o ADH, elaborada por el hipotálamo, ¿serán mayores o menores a los niveles normales? ¿Por qué?

En las horas inmediatas al accidente, ¿la cantidad de orina será menor y más concentrada o mayor y más diluida? ¿Por qué?



2. En una habitación cerrada con llave se produce un incendio, todo el organismo se prepara para esta situación de emergencia.

a) ¿Qué glándula segrega adrenalina?

b) ¿Sobre qué órganos actúa esta hormona?

c) ¿De qué manera los órganos modifican sus funciones?

d) ¿Por qué se considera la adrenalina la hormona de las emergencias?

3. En el siguiente cuadro completen las casillas en blanco:

Hormona	Glándula productora	Función general de la hormona
STH		
Prolactina		
	Páncreas	Aumenta el nivel de glucosa sanguínea
		Estimula la contracción del músculo uterino durante el embarazo

4. Respondan con verdadero o falso. En cada caso, justifiquen su respuesta.

a) Los únicos órganos productores de las hormonas sexuales masculinas son los testículos.

b) La hormona tirotrópica es segregada por la tiroides y estimula el metabolismo celular.

5. Analicen los siguientes gráficos que representan la glucemia de una persona normal y de una diabética.

Los valores normales de la glucemia son de 60 a 110 mg por ml. El valor límite es de 180 mg por ml. En el gráfico, este valor está representado por una línea punteada.

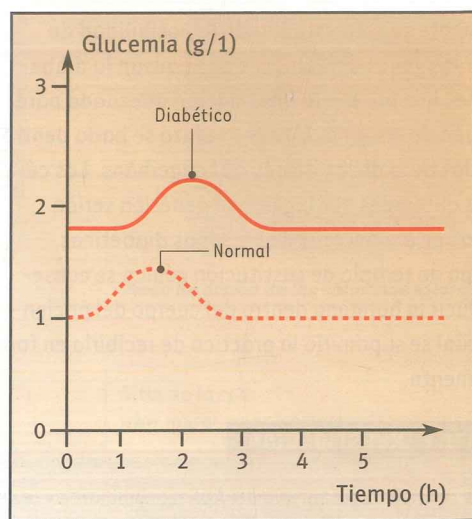
A las 0 horas ambas personas ingieren la misma cantidad de glucosa pura.

Interpreten los valores y respondan las preguntas:

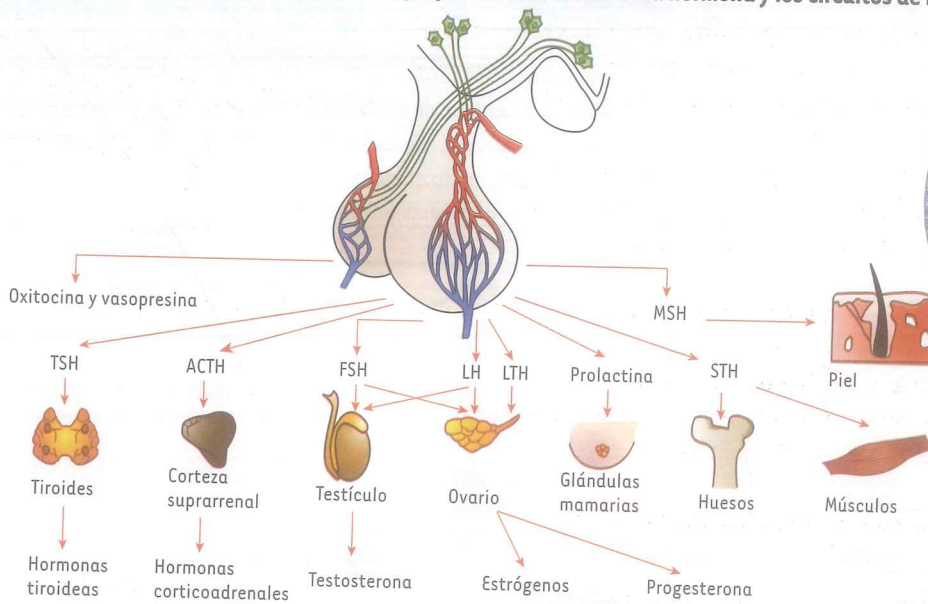
a) ¿En cuál de las personas sobrepasa la glucemia el valor límite?

b) ¿Cuáles son los valores máximos aproximados de glucosa sanguínea que alcanza cada uno?

c) ¿Luego de cuántas horas la persona sana alcanza el nivel normal de glucosa? ¿Y la persona diabética?



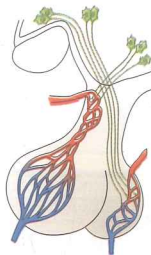
6. Redacten en forma de texto el siguiente esquema. Expliquen la función de cada hormona y los circuitos de retroalimentación.



7. Respondan en sus carpetas.

- ¿Cuál es la hormona hipofisaria que estimula el crecimiento del folículo ovárico? ¿Y cuál la del cuerpo lúteo?
- ¿Cuáles son las hormonas ováricas que actúan modificando el espesor del endometrio?
- ¿Qué sucede con la pared uterina (endometrio) a medida que el folículo ovárico va madurando?
- ¿Qué sucede con el espesor del endometrio unos pocos días después de la ovulación? ¿Por qué el nivel sanguíneo de progesterona comienza a aumentar alrededor del día 14 del ciclo y su máximo llega alrededor del día 21?

8. Copien en sus carpetas y rotulen el esquema. Indiquen las etapas del proceso de coordinación neuroendocrina.



9. Analicen el siguiente texto:

El síndrome de adaptación general consiste en las reacciones de alarma y de resistencia. Las reacciones de alarma generan respuestas fisiológicas inmediatas, mientras que la reacción de resistencia se dispara si la situación de estrés continúa por un tiempo más prolongado. Si la fase de resistencia falla o la situación de estrés no se alivia, puede sobrevenir la muerte. La reacción de alarma, que se conoce también como respuesta de lucha o huida, se relaciona con las hormonas de la médula adrenal (adrenalina y noradrenalina). A veces, la reacción de alarma basta para superar el estrés. Otras veces, el estrés es causado por ansiedad extrema, enfermedad grave o hambre intensa. En contraste con la naturaleza breve de las respuestas fisiológicas de la reacción de alarma, la reacción de resistencia es más prolongada y se inicia con la liberación de las hormonas del hipotálamo. Estas hormonas estimulan el lóbulo anterior de la hipófisis y afectan el metabolismo de las grasas (que se liberan del tejido adiposo), el del calcio, el equilibrio de los fluidos y el pH de la sangre, así como el equilibrio de sodio/potasio.

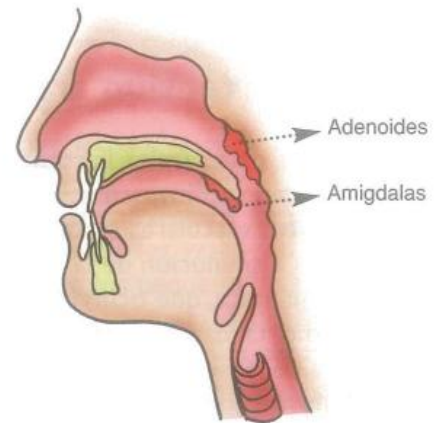
- Teniendo en cuenta las características mencionadas y el sitio de origen, ¿qué hormonas intervienen en la respuesta de resistencia?
- Busquen más información sobre el estrés y las medidas destinadas a evitarlo.

El sistema linfático

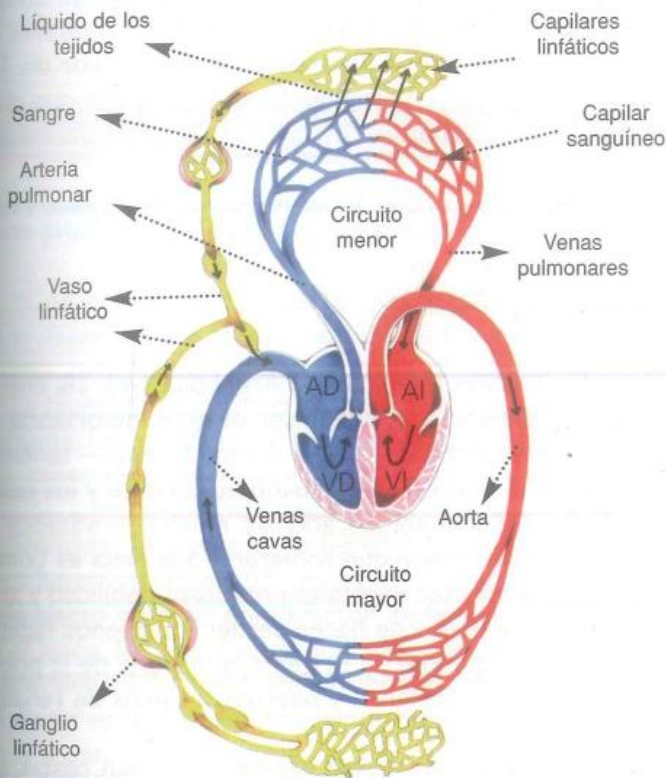
Este sistema es similar al sanguíneo en tanto está formado por vasos de variado calibre (similares a las arterias, las venas y los capilares), pero se diferencia de aquél en que estos vasos no forman un circuito, sino que tienen un extremo ciego, es decir, cerrado.

El sistema linfático recoge los líquidos liberados por los tejidos, que luego son enviados al aparato circulatorio. Esto es necesario para mantener el nivel de agua del organismo.

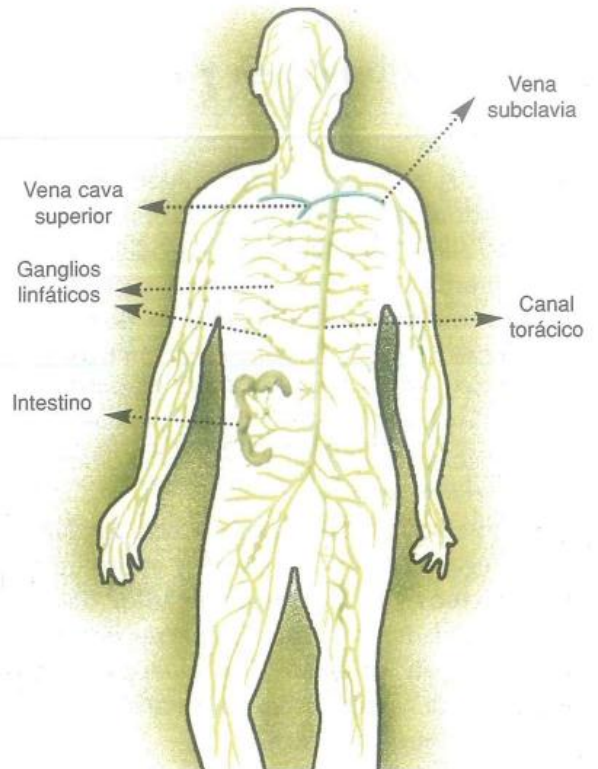
En varias zonas del cuerpo se encuentran los *ganglios linfáticos*, agrupaciones de células que cumplen una función importante en la defensa del organismo. Estos ganglios producen glóbulos blancos llamados *linfocitos* y moléculas de proteínas llamadas *anticuerpos*. Por otra parte, la mayoría de las grasas absorbidas en el intestino delgado no van a la sangre, sino a la *linfa*, que está formada casi en su totalidad por plasma, sin glóbulos rojos.



Las amígdalas y las adenoides son masas de tejido productoras de linfocitos, ubicadas en la porción posterior de la boca y en la faringe, respectivamente. Antiguamente era muy común extirparlas cuando se inflamaban, pero esta operación es cada vez menos frecuente, ya que tienen la función de proteger la faringe contra la invasión de bacterias. La extracción de las amígdalas se llamaba comúnmente "operación de garganta".



Distribución de los vasos linfáticos y su relación con el sistema circulatorio sanguíneo. El sistema linfático desemboca en el sanguíneo a través de las venas cavas superior e inferior.



Tejidos linfoides humanos

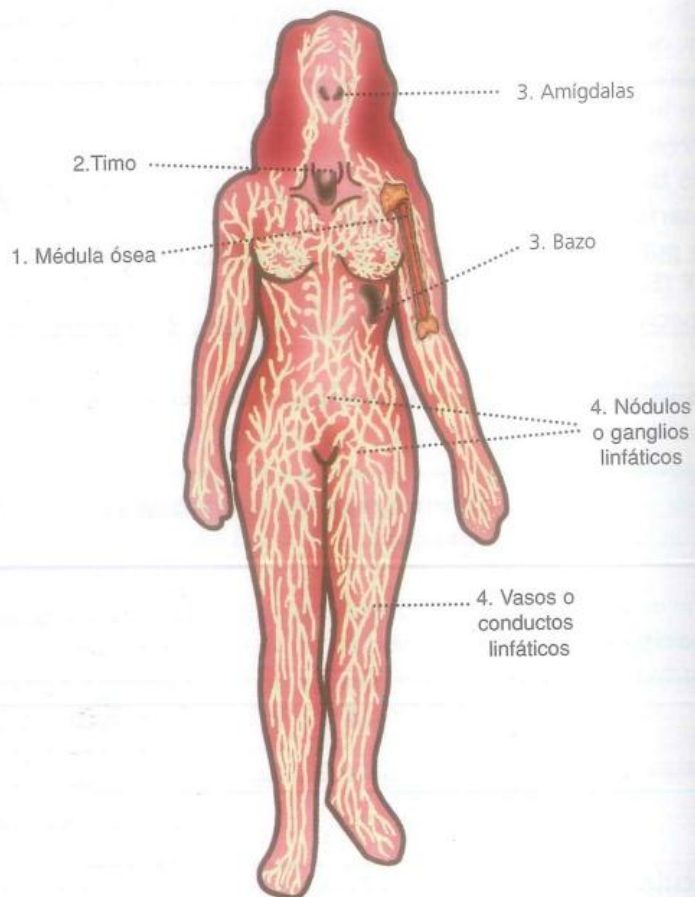
¿Una glándula que desaparece?

El timo es una glándula de gran tamaño en los niños, pero se atrofia poco después de la pubertad. Este hecho, y el de su utilidad, preocuparon a los científicos durante mucho tiempo. En 1962, el inmunólogo Jacques Miller descubrió que si se le extirpaba el timo a un ratón recién nacido, moría a los tres meses, debido a la imposibilidad de defenderse de los ataques de microorganismos. Sin embargo, si se extirpaba el timo tres o cuatro semanas después de nacer, el ratón era capaz de formar anticuerpos y defenderse durante su vida normalmente contra los ataques de organismos patógenos. Tiempo después, se pudo determinar que ese período es necesario para que un tipo de glóbulo blanco madure y sea capaz de producir anticuerpos.

Hay dos tipos de tejidos linfoides: *primarios* —en los cuales se desarrollan los linfocitos— incluyen la médula ósea y el timo, —y *secundarios*, en los que los linfocitos cumplen sus funciones—, que son: el bazo, los nódulos linfáticos y las amígdalas.

Los linfocitos recirculan continuamente, a través de la sangre y de la linfa, entre los tejidos linfoides. Esto asegura que los distintos linfocitos puedan encontrarse con el antígeno apropiado.

El sistema inmunitario está construido por los órganos que aparecen en la siguiente ilustración.



1. La médula ósea se localiza en los huesos largos (como el húmero). Dentro de ella, ciertas células, llamadas células madre o troncales, se dividen para dar origen a todos los tipos de glóbulos blancos (y también a los rojos y a los megacariocitos, de los que se originan las plaquetas).

2. El timo es una glándula ubicada por detrás del esternón; en ella madura un tipo particular de linfocito: el T.

3. Amígdalas y bazo: contienen linfocitos y células fagocíticas.

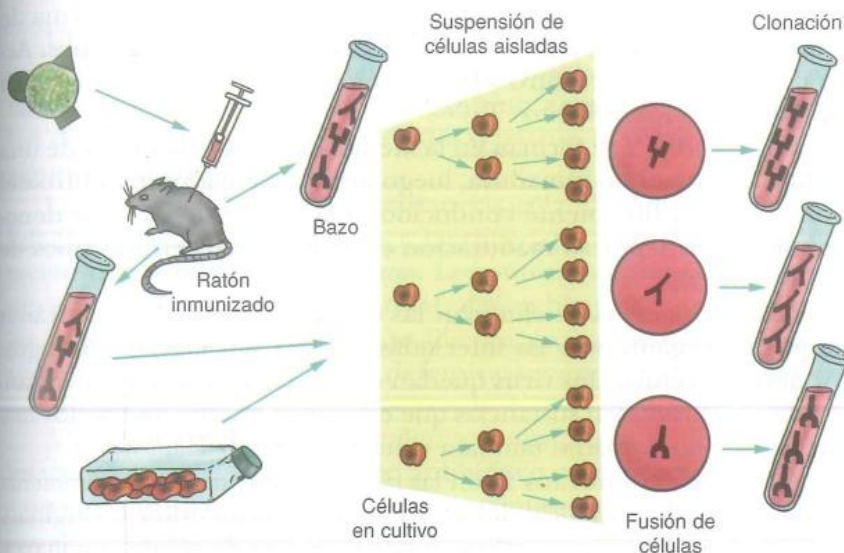
4. Vasos o conductos y nódulos o ganglios linfáticos: muchos microorganismos son capturados y conducidos al sistema linfático y dentro de éste a los nódulos. En ellos residen

glóbulos blancos fagocíticos y linfocitos. Los nódulos son abultamientos distribuidos por todo el cuerpo, pero hay zonas donde se encuentran más concentrados, como las axilas, la ingle y el cuello. Por esta razón es tan común que estas regiones se hinchen cuando hay un proceso infeccioso, lo que revela la gran actividad que allí se desarrolla.

Formación de linfocitos: la selección clonal

Cada linfocito es capaz de unirse a un antígeno particular. Esta capacidad de diferenciar a los determinantes antigénicos está dada por la presencia de moléculas proteicas, receptoras, presentes en sus membranas, y se conoce como *selección clonal*. ¿Cómo adquieren las células esta especificidad? Esto ocurre durante la etapa de maduración de cada linfocito, en la que se pone en contacto con una zona de una molécula antigénica. Después de esta unión, cada linfocito se dividirá originando un grupo de células idénticas a él, que se denomina *clon*.

La producción de linfocitos en un organismo es *policlonal*, en el siguiente sentido: varios linfocitos B son estimulados por un mismo antígeno, ya que cada linfocito producirá un anticuerpo para cada zona de ese antígeno. Así, la respuesta inmunológica es policlonal: cada individuo produce distintos clones de linfocitos B, uno para cada zona antigénica del agente invasor.

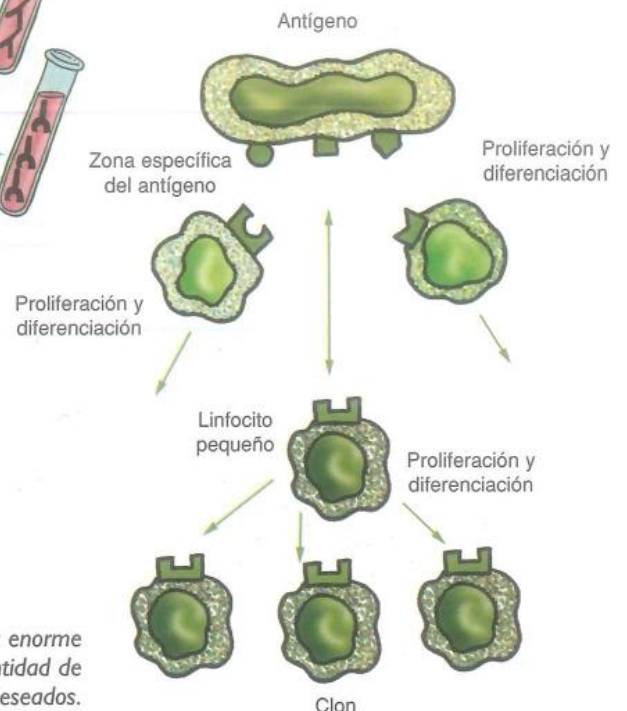


Cada linfocito tiene receptores para una única zona del antígeno, es decir, sólo es capaz de acoplarse o encastrarse en determinados sitios. Cuando el linfocito detecta la presencia de este antígeno, se divide, produciendo más linfocitos del mismo tipo. O sea, la presencia del antígeno estimula la producción de células de defensa.

La selección monoclonal tiene la enorme ventaja de obtener gran cantidad de los anticuerpos deseados.

Producción de anticuerpos monoclonales

Se introduce en un ratón un agente extraño, que estimula la producción de varios anticuerpos, tantos como antígenos posea el agente. Luego se extrae el bazo del ratón y se fusionan sus células con células cancerígenas, que tienen la capacidad de vivir mucho tiempo en cultivo (por eso se las llama inmortales). El híbrido resultante de la fusión, llamado *hibridoma*, se cultiva, y se seleccionan las células que produzcan un cierto anticuerpo. Estas células son *clonadas*, es decir, se las hace dividir para lograr un grupo de células idénticas, todas productoras del mismo anticuerpo.



Los linfocitos B

Defienden el organismo proliferando, es decir, dividiéndose y dando más linfocitos B.

En los mamíferos, la maduración de estos linfocitos se produce en la médula ósea. De allí se dirigen al bazo, las amígdalas y los nódulos linfáticos, donde cumplen sus funciones inmunológicas.

Una función muy importante de los linfocitos B se relaciona con la producción de las "células de la memoria", que elaboran anticuerpos, pero que además se caracterizan por su longevidad. Si un organismo se encuentra por segunda vez (o, incluso, más veces) invadido por el mismo agente infeccioso, las células de la memoria comienzan rápidamente a producir anticuerpos, evitando que se desarrolle la enfermedad, de la cual, algunas veces, se manifiestan síntomas leves.

Los linfocitos T

Hasta no hace mucho tiempo, se pensaba que la única forma de inmunidad era la que provenía de la acción de los anticuerpos. Actualmente se conoce otro tipo, también específica, de la cual son responsables los linfocitos T.

Los *linfocitos T* se forman en la médula ósea, bajo la forma de una célula precursora o inmadura, luego de lo cual maduran dentro del timo para ser finalmente conducidos a la sangre. Reciben la denominación de T por su maduración en el timo. Existen tres tipos de estos linfocitos:

Células T citotóxicas: eliminan las células cancerosas, las extrañas al propio organismo y las infectadas por virus, bacterias u hongos. Al destruir células, los virus quedan expuestos a la acción de los anticuerpos. Producen sustancias que estimulan la actividad de los macrófagos. Son llamadas también células *asesinas* o *T killer*.

Otro tipo de linfocitos T son las *células T coadyuvantes*, *cooperadoras*: responden a la presencia del antígeno, reproduciéndose y originando numerosas células idénticas, es decir, un clon de células auxiliares, productoras de sustancias que inducen el aumento de las células citotóxicas y de los linfocitos B. Por esta razón, también reciben el nombre de *auxiliares*.

Un tercer grupo de linfocitos T, las *células T supresoras*, inhiben la respuesta inmune, una vez eliminado el microorganismo invasor.

La respuesta inmune lograda a través de los linfocitos T consiste en la actividad de todas las células citadas interactuando; por eso, esta respuesta específica también recibe el nombre de respuesta mediada por células.