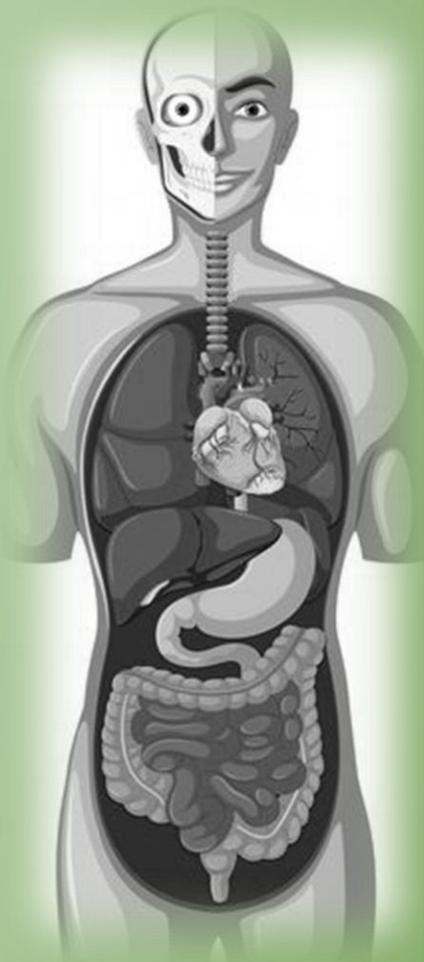


EEMP.A N° 1305 ANEXO APUL



# **CIENCIAS NATURALES**

## **3er año**

Profesora: Ferreyra Valeria

**2025**

# SISTEMA NERVIOSO

Cada movimiento del cuerpo, desde el más enérgico hasta el más imperceptible, está controlado por el **sistema nervioso**. La percepción de los estímulos externos e internos, las sensaciones que ellos provocan y la comunicación continua entre el organismo y el medio también dependen de él. Este complejo sistema es, a la vez, el responsable de los mecanismos que dan origen al pensamiento y de los que hacen posible el aprendizaje.

## Organización del sistema nervioso

El tejido nervioso está constituido por células altamente especializadas denominadas *neuronas*. Las fibras son prolongaciones de estas células que, en algunos casos, pueden tener hasta 30 centímetros de longitud. Las señales electroquímicas que viajan a lo largo de dichas fibras se conocen como **impulsos nerviosos**.

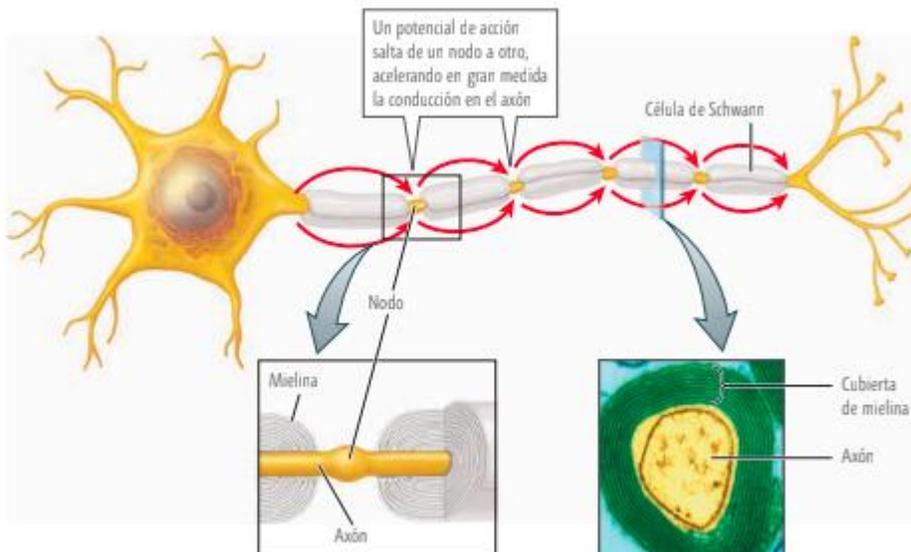
El sistema nervioso humano es altamente complejo: su principal característica radica en que, en relación con el cuerpo, el tamaño del encéfalo es el mayor entre todas las especies animales. El gran desarrollo encefálico, especialmente del cerebro, de sentir distintos tipos de emociones, de imaginar y de realizar una enorme variedad de actividades, muchas de las cuales requieren de un alto grado de precisión.

## Tejido nervioso

El tejido nervioso es una compleja y extensa red de neuronas interconectadas. Una neurona consta, básicamente, de un cuerpo celular del cual surgen dos tipos de prolongaciones: el **axón** y las **dendritas**. La mayor parte de las neuronas está acompañada por células que le proporcionan soporte y contribuyen a nutrir a la red neuronal. Se denominan *células gliales* y producen una sustancia llamada **mielina**. Cada axón es una fibra nerviosa. Las fibras de los nervios están rodeadas por un tipo particular de células gliales, denominadas *células de schwann*, cuyo citoplasma crece en forma envolvente alrededor del axón.

Las células de Schwann producen mielina, que es un componente lipídico de sus membranas. La mielina se comporta como un aislante eléctrico. Las *propiedades aislantes* de la mielina aumentan la velocidad de transmisión del impulso nervioso a lo largo del axón, ya que la señal eléctrica se transmite "a saltos" de un nodo a otro.

Cada segmento de la vaina de mielina comprendido entre dos nodos de Ranvier corresponde a una célula de Schwann.



A lo largo del axón, puede haber bifurcaciones, aunque la zona más ampliamente ramificada es el extremo. Las dendritas son más cortas y se ramifican a partir de su base. Cada axón es una fibra nerviosa. Los axones transmiten impulsos desde el cuerpo de la célula a la que pertenecen, hacia otras neuronas. Las señales ingresan por las dendritas o directamente al cuerpo celular. Allí, son integradas y moduladas para continuar la

transmisión a través del axón. Un solo axón puede llegar a conectarse con unas 1000 neuronas a través de sus ramas terminales.

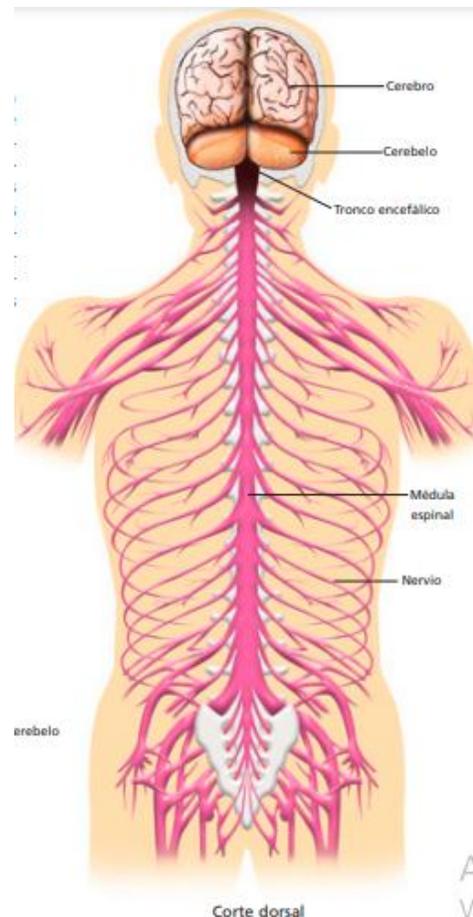
### Componentes de sistema nervioso

- El **encéfalo** está constituido por el tallo cerebral, el cerebelo y el cerebro.
- La **médula espinal** es un cilindro cuyo grosor es similar a un dedo meñique. Se encuentra en el interior de las vértebras, a lo largo de toda la columna. En ella, la sustancia gris se encuentra rodeada por la sustancia blanca.
- Las fibras nerviosas están agrupadas en haces que conforman los nervios.

*La neurona es la unidad anatómica y funcional del sistema nervioso. Además del cuerpo celular las neuronas poseen axones, que funcionan como cables que reciben sensaciones y transmiten impulsos, así como dendritas, mediante las cuales se comunican con otras células nerviosas.*

Se distinguen 3 tipos de neuronas:

- 1) **Sensitivas:** reciben el estímulo del órgano receptor.
- 2) **Motoras:** conducen el impulso nervioso o la “respuesta” desde el centro nervioso al órgano efector.
- 3) **De asociación:** que transmiten el impulso nervioso de un centro a otro.



### Transmisión del impulso nervioso

Las señales que son transmitidas desde los cuerpos celulares, a lo largo de los axones, son impulsos eléctricos. Pero la comunicación entre una neurona y otra es de naturaleza química, ya que se establece mediante la secreción de sustancias que fluyen a través de un pequeño espacio que hay entre ellas. Este tipo de conexión, en el cual la terminación de un axón libera neurotransmisores que son recibidos por una dendrita o por un sector de cuerpo celular, se denomina **sinapsis**.

Por lo general, un impulso nervioso se inicia por alteraciones en el cuerpo de las neuronas, provocadas por un estímulo, al que responden liberando neurotransmisores. Estos mensajeros químicos provocan un cambio en la membrana del axón, que desencadena la transmisión de señales eléctricas.

Los neurotransmisores también pueden actuar como inhibidores, de tal manera que son capaces de retrasar y detener la transmisión de un impulso.

### Clasificación del sistema nervioso por área de acción

A partir de sus diferentes funciones, el sistema nervioso se divide en:

- ★ **Sistema nervioso central (SNC).** Se subdivide en cerebro y médula espinal.
- ★ **Sistema nervioso periférico (SNP).** Se subdivide en neuronas sensoriales y neuronas motrices. Estas últimas se subdividen, a su vez, en el *sistema nervioso somático* y el *sistema nervioso autónomo*.

### SISTEMA NERVIOSO CENTRAL

La función esencial del **encéfalo** y la **médula espinal** consiste en reunir la información sensorial recibida en las diversas estructuras que lo constituyen, procesarla y transmitir dicha información hacia las vías nerviosas

que controlan los tejidos efectores del organismo, es decir, aquellos que ejecutarán la respuesta: los músculos y las glándulas.

### El encéfalo

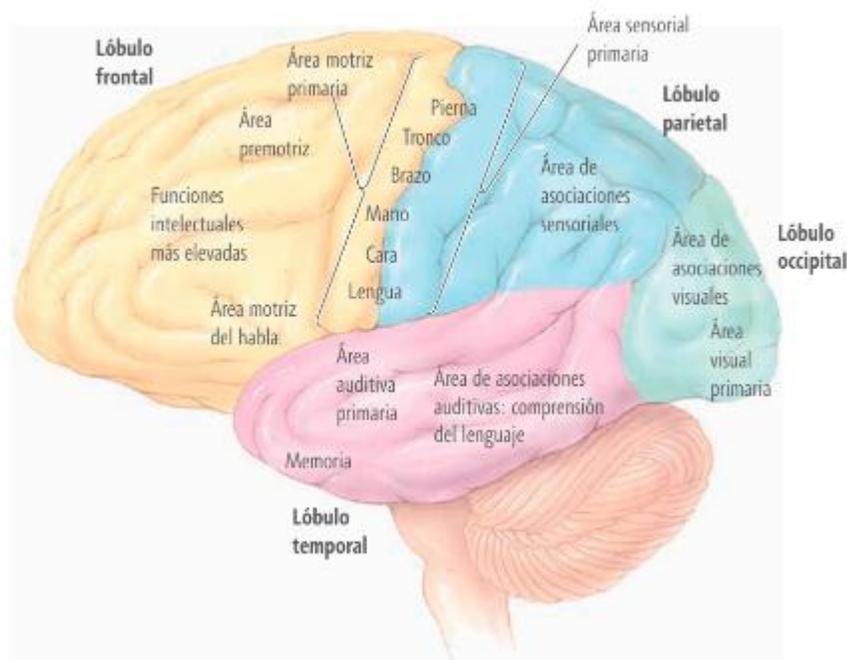
El encéfalo está constituido básicamente por el tallo cerebral, el cerebelo y el cerebro.

El tallo cerebral contiene grupos de cuerpos neuronales que controlan funciones tales como el latido cardíaco y la respiración. También se encuentran allí neuronas sensoriales y motoras que transmiten señales desde y hacia la piel, y los músculos de la cabeza. Por el tallo cerebral pasan todas las fibras nerviosas que comunican a la médula espinal con los centros de la parte superior del cerebro. Debido a que muchas de estas fibras se entrecruzan allí, las señales que entran y salen de un lado del cerebro controlan funciones del lado opuesto del cuerpo.

El **cerebelo** está formado por dos lóbulos, cuya superficie presenta profundos pliegues. Trabaja asociado con los órganos del equilibrio, ubicados en el oído interno, de modo que su función principal es controlar los movimientos y la posición del cuerpo. Actúa modificando y coordinando los impulsos que provienen de los centros motores del cerebro y de las terminaciones nerviosas de los músculos.

El **cerebro** es el órgano más voluminoso del encéfalo. Presenta una fina capa de *sustancia gris* en el exterior, *sustancia blanca* por debajo de esta y una serie de núcleos grises inmersos en la sustancia blanca. Se diferencian en él los hemisferios derecho e izquierdo, separados por una hendidura longitudinal. El cerebro humano se diferencia del de los otros animales por la diversidad de actividades que es capaz de desarrollar. No solo controla el movimiento y transforma estímulos en sensaciones, sino que también es el responsable de la capacidad de pensar, de memorizar, de aprender y de sentir distintos tipos de emociones. Una franja de la corteza cerebral controla específicamente las funciones sensoriales y otra, paralela a esta, las funciones motoras. Cada una de las secciones de estas áreas se asocia con una parte del cuerpo.

**FIGURA 5.48** El encéfalo es la parte más grande del sistema nervioso central, está conformado por los órganos aquí señalados.



### La médula espinal

La médula espinal es la principal vía de comunicación del sistema nervioso, ya que a través de ella se transmite información entre el encéfalo y el sistema nervioso periférico. La sustancia gris se encuentra en el interior de la médula, y está constituida principalmente por los cuerpos celulares de las neuronas y por células gliales.

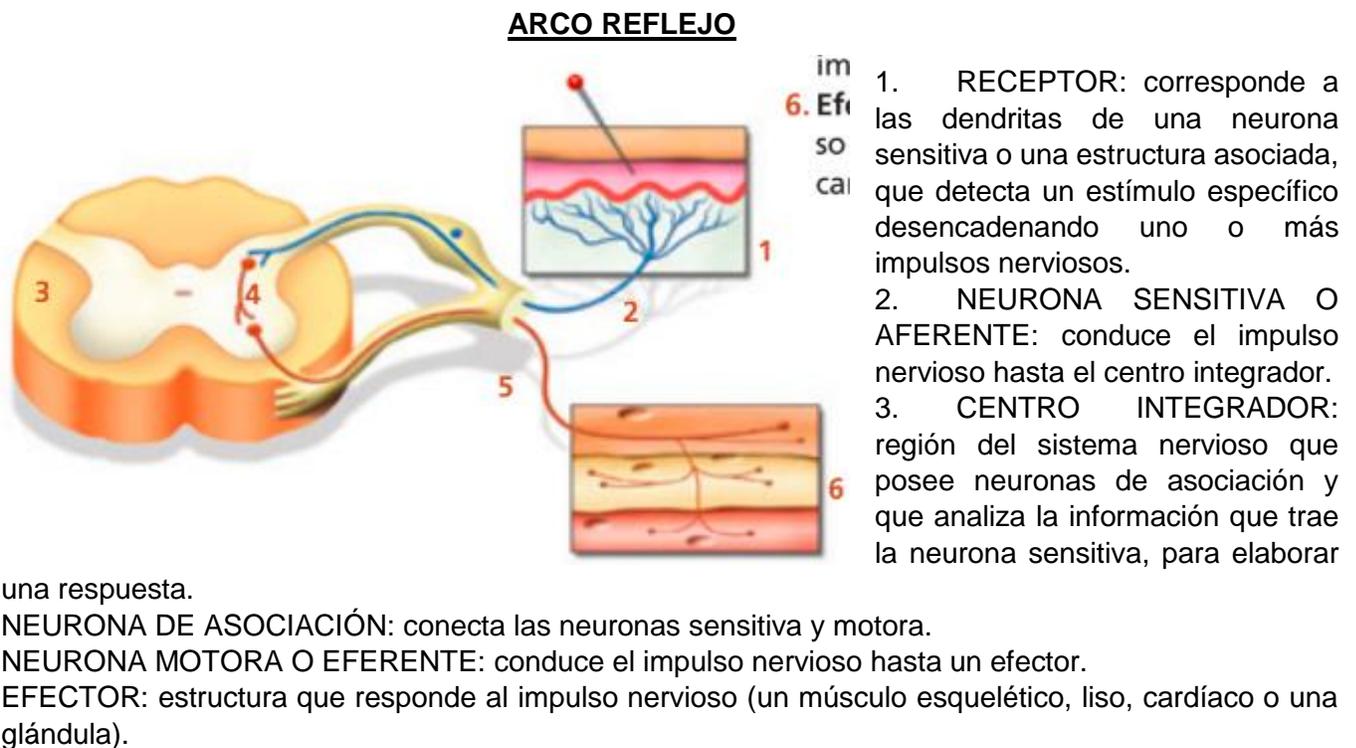
La sustancia blanca, ubicada en la periferia, es el conjunto de fibras nerviosas recubiertas por mielina. Estas fibras conducen información de las zonas periféricas del cuerpo hacia zonas superiores de la médula y del encéfalo, hasta distintas regiones periféricas del organismo. Las fibras del primer grupo forman las vías sensitivas y las del segundo forman las vías motoras.

A lo largo de la médula espinal, se ramifican los nervios de a pares. Cada uno de los nervios tiene dos raíces, una delante de la otra. La raíz delantera o ventral solo transmite impulsos motores, la raíz posterior o dorsal transmite impulsos sensoriales. En conjunto, forman los nervios raquídeos, que son nervios mixtos, es decir, motores y sensoriales.

Además, de permitir la comunicación entre el encéfalo y los nervios, la médula espinal es capaz de elaborar respuestas en situaciones en las que se necesita una reacción rápida, antes de que el mensaje llegue al cerebro. Este mecanismo de defensa se denomina *acto reflejo* y es involuntario. El recorrido completo del impulso nervioso, desde la percepción del estímulo hasta que se efectúa la respuesta, se llama *arco reflejo*.

El **arco reflejo**, intervienen varias estructuras: un receptor sensorial que origina un impulso que es conducido por las dendritas de las neuronas sensitivas; una neurona sensitiva ubicada en el ganglio espinal, una neurona motora presente en la sustancia gris de la médula y el axón de estas neuronas, que transmiten el impulso nervioso hasta el órgano efector.

Existen otros actos reflejos cuyos centros no se encuentran en la médula sino en otras regiones del encéfalo, como el reflejo pupilar, que se origina por los cambios en la intensidad de luz de un ambiente, o el reflejo de la micción, que se produce por la distensión de la vejiga cuando está ocupada por la orina.



### **SISTEMA NERVIOSO PERIFÉRICO**

Las fibras nerviosas que comunican el sistema nervioso central con todos los tejidos corporales constituyen el sistema nervioso periférico. Las fibras que transmiten los impulsos desde el encéfalo o la médula espinal hacia los órganos efectores son neuronas motoras o eferentes, las que llevan señales desde los órganos de percepción de estímulos hacia el sistema nervioso central con neuronas sensitivas o aferentes.

Un **nervio** está formado por un grupo de fibras nerviosas rodeadas por diversas capas de tejido conectivo.

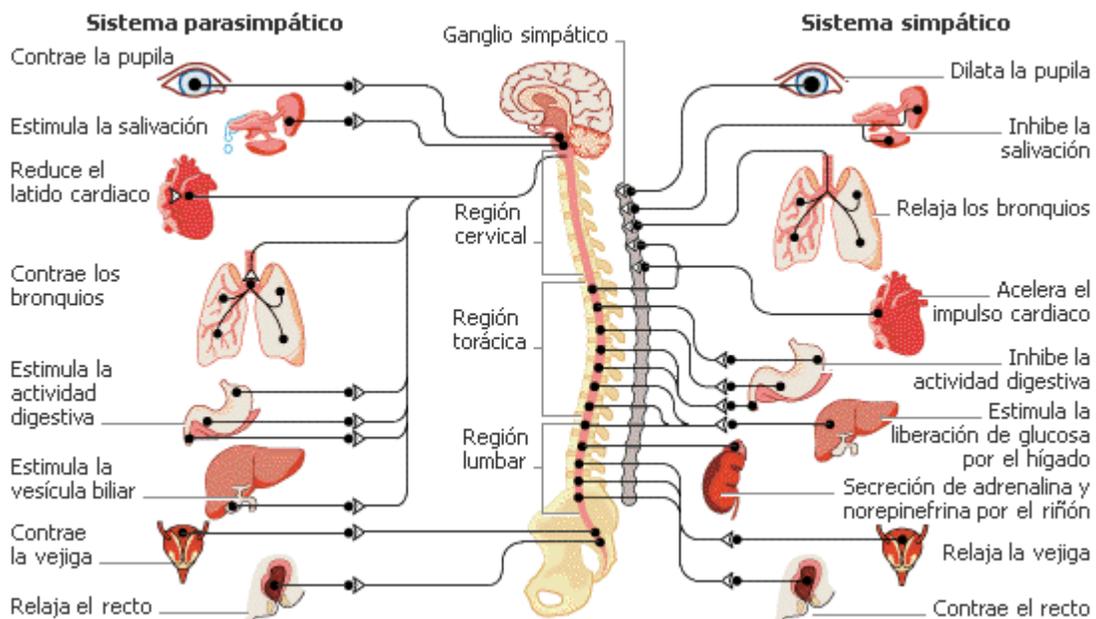
En la especie humana hay 12 pares de nervios craneales, que están conectados directamente con el encéfalo, y 31 pares de nervios espinales, que están unidos a la médula.

Los nervios craneales transmiten los impulsos provenientes de los órganos de los sentidos hacia el cerebro y desde él hacia los órganos efectores, ubicados en el cuello y la cabeza. Entre los nervios craneales algunos solo tienen función motora, otros sensoriales y algunos son nervios mixtos.

Entre los primeros, se encuentran los que inervan los músculos de los ojos y que permiten su movimiento. Entre los nervios exclusivamente sensoriales, se pueden mencionar los que conducen los impulsos nerviosos provenientes de los receptores sensoriales hacia las zonas de procesamiento del encéfalo, como el nervio óptico, el olfatorio o el auditivo.

Los nervios raquídeos son todos nervios mixtos que emergen de la columna vertebral a través de los agujeros que forman dos vértebras contiguas e inervan las regiones torácicas, abdominal y las extremidades del cuerpo. Entre estos nervios se puede mencionar al **nervio ciático**, el más grueso del organismo, que se distribuye en gran parte de las extremidades inferiores hasta los pies.

- ✚ **Sistema nervioso somático:** Las vías motoras de este sistema controlan los movimientos de los músculos esqueléticos; por eso, se asocia el sistema nervioso somático con las respuestas voluntarias. Sin embargo, ciertos movimientos de estos músculos, como los actos reflejos, no dependen de la voluntad.
- ✚ **Sistema nervioso autónomo:** Este sistema de fibras nerviosas controla el músculo cardíaco y la musculatura lisa, que es la responsable de los movimientos de los órganos.



Las vías parasimpáticas emergen desde la base del cerebro y desde el último tramo de la médula espinal. Las fibras simpáticas están conectadas a la región lumbar y torácica de la médula. Como se puede ver, la mayor parte de los órganos internos del cuerpo están inervados por ambos tipos de fibras. Generalmente, las simpáticas transmiten impulsos que preparan al cuerpo para que entre en acción en situaciones de riesgo. La división parasimpática actúa inhibiendo este tipo de reacciones, de tal manera que contribuye a restituir el equilibrio del organismo.

**Actividades:**

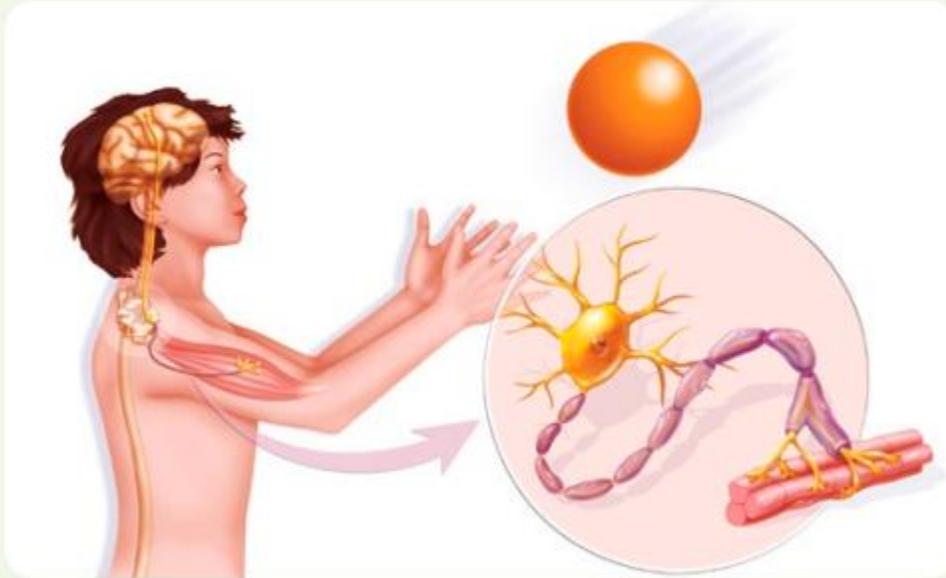
- 1) ¿Qué diferencias existen entre el SNC y el SNP, en cuanto a su localización, función y control?
- 2) Teniendo en cuenta las acciones que realizan los sistemas simpático y parasimpático, explica cómo intervienen en las siguientes situaciones:

**Situación 1:** Ana viaja a Misiones a conocer las Cataratas del Iguazú y una de las excursiones recomendadas por los guías era recorrer la selva para apreciar las bellezas naturales, cascadas y

faunas autóctonas. En un momento del recorrido, Ana escuchó un rugido. En ese preciso instante, comenzó a correr velozmente por el sendero buscando un claro en el medio de la copiosa vegetación misionera.

**Situación 2:** Marina esperaba con ansias el día de su cumpleaños. Celebraría con su familia y amigos y daría un gran banquete, donde se comerían deliciosos platos salados y torta de cumpleaños. Ese día llegó y todos festejaron. Comieron y tomaron. Estuvieron relajados un buen rato escuchando música tranquila hasta que luego llegó el momento del cotillón y el baile. Marina estaba feliz, agradecida por el agasajo.

2 Observa el esquema que se presenta a continuación. En él se representan mecanismos nerviosos involucrados en la respuesta sensorial que ejecuta una persona cuando se le lanza una pelota.



→ Explica, en el recuadro de más abajo, el proceso representado en el esquema. Para ello, realiza lo que se solicita a continuación.

Identifica el estímulo y la localización de los receptores sensoriales y de los efectores.

Describe el rol de los receptores sensoriales, la médula espinal, el cerebro y los efectores.

Representa cómo se produce y propaga la señal electroquímica en los receptores.

# SISTEMA ENDOCRINO

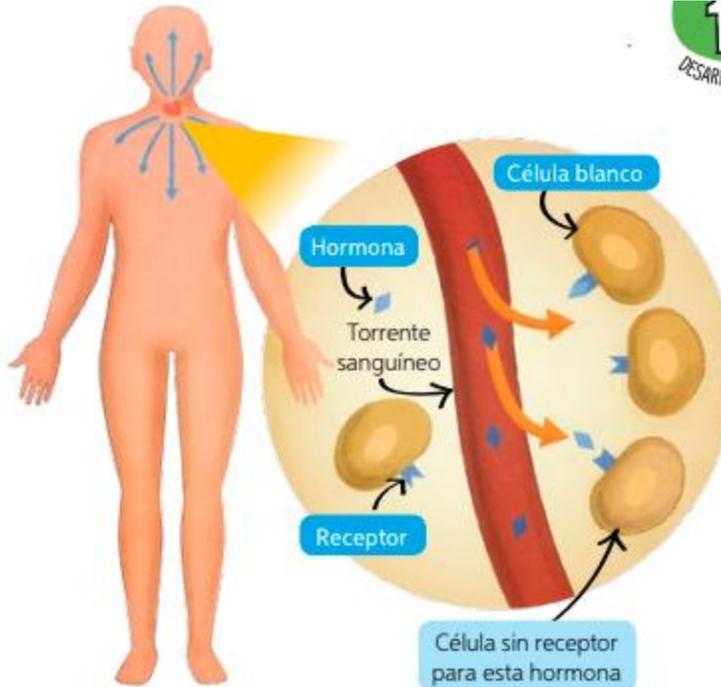
El sistema endocrino está constituido por un conjunto de glándulas distribuidas en diferentes regiones del cuerpo. En ellas, se sintetizan y secretan las hormonas, que viajan a través de la sangre o de otros fluidos corporales hacia las células sobre las cuales ejercen su acción, denominadas *células blanco*. También se llaman *tejido u órgano blanco* a aquel cuyo funcionamiento está regulado por determinadas hormonas.

Las glándulas endocrinas se diferencian de las exocrinas por las vías en las que vierten las sustancias que secretan:

- Los productos de las glándulas exocrinas son transportados por conductor especiales. Ejemplos de estas glándulas son las sudoríparas, las mamarias y las digestivas;
- Las glándulas endocrinas, en cambio, secretan las hormonas hacia los fluidos extracelulares. Desde ellos, las hormonas difunden hacia el torrente sanguíneo, para ser transportadas hacia los tejidos blanco. La glándula hipófisis, la tiroides y las glándulas suprarrenales son ejemplos de ellas.

El mecanismo de control ejercido por el sistema endocrino es menos veloz que el sistema nervioso, debido a que la circulación sanguínea es una vía de transporte más lenta que la transmisión de impulsos por las vías nerviosas. La efectividad del sistema endocrino radica en la seguridad de sus mecanismos

## ✚ Mecanismo de acción hormonal:



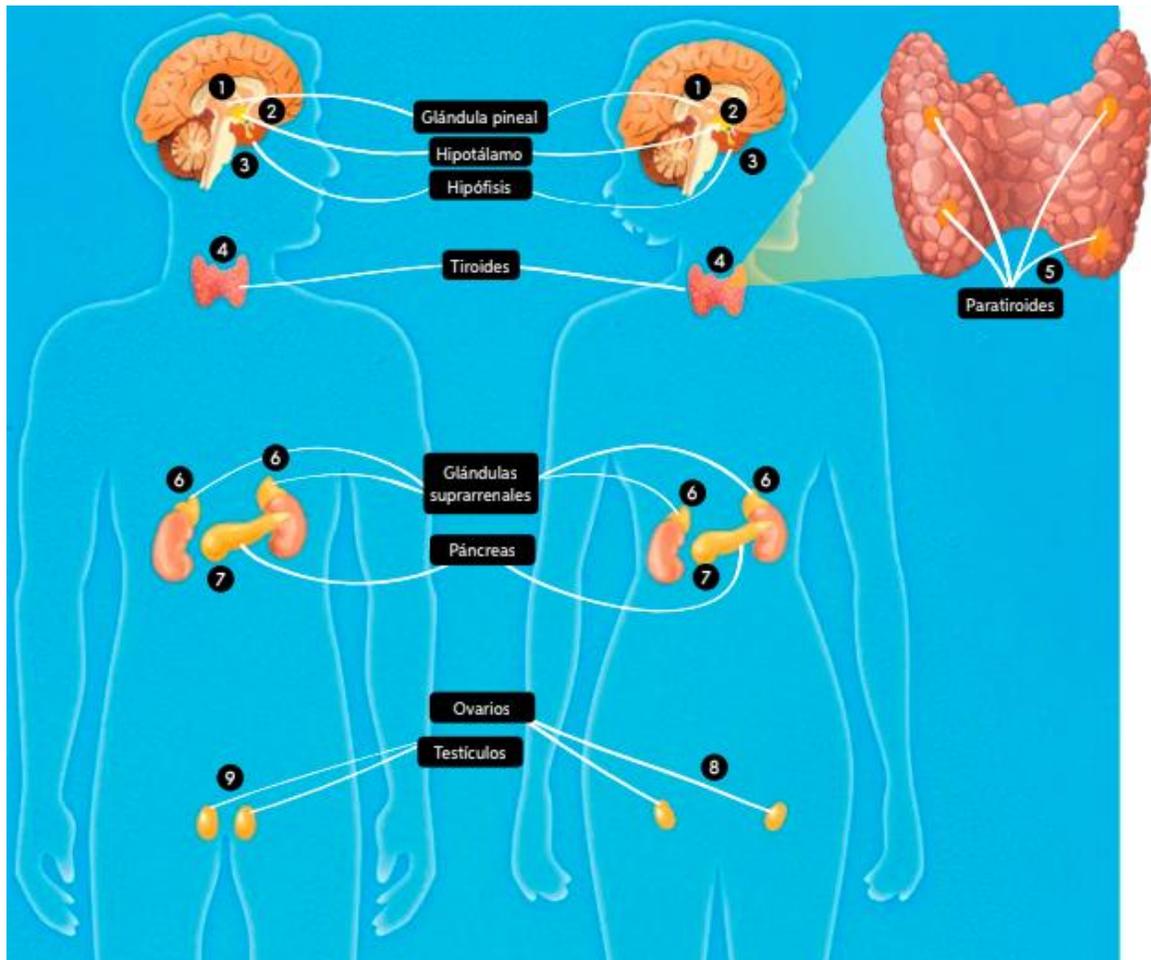
El sistema endocrino actúa a través de sustancias químicas llamadas **hormonas**, que son secretadas por estructuras denominadas **glándulas endocrinas** y transportadas a través del torrente sanguíneo hacia otros órganos y células sobre los que ejercen su función. Como se representa en el esquema, las hormonas son liberadas, al ser liberadas, ingresan al torrente sanguíneo; luego, abandonan la sangre y llegan a distintas células. Sin embargo, cada hormona se unirá solo a sus **células blanco o diana**, que presentan receptores específicos para ella. Estos **receptores** pueden estar ubicados en la membrana plasmática o en el interior de la célula.

## ✚ Principales glándulas endocrinas

Con la excepción de los ovarios y los testículos, hombres y mujeres presentan las mismas glándulas endocrinas.

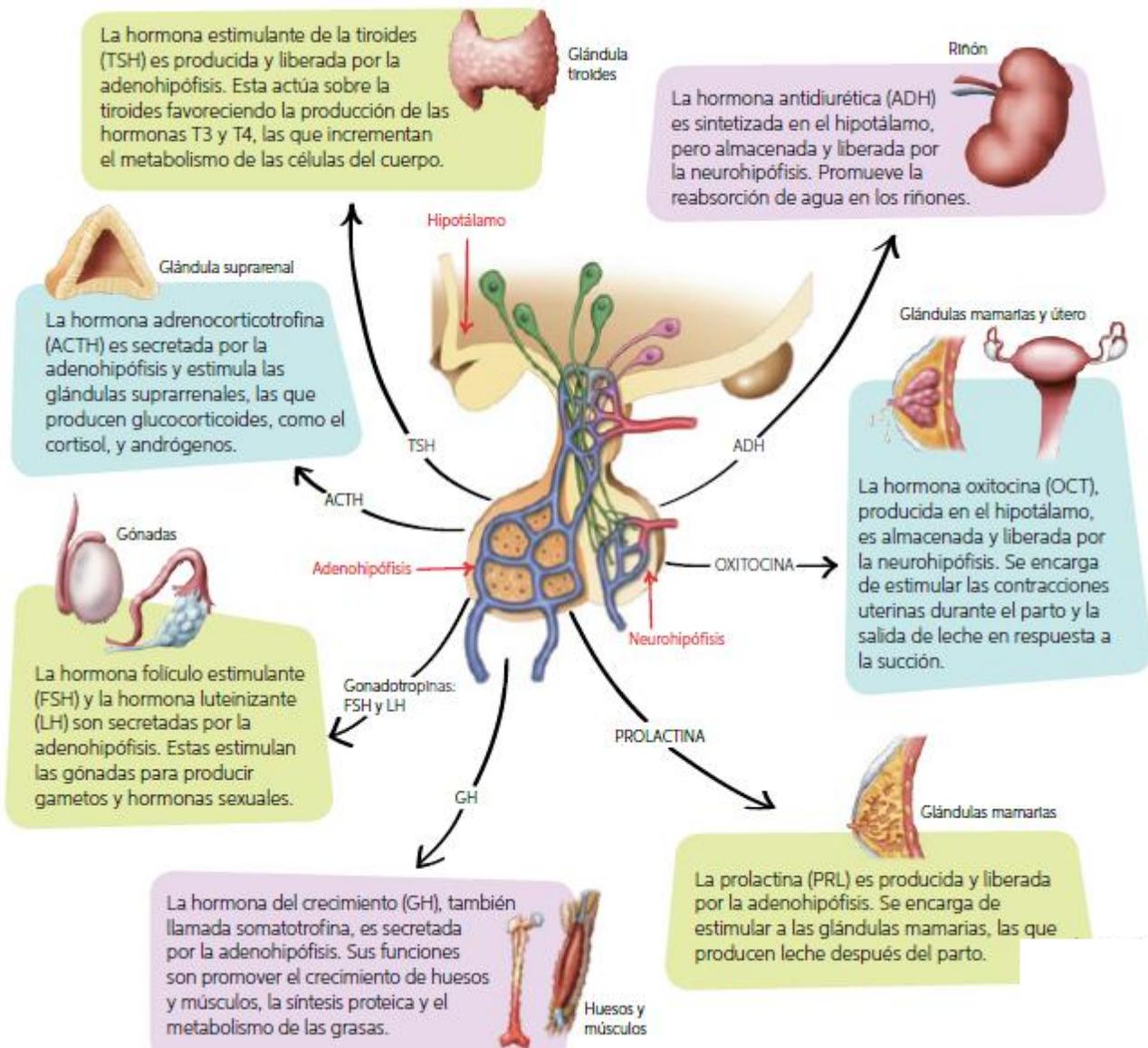
1. **Hipotálamo:** estructura nerviosa que se encuentra en la base del cerebro y que cumple funciones endocrinas. Produce dos tipos de hormonas: unas que controlan la secreción hormonal de la glándula hipófisis y otras que se almacenan en esta última.
2. **Hipófisis o pituitaria:** se ubica por debajo del hipotálamo y se divide en **hipófisis anterior** o **adenhipófisis** y en **hipófisis posterior** o **neurohipófisis**. Secreta hormonas que actúan directamente sobre diversos tejidos blanco y otras que regulan la actividad de distintas glándulas.
3. **Glándula pineal:** se ubica entre los hemisferios cerebrales y forma parte del diencefalo. Produce **melatonina**, hormona relacionada con la regulación de los ciclos reproductivos estacionales y los ciclos de sueño-vigilia.

4. **Tiroides:** glándula con forma de mariposa que se ubica en el cuello, delante de la tráquea. Secreta las hormonas **tiroxina (T4)** y **triyodotironina (T3)**, ambas involucradas en la regulación del metabolismo celular.
5. **Paratiroides:** son cuatro glándulas que se localizan en la parte posterior de la tiroides. Produce y libera **paratohormona (PTH)**, encargada de regular la concentración de calcio y de fósforo en el organismo.
6. **Glándulas suprarrenales:** se localizan sobre los riñones. están constituidas por la **corteza** (capa exterior) y la **médula** (centro de la glándula). La corteza secreta principalmente **cortisol** y **aldosterona**; la **médula, adrenalina y noradrenalina**.
7. **Páncreas:** está detrás del estómago y se conecta con el duodeno. Presenta una porción endocrina que produce las hormonas **insulina y glucagón**, ambas involucradas en la regulación de la glucemia.
8. **Ovarios:** se sitúan en la cavidad pélvica. Secretan las hormonas sexuales femeninas: **estrógenos y progesterona**. Los estrógenos promueven el desarrollo de las características sexuales femeninas secundarias y la maduración de los ovocitos. Además, esta hormona estimula el crecimiento del revestimiento uterino. La progesterona, en tanto, prepara al útero para la implantación del embrión.
9. **Testículos:** se encuentran en el interior del escroto. Secretan la hormona **testosterona** que determina los caracteres secundarios masculinos y estimula la espermatogénesis.



## Regulación de la secreción hormonal

La acción de los sistemas nervioso y de la del endocrino se integran mediante el hipotálamo. Esta estructura presenta células nerviosas, que secretan hormonas, denominadas **neurohormonas**. Algunas de estas células secretan hormonas liberadoras o inhibidoras, que controlan la liberación hormonal de la adenohipófisis. Otras, producen hormonas que son almacenadas por la neurohipófisis. Desde adenohipófisis y la neurohipófisis, las hormonas secretadas ingresan a los capilares y así se distribuyen por todo el cuerpo hasta llegar a sus células blanco. La neurohipófisis almacena y libera las neurohormonas producidas por el hipotálamo: la hormona **antidiurética (ADH)** y la **oxitocina (OCT)**. Por su parte, la adenohipófisis produce dos tipos de hormona: las **tróficas: TSH, gonadotrópicas y ACTH**, que estimulan la secreción de otras glándulas endocrinas, como la tiroides y las suprarrenales; y las **no tróficas: prolactina** y la **hormona del crecimiento (GH)**, que actúan directamente sobre las células blanco.

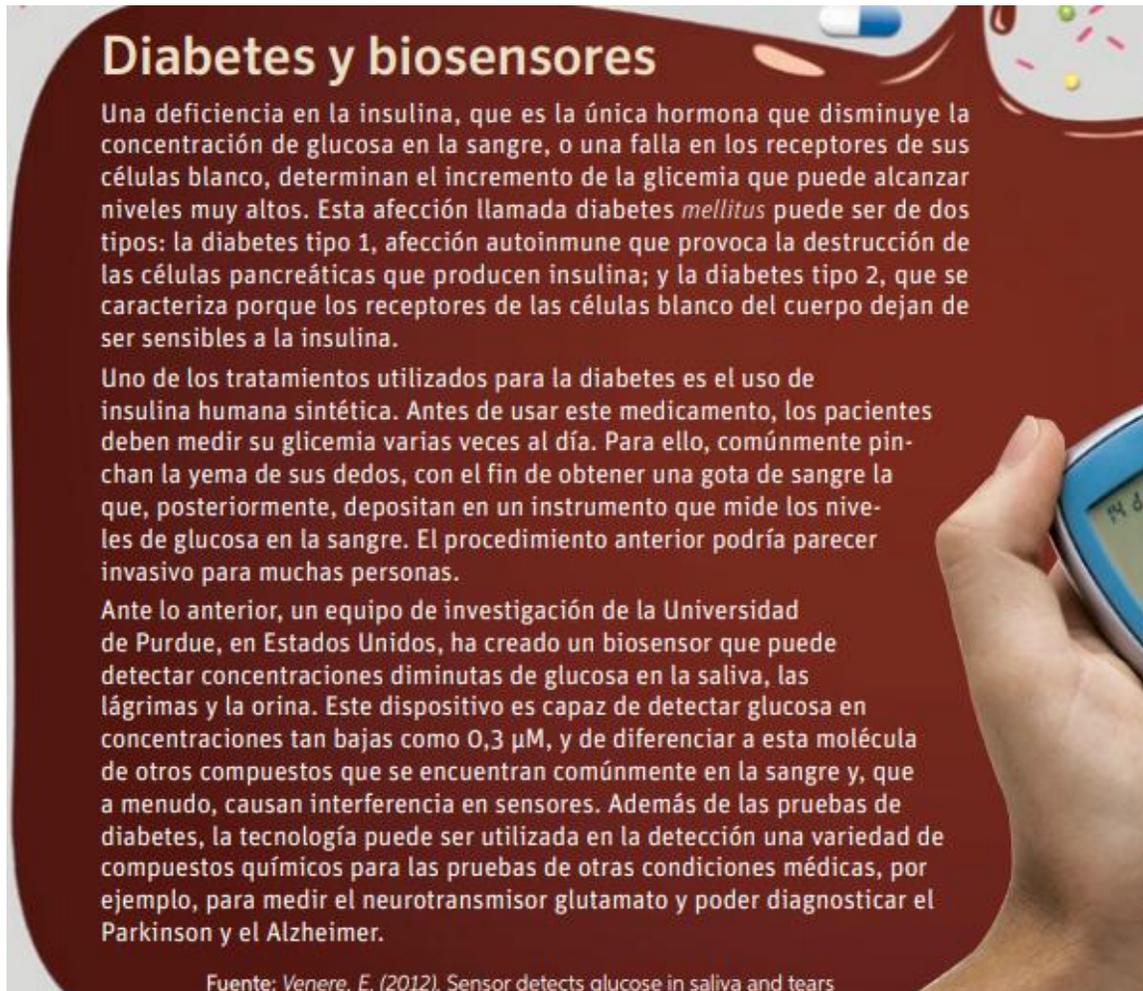


### El rol del páncreas en la regulación de la glucemia

Las hormonas que secreta el páncreas son la **insulina** y el **glucagón**, que intervienen en el control del nivel de glucosa en la sangre y en el del aprovechamiento de 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 de glucógeno a glucosa en las células hepáticas.



## Diabetes y biosensores

Una deficiencia en la insulina, que es la única hormona que disminuye la concentración de glucosa en la sangre, o una falla en los receptores de sus células blanco, determinan el incremento de la glicemia que puede alcanzar niveles muy altos. Esta afección llamada diabetes *mellitus* puede ser de dos tipos: la diabetes tipo 1, afección autoinmune que provoca la destrucción de las células pancreáticas que producen insulina; y la diabetes tipo 2, que se caracteriza porque los receptores de las células blanco del cuerpo dejan de ser sensibles a la insulina.

Uno de los tratamientos utilizados para la diabetes es el uso de insulina humana sintética. Antes de usar este medicamento, los pacientes deben medir su glicemia varias veces al día. Para ello, comúnmente pinchan la yema de sus dedos, con el fin de obtener una gota de sangre la que, posteriormente, depositan en un instrumento que mide los niveles de glucosa en la sangre. El procedimiento anterior podría parecer invasivo para muchas personas.

Ante lo anterior, un equipo de investigación de la Universidad de Purdue, en Estados Unidos, ha creado un biosensor que puede detectar concentraciones diminutas de glucosa en la saliva, las lágrimas y la orina. Este dispositivo es capaz de detectar glucosa en concentraciones tan bajas como  $0,3 \mu\text{M}$ , y de diferenciar a esta molécula de otros compuestos que se encuentran comúnmente en la sangre y, que a menudo, causan interferencia en sensores. Además de las pruebas de diabetes, la tecnología puede ser utilizada en la detección una variedad de compuestos químicos para las pruebas de otras condiciones médicas, por ejemplo, para medir el neurotransmisor glutamato y poder diagnosticar el Parkinson y el Alzheimer.

Fuente: Venere, E. (2012). Sensor detects glucose in saliva and tears

### Actividades:

- 1) Martín comió una porción de torta. Luego de un rato, sus niveles de glucosa en sangre aumentaron.
  - a. ¿Qué hormona debería liberar el páncreas?
  - b. ¿Qué órgano ayuda a reducir el nivel de glucosa almacenándola?
- 2) ¿Qué hormona produce el páncreas cuando comemos y sube la glucosa en sangre?
- 3) ¿Qué relación tiene esta función del páncreas con la diabetes?
- 4) Elegí una hormona (ej: insulina, adrenalina, hormona del crecimiento) y explicá:
  - Una glándula la produce
  - Que función cumple
  - Qué pasa si no se produce correctamente

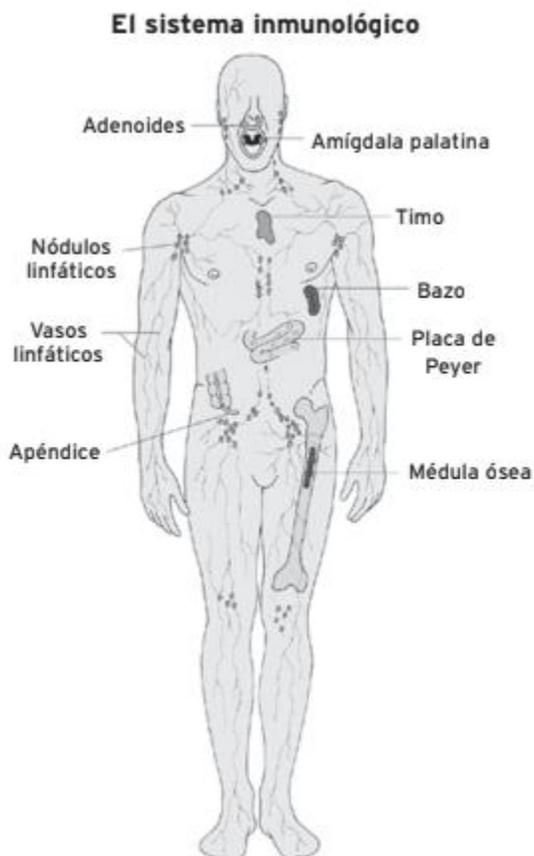
- 5) ¿Cuál es la relación entre el sistema endocrino y el sistema nervioso?
- 6) Identifica en los siguientes ejemplos si la sustancia secretada corresponde a una glándula endocrina o exocrina. Ej: insulina, leche materna, saliva, testosterona, sudor, sebo.

## SISTEMA INMUNOLÓGICO

El sistema inmunológico posee mecanismos para distinguir entre los componentes propios del organismo y los ajenos a él. Así, al detectar la presencia de un componente extraño, el organismo desencadena una reacción destinada a eliminarlo, llamada *respuesta inmunológica o inmune*.

La respuesta inmune se diferencia de las otras defensas del cuerpo en que es altamente específica, es decir, que se da una respuesta determinada para cada invasor, y la especificidad de la respuesta se debe fundamentalmente a la acción de ciertos tipos de glóbulos blancos: los linfocitos. Los lugares del organismo donde se originan, mudan y actúan estas células forman el sistema inmunológico o inmune, que incluye la médula ósea, el timo, los vasos linfáticos, los ganglios linfáticos, las amígdalas, el bazo, y ciertas células del intestino delgado.

Los glóbulos blancos, al igual que el resto de las células de la sangre, se fabrican en la médula de los huesos largos y en los huesos planos. Estos glóbulos se originan a partir de células indiferenciadas que sufren un proceso de maduración en la médula ósea y en el timo, por lo que se los denomina órganos linfoides primarios. El resto de los órganos del sistema inmunológico actúa como reservorios de linfocitos: son los órganos linfoides secundarios.



- El **timo** es una glándula ubicada por detrás del esternón. Es grande en los niños y se atrofia después de la pubertad.
- El **bazo** es un órgano ubicado por detrás del estómago; en él se encuentran abundantes linfocitos. Los materiales extraños entran al bazo a través de la vía sanguínea y no la linfática, por lo que este órgano es fundamental en las infecciones llevadas por la sangre.
- La **médula ósea** se forman los linfocitos.
- Los **adenoides** son un tejido linfoide de la cavidad nasal.
- Las **amígdalas** están ubicadas en la entrada de la faringe, atrapan las partículas que son llevadas a través del aire.
- En la **pared del intestino**, se encuentran unos manchones de tejido linfoide, que protege al cuerpo de los microorganismos que habitan normalmente en el intestino. Son las placas de Peyer del intestino delgado.
- Los **vasos linfáticos** son la vía de retorno del líquido extracelular (líquido que baña las células) al sistema circulatorio. A lo largo de este conjunto de vasos, se encuentran unas masas de tejido esponjoso llamadas nódulos o ganglios linfáticos.

## **Defensas no específicas**

El organismo humano cuenta con mecanismos de defensa que evita la entrada de microorganismos que podrían ser perjudiciales para la salud.

### **★ Primera línea de defensa: barreras estructurales**

La primera línea de defensa con que se enfrentan los microorganismos está integrada por la piel que recubre al cuerpo exteriormente y por las mucosas que revisten los conductos internos.

### **★ Segunda línea de defensa: la respuesta inflamatoria**

Cuando se produce una herida en la piel, los microorganismos encuentran una vía de entrada directa a los tejidos internos del organismo. Sin embargo, allí se encuentran con una segunda línea de defensa: el proceso inflamatorio.

Las células presentes en la zona de la herida liberan una sustancia, la histamina, que provoca una mayor irrigación de sangre hacia la zona afectada. La acumulación de sangre produce hinchazón, enrojecimiento y un aumento de la temperatura en el área lesionada, lo que crea un ambiente poco propicio para el desarrollo de algunos microorganismos. Además, las paredes de los capilares sanguíneos se hacen más permeables, y permiten que algunos glóbulos blancos los abandonen y se dirijan al tejido lesionado. Allí, los glóbulos blancos (los macrófagos) atrapan las bacterias y sustancias tóxicas, y las fagocitan.

La inflamación también es un mecanismo de defensa inespecífico, ya que los glóbulos blancos eliminan por igual cualquier tipo de microorganismo que pueda entrar a través del área lesionada. La mayoría de los glóbulos blancos que participan en este proceso mueren y son reemplazados por otros glóbulos que se originan en la médula de los huesos. El **pus** se forma en una herida que contiene, principalmente, glóbulos blancos muertos, resto de tejido dañado y microorganismos muertos.

Durante el proceso inflamatorio, los monocitos y los macrófagos liberan una proteína que puede provocar fiebre.

La eliminación de microorganismos patógenos va acompañada por un proceso de coagulación y cicatrización en el que intervienen las plaquetas de la sangre. Estas se agrupan y bloquean las lesiones de los capilares sanguíneos más pequeños y liberan una sustancia (fibrina), que forma una red alrededor de la herida donde quedan atrapados los glóbulos rojos. De esta forma, la herida se cierra, evitando no solo la pérdida de sangre sino también la entrada de otros microorganismos. Las células que rodean la herida se dividen y regeneran la piel dañada.

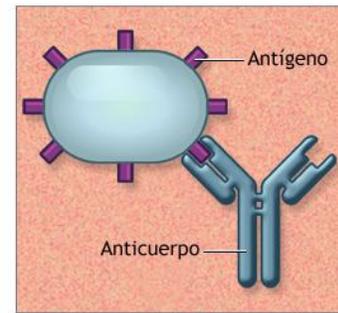
## **Defensas específicas:**

Son mecanismos especializados mediante los cuales se reconoce el agente extraño que ingresa en el organismo, y se elabora una respuesta para eliminarlo. Esta respuesta es específica para cada agente extraño e involucra la acción del sistema inmunológico, por eso se denomina “respuesta inmune”. En esta reacción intervienen los glóbulos blancos y las moléculas que fabrican, como los anticuerpos.

## **Tipos de inmunidad**

El cuerpo cuenta con tres líneas de defensa contra los ataques microbianos.

- **Primera:** barreras externas que impiden que los microorganismos entren en el cuerpo
- **Segunda:** defensas internas no específicas que combaten a los invasores.
- **Tercera:** el sistema inmunitario dirige su ataque, una respuesta inmunitaria, contra microbios específicos.



Los anticuerpos son proteínas que el sistema inmunológico produce en respuesta a la presencia de un antígeno.

Existen dos tipos básicos de inmunidad: la **innata** o natural y la **adaptativa** o adquirida. Ambos tipos de inmunidad implican la **defensa contra agentes patógenos**.

La inmunidad **innata o natural**, incluye a todos aquellos “mecanismos” que tiene el organismo para combatir al microbio **antes que ocurra la infección**. Corresponde a la primera línea de defensa (piel, lagrimas, mocos, sudor).

La inmunidad **adaptativa o adquirida**, es una respuesta inmunitaria muy específica dirigida contra el invasor. El sistema inmunitario tiene un “ejército” de células individuales, muy bien coordinado, que requiere de complejas comunicaciones en las que intervienen hormonas, receptores, células, antígenos y anticuerpos. La inmunidad adaptativa, surge en respuesta a la exposición a un microbio en particular. Como este tipo de inmunidad se desarrolla en respuesta a una infección, y representa una adaptación a ella, es que recibe su nombre. Las principales características que presenta la inmunidad adquirida son su especificidad (capacidad de distinguir entre agentes patógenos diferentes, pero estrechamente emparentados, por lo que se le denomina también inmunidad específica) y la **capacidad de “recordar” y responder a repetidas exposiciones a un mismo microbio (memoria)**. Los componentes de la inmunidad adaptativa son los **linfocitos y sus productos**.

Los linfocitos participan en las respuestas inducidas por los antígenos que forman parte de microorganismos patógenos y que permiten reconocer a estos últimos como agentes extraños al organismo. Existen diferentes tipos de linfocitos que difieren en cómo reconocen y destruyen a los antígenos.

- los **linfocitos B** producen **anticuerpos** como resultado del reconocimiento de un antígeno determinado. Los anticuerpos son proteínas que reconocen al agente extraño, lo inactivan y facilitan su destrucción.
- los **linfocitos T ayudadores (helpers)**, al reconocer un antígeno presentado por una célula accesoria, secretan citoquinas que estimulan la proliferación y especialización de otros linfocitos, incluidos los macrófagos, además de la respuesta inflamatoria.
- las **células asesinas naturales**, que son un tipo de linfocito menos especializado, destruyen células infectadas por patógenos intracelulares, como los virus.

## 6 Inmunidad y vacunas

¿Qué son las vacunas?, ¿cómo se obtienen? Generalmente, para producir una vacuna que permita enfrentar una enfermedad infecciosa se utilizan muestras de **virus o bacterias enteros y “muertos”**, o **variantes atenuadas**. Estas vacunas, una vez en el interior del organismo, producen inmunidad (adaptativa o adquirida), debido a que generan una **respuesta inmunológica específica**.

El objetivo final de una inmunización ideal no es solo la **producción de anticuerpos** (inmunidad humoral) sino que también el desarrollo de **células citotóxicas** capaces de destruir a las células infectadas por el virus (inmunidad celular).

### Antígenos y anticuerpos

*Toda sustancia que es reconocida como extraña al organismo y que provoca una respuesta inmunológica se denomina **antígeno**. Los antígenos, desencadenan la respuesta inmune y determinan la fabricación de **anticuerpos específicos** contra ellos. Los anticuerpos que intervienen en cada caso son aquellos que “encajan” exactamente con los antígenos.*

Cada anticuerpo tiene dos sitios de unión para el tipo de antígeno que tenga la “forma” específica. Al tener dos sitios de unión, los anticuerpos pueden unirse a los antígenos situados sobre diferentes células.

### Preguntas:

- 1) ¿Qué función cumple el sistema inmunológico en el cuerpo humano?
- 2) Coloca V (verdadero) o F (falso)
  - a. Los linfocitos se fabrican únicamente en el bazo.
  - b. El timo y la médula ósea son órganos linfoides primarios.
  - c. La piel y las mucosas son ejemplos de la primera línea de defensa del cuerpo.
  - d. El pus está compuesto solo por microorganismos vivos.
- 3) Explica en que consiste la respuesta inflamatoria y cuáles son sus principales signos visibles.
- 4) Compará la inmunidad innata con la inmunidad adaptativa. ¿En qué se parecen y en qué se diferencian?
- 5) Completa:
  - Las plaquetas contribuyen a la defensa del cuerpo iniciando el proceso de \_\_\_\_\_, formando una red con \_\_\_\_\_ para cerrar la herida.
  - Los linfocitos B se encargan de producir \_\_\_\_\_, mientras que los linfocitos T helpers secretan \_\_\_\_\_.
  - El pus se forma por acumulación de \_\_\_\_\_, restos de \_\_\_\_\_ dañado y microorganismos \_\_\_\_\_.
  - Durante la inflamación, los capilares se vuelven más \_\_\_\_\_, permitiendo el paso de \_\_\_\_\_ hacia los tejidos lesionados.

### Sistema genital masculino

En los hombres, el sistema reproductor está formado por distintos órganos ubicados en la pelvis. El **pene** es el único órgano sexual externo. Es un órgano cilíndrico con un extremo abultado y muy sensible llamado glande. Está recubierto por piel muy fina que forma un repliegue, el *prepuccio*. En su interior, el pene tiene un tejido esponjoso con cámaras rodeadas por vasos sanguíneos. La **uretra** es un conducto que se extiende a lo largo del pene, y a través de este se expulsa el semen durante la eyaculación (por este conducto también sale la orina). Para que el semen ingrese en la vagina, el pene debe estar erecto. La erección es un mecanismo que involucra nervios y vasos sanguíneos.

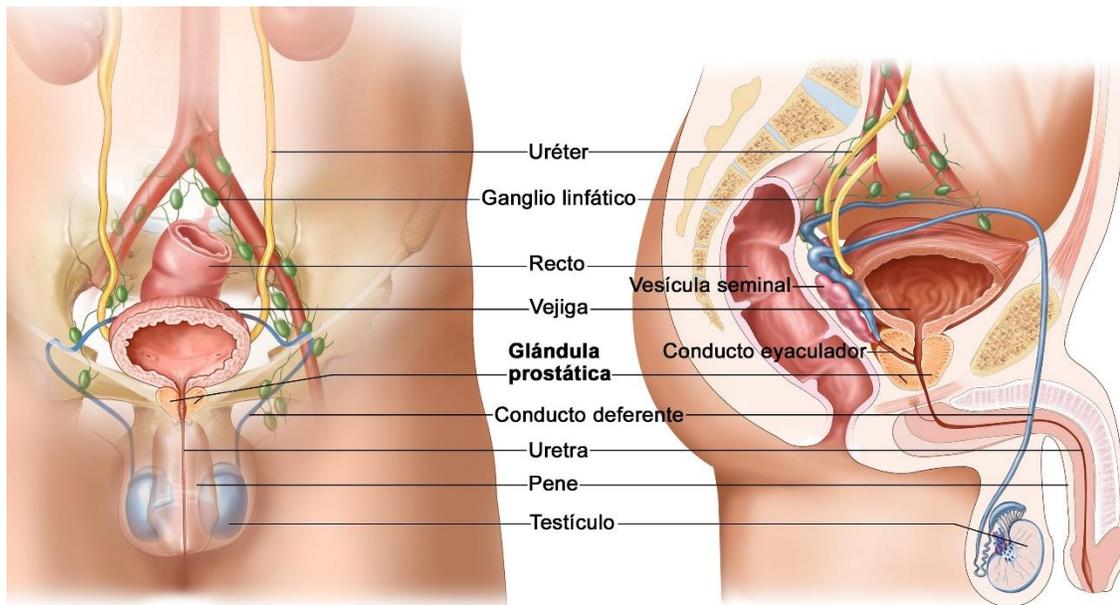
El **escroto** es una estructura constituida por una serie de envolturas que alojan a los testículos y a otros órganos, como los **epidídimos** y la primera porción de los **conductos deferentes**. El escroto permite regular la temperatura de los testículos de manera de posibilitar el desarrollo adecuado de los espermatozoides, que para madurar necesitan una temperatura menor a la temperatura corporal de 37°C.

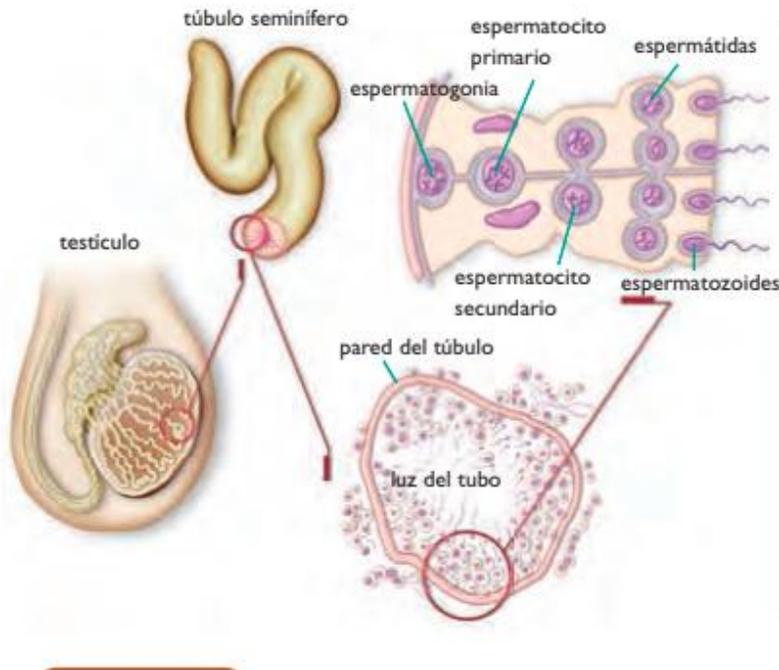
Los **testículos** son glándulas sexuales que cumplen una función endocrina, producen la hormona sexual masculina, **testosterona**, responsable de la aparición de los caracteres sexuales secundarios en los varones. Además, son las gónadas masculinas donde se forman los gametos masculinos o **espermatozoides**. Durante el desarrollo embrionario de un varón, los testículos están ubicados en el interior de la cavidad abdominal y descienden hacia la bolsa escrotal poco antes del nacimiento.

### Producción de espermatozoides

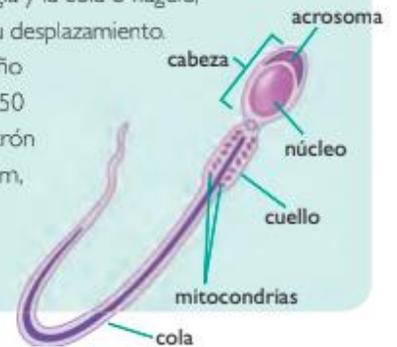
A partir de la pubertad, los varones producen espermatozoides continuamente. La generación de nuevos espermatozoides se llama **espermatogénesis**, y se produce en el interior de cada testículo. Allí se encuentran numerosos túbulos enrollados, los **tubos seminíferos**. Dentro de estos tubos, hay unas células llamadas **espermatozonias**, que dan origen a otro tipo de células: los **espermatozonitos primarios**, estos se dividen y forman los **espermatozonitos secundarios**, los cuales, al dividirse nuevamente, dan origen a las **espermátidas**. Luego, estas células maduran, adquieren movilidad y se convierten en espermatozoides, este último paso ocurre en los epidídimos, que están sobre los testículos. Los espermatozoides viajan por los conductos deferentes que, junto con las vesículas seminales, confluyen en el conducto eyaculador. Las vesículas seminales, la próstata y las glándulas de Cowper son glándulas que contribuyen a la formación del líquido seminal que se vierte a conducto eyaculador y que, junto con los espermatozoides, forman el **semen**. El líquido seminal contiene sustancias que nutren y favorecen el desplazamiento de los espermatozoides y ayudan a neutralizar la acidez de la vagina que podría matar a los espermatozoides. En cada eyaculación se pueden liberar entre 2,5 a 5 mililitros de semen, y cada mililitro contiene, aproximadamente, 100 millones de espermatozoides.

Los espermatozoides no se liberan solo en la eyaculación. Antes del coito y durante este, el pene libera un líquido lubricante llamado *líquido preseminal*, que también puede contener espermatozoides.



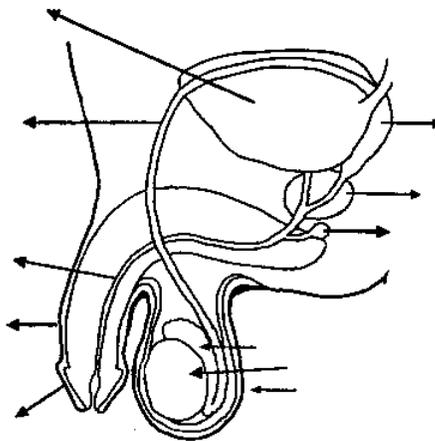


Los espermatozoides tienen forma hidrodinámica, es decir, que favorece su desplazamiento en un fluido como el semen. En su estructura, se pueden diferenciar: una cabeza que contiene al núcleo y una estructura llamada **acrosoma**, que contiene sustancias que facilitan la penetración del ovocito (gameto femenino), el cuello o pieza media en la que se encuentran las mitocondrias que le proporcionan energía y la cola o flagelo, que permiten su desplazamiento. Tienen un tamaño aproximado de 50 micrones (1 micrón se simboliza  $1 \mu\text{m}$ , y equivale a  $0,001 \text{ mm}$ ).



### Preguntas:

- 1) ¿Por qué es importante que la temperatura de los testículos sea menor a la del cuerpo?
- 2) Indica el recorrido que realiza un espermatozoide desde su formación hasta la eyaculación.
- 3) ¿Qué función cumplen las vesículas seminales, la próstata y las glándulas de Cowper en la formación del semen?
- 4) ¿Cuál es la función de la testosterona y qué efectos tiene sobre el cuerpo masculino durante la pubertad?
- 5) Coloca el nombre correspondiente en las partes señaladas:



### Sistema reproductor femenino

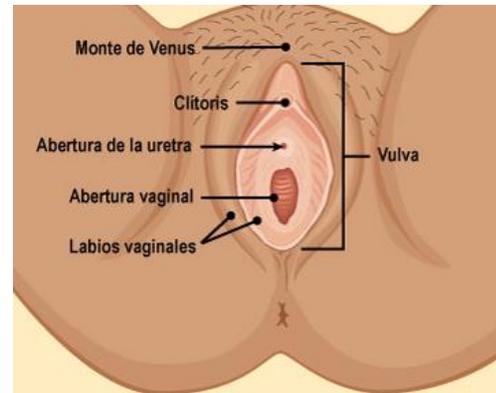
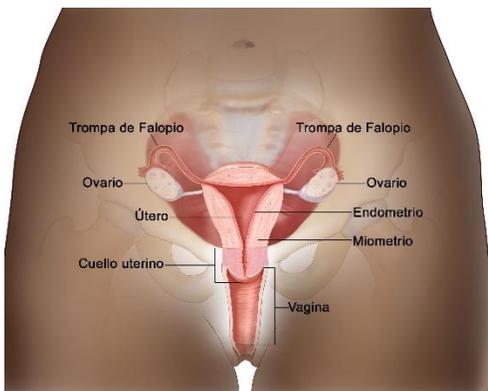
En las mujeres, el sistema reproductor se ubica también en la zona de la pelvis y está compuesto por órganos externos e internos. Al conjunto de genitales externos, se lo denomina **vulva** y está constituido por pliegues de piel llamados **labios**, el **clítoris** y el **orificio vaginal**. En la vulva hay glándula que segregan una sustancia que ayuda a la lubricación eréctil que se llena de sangre al ser estimulado.

Los órganos internos son el útero, los ovarios y la vagina. Los **ovarios** son las gónadas femeninas, donde se forman los gametos u **ovocitos**, y se secretan las hormonas sexuales femeninas (estrógenos y progesterona). Estas hormonas son responsables de la aparición de los caracteres sexuales secundarios en la mujer.

Las **trompas de Falopio** son dos conductos que comunican los ovarios con el útero, estos captan el ovocito cuando es expulsado del ovario. Este proceso se llama **ovulación**.

El **útero** es un órgano muscular y hueco con forma similar a una pera invertida. La pared interna presenta un tejido rico en vasos sanguíneos y glándulas llamado *endometrio*.

La **vagina** es un conducto muscular que comunica al útero con el exterior a través del orificio vaginal. Es el órgano por el que se ingresa el pene durante el coito y funciona como canal de parto, permitiendo la salida del feto.



## El ciclo menstrual

El ciclo menstrual se produce en las mujeres desde la pubertad hasta la menopausia, y tiene duración aproximadamente 28 días, aunque puede variar en cada mujer. Se denomina *ciclo* porque se repite periódicamente, una y otra vez. A partir de la pubertad, el cuerpo de la mujer cambia y se prepara para la fecundación y el embarazo. Se inicia con el ciclo menstrual una serie de procesos que modifican periódicamente algunas estructuras en el sistema reproductor femenino.

La primera **menstruación**, llamada **menarca**, se produce entre los 10 y 14 años de edad. Al inicio, los ciclos son variables, pero luego se regularizan y continúan ocurriendo en forma cíclica hasta aproximadamente los 50 años de edad, momento que se conoce como **menopausia**.

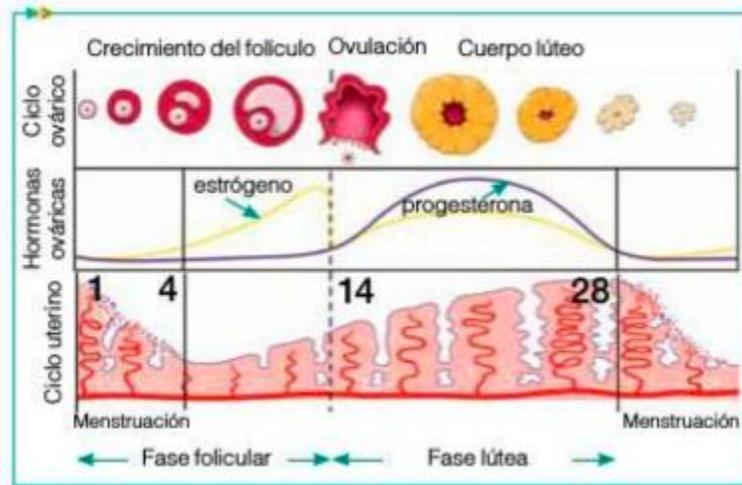
El ciclo menstrual comienza a partir de las señales químicas dadas por las hormonas **folículo estimulante (FSH)** secretada por la hipófisis. Esta hormona actúa sobre los ovarios, estimulando el desarrollo del folículo ovárico. Una vez desarrollado, este recibe el nombre de *folículo de Graaf*, el cual se encarga de liberar **estrógeno**, hormona que iniciará el desarrollo y engrosamiento del endometrio en el útero. Con el óvulo ya maduro, la FSH deja de secretarse y la hipófisis comienza a liberar la **hormona luteinizante (LH)**, que estimula el proceso de ovulación, por la cual el óvulo maduro es expulsado del ovario y capturado por la trompa uterina. Este proceso ocurre a los 14 días de iniciado el ciclo y marca el comienzo de la segunda parte del ciclo menstrual. En el ovario, los restos del folículo ovárico se transforman en el **cuerpo lúteo** o **amarillo**, que actúa secretando **progesterona**, hormona que continuará el engrosamiento del endometrio iniciado por el estrógeno en la primera mitad del ciclo.

El endometrio engrosado y vascularizado tiene como objetivo preparar al útero para albergar al embrión. Si no se produce la fecundación y, por lo tanto, el embarazo, el cuerpo lúteo deja de secretar progesterona. Esto hace que el endometrio, se desprenda y sea eliminado por la vagina como flujo o sangrado menstrual.

De los 28 días que comprenden el ciclo menstrual regular de una mujer, solo siete corresponden al período fértil: los tres días anteriores a la ovulación, el día de la ovulación y los tres días posteriores a ella.

Los procesos que ocurren en el ovario como respuesta a la acción de las hormonas FSH y LH corresponden a la **etapa ovárica** o fase folicular del ciclo menstrual. Por su parte, las modificaciones en el endometrio que

ocurren con respuesta a la acción de las hormonas estrógeno y progesterona corresponden a la **etapa uterina** o fase proliferativa del ciclo menstrual.



- Acción de las **hormonas de la hipófisis**:
  - 1) HFE (hormonas folículo estimulante) que estimula la maduración de un folículo y la producción de estrógenos.
  - 2) HL (hormona luteinizante) el aumento en la concentración de esta hormona induce a la ovulación y luego estimula al cuerpo lúteo formado en el lugar del folículo.
- Acción de las **hormonas ováricas**: estrógenos y progesterona.
- Cambios en los folículos ováricos (cada folículo tiene un óvulo en desarrollo llamado ovocito)
- Cambios en el endometrio, que es la pared del útero.

## Fecundación

Durante el acto sexual y luego de la eyaculación, los espermatozoides recorren el sistema reproductor femenino en busca del óvulo, impulsados por el movimiento de sus flagelos. Si para ese momento en la mujer ya ha ocurrido la ovulación no más de 48 horas antes, existe la posibilidad de que los espermatozoides alcancen el óvulo (que para entonces estará en la trompa uterina) y uno de ellos lo fecunde.

Luego de producida la ovulación, aproximadamente el día 14 del ciclo menstrual, el óvulo es transportado desde las trompas uterinas hacia el útero, gracias al movimiento de las cilias y las contracciones musculares. El tiempo que al óvulo le demanda recorrer este trayecto se corresponde con su tiempo de vida; por eso, es más probable que la fecundación ocurra en el tercio superior de la trompa uterina. Si el espermatozoide alcanza al óvulo cuando este ya llegó al útero, lo más probable es que no se produzca la fecundación, ya que el óvulo puede estar muerto o en avanzado proceso de la pérdida de su fecundidad.

De los espermatozoides presentes en la eyaculación que ingresan a la vagina, solo el 10% logra atravesar el cuello uterino, y el 10% de estos consigue alcanzar el óvulo. Los motivos por los cuales, a pesar de ser tantos, llegan tan pocos son varios; algunas de las barreras con las que se encuentran los espermatozoides son: la acidez de la mucosa vaginal, la estructura escamosa de dicha mucosa, la acción de los glóbulos blancos de la mujer, la escasez de nutrientes en los espermatozoides, entre otras. Aquellos que logran atravesar con éxito todas las barreras llegar al óvulo y lo rodean.



La **fecundación** consiste en la fusión de los núcleos del óvulo y el espermatozoide; es decir, la unión del material genético de cada célula haploide para formar un único núcleo diploide, ahora portador del material genético de ambos progenitores. De esta manera, se restablece el número cromosómico de la especie. La nueva célula originada a partir de la fecundación del óvulo recibe el nombre de célula huevo o **cigota**.

Para que se produzca la fusión de los núcleos haploides, los espermatozoides deben penetrar en el óvulo, para lo cual deberán atravesar primero la corona radiada. Las células de esta capa se mantienen unidas por una sustancia orgánica, el ácido hialurónico. Para atravesarla, los espermatozoides utilizan la enzima hialuronidasa presente en sus acrosomas. Cada espermatozoide contiene una escasa cantidad de dicha enzima, por lo que es necesario el aporte de varios cientos de ellos para lograr separar las células de la corona radiada. Solo uno de ellos lo logra, ya que inmediatamente después de que un espermatozoide consigue atravesar la corona radiada, se producen cambios en la superficie externa del óvulo que impiden la entrada de otros espermatozoides. Lograda esta instancia, el espermatozoide atraviesa la membrana pelúcida y la membrana plasmática del óvulo, se desprende de su cola y libera su núcleo en el interior del óvulo.



*La información genética de ambos progenitores está presente en la descendencia, a partir de la fusión de los núcleos de las células sexuales.*

### Preguntas.

- 1) Completa:
  - a) el conjunto de genitales externos femeninos se llama \_\_\_\_\_
  - b) las \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ conectan los ovarios con el útero y captan el ovocito.
  - c) El proceso mediante el cual el ovocito es expulsado del ovario se llama \_\_\_\_\_.
  - d) El endometrio es la capa interna del útero y está formado por \_\_\_\_\_.
- 2) Indica en orden el camino que recorre un ovocito desde que es expulsado del ovario hasta el útero.
- 3) ¿Qué es el endometrio y qué función cumple durante el ciclo menstrual y el embarazo?
- 4) Explica con tus palabras cómo actúan las hormonas FSH, LH, estrógeno y progesterona durante un ciclo menstrual completo.
- 5) ¿Qué consecuencias tendría que el cuerpo lúteo no produzca suficiente progesterona?
- 6) Coloca el nombre correspondiente en las partes señaladas:

