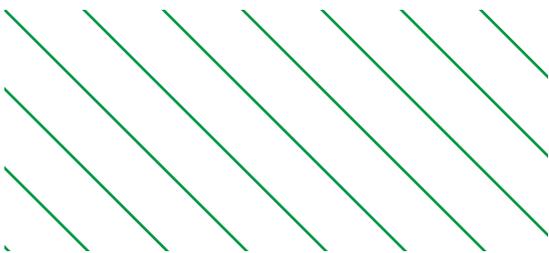


# BIOLOGÍA

B

Guía de estudio

Educación Adultos 2000



\*Material de distribución gratuita



Buenos Aires Ciudad

Ministerio de Educación del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires  
16-07-2025



Vamos Buenos Aires



**Ministra de Educación e Innovación**

Soledad Acuña

**Subsecretaria de Coordinación Pedagógica y Equidad Educativa**

Andrea Fernanda Bruzos Bouchet

**Subsecretario de Carrera Docente y Formación Técnica Profesional**

Jorge Javier Tarulla

**Subsecretario de Gestión Económico Financiera y Administración de Recursos**

Sebastián Tomaghelli

**Subsecretario de Planeamiento e Innovación Educativa**

Diego Meiriño

**Directora General de Educación de Gestión Estatal**

Carola Martínez

**Directora de Educación del Adulto y el Adolescente**

Sandra Jaquelina Cichero

---

**Primera Impresión agosto - 2018**

Adultos 2000

# Guía de Estudios Biología B

## Equipo de Biología y Autores de esta Guía

**Coordinador:**

Prof. Javier Clusellas

Prof. Celina Corrado

Prof. Marcela Charbuki

Prof. Marta Giacomelli

Prof. Griselda Machuca

Prof. Adriana Rossi

Prof. Patricia Taramasco

Nuestro agradecimiento a la prof. Stella San Sebastián  
por su trabajo en las primeras etapas de esta guía.

## Contenidos

### Presentación de la asignatura **8**

Introducción

### Programa de la asignatura **8**

Objetivos de aprendizaje **8**  
Contenidos **8**  
¿Cómo estudiar? **9**  
¿Qué contiene esta guía de estudio? **9**  
¿Cómo utilizar esta guía de estudio? **10**

## Unidad 1: Evolución y diversidad biológica **11**

- 1.1. La diversidad biológica **11**
- 1.2. El origen de la diversidad y la evolución de los seres vivos **12**
  - 1.2.1. Presentación de las principales explicaciones acerca del origen de la diversidad **12**
  - 1.2.2. La teoría de la selección natural **15**
  - 1.2.3. Teorías actuales **22**
  - 1.2.4. Las adaptaciones de los seres vivos como resultado de la evolución **23**
- 1.3. Constancia y diversidad de los seres vivos **27**
  - 1.3.1. Unidad y diversidad de funciones y de estructuras **27**
  - 1.3.2. La clasificación biológica. El árbol de la vida **31**
  - 1.3.3. Criterios que se utilizan para la clasificación **32**
  - 1.3.4. Características generales de los distintos grupos de organismos actuales (bacterias, protistas, plantas, hongos y animales) **33**
  - 1.3.5. Evolución humana **36**

## Unidad 2: El organismo humano **42**

- 2.1. El organismo humano como sistema abierto y complejo **42**
  - 2.1.1. El organismo humano como sistema abierto y complejo. La delimitación de sistemas y subsistemas **42**
  - 2.1.2. El funcionamiento integrado del organismo. Concepto de homeostasis. Los niveles de organización en el organismo humano **45**
- 2.2. El organismo humano. Funciones de nutrición. Nutrición y metabolismo **48**
  - 2.2.1. El proceso digestivo y las estructuras asociadas **48**
  - 2.2.2. La respiración y la obtención de energía y las estructuras asociadas **55**
  - 2.2.3. La circulación y las estructuras asociadas **62**
  - 2.2.4. La eliminación de desechos metabólicos y las estructuras asociadas **73**

<b>2.3. El organismo humano. Funciones de coordinación y control</b>	<b>78</b>
2.3.1. Procesamiento sensorial y respuesta motora	78
2.3.2. Regulación neuroendocrina	86

## **Unidad 3: Reproducción y herencia** **92**

<b>3.1. La reproducción humana</b>	<b>92</b>
3.1.1. La reproducción. Reproducción asexual y sexual en los seres vivos	92
3.1.2. Reproducción sexual: meiosis	93
3.1.3. El ciclo de vida del ser humano desde la perspectiva biológica	104
<b>3.2. Regulación hormonal de la reproducción</b>	<b>110</b>
3.2.1. La regulación neuroendocrina de la reproducción	110
3.2.2. Ciclo menstrual. Desarrollo puberal. Embarazo y parto	113
<b>3.3. Genética y leyes de la herencia</b>	<b>125</b>
3.3.1. Los mecanismos de la herencia y la genética: los conceptos de ADN y ARN, cromosoma, gen, proteína. Las leyes de Mendel	125
3.3.2. Teoría cromosómica de la herencia. Variabilidad genética. Proyecto Genoma Humano. Organismos transgénicos. Clonación	140

## **Bibliografía** **145**

---

# Presentación de la asignatura

## Introducción

La materia propone un estudio de la biología desde una perspectiva sistémica que promueve la interpretación de las estructuras y funciones de los seres vivos, así como también los intercambios y las transformaciones de materia y energía que ocurren en y entre ellos. Esta perspectiva posibilita analizar tales intercambios y transformaciones en los distintos niveles de organización de la materia, en términos de sistemas y subsistemas en interacción e interdependencia.

Se presenta la idea de que en la diversidad biológica es posible identificar características comunes a todos los seres vivos en cuanto a la composición, organización y metabolismo, y que esto se relaciona con el origen común.

La idea de que es posible identificar características comunes a todos los seres vivos en la gran diversidad biológica, se relaciona con el origen común y una historia compartida. Esto supone, por una parte, abordar algunas teorías acerca del origen de la vida y, por otra, continuar el estudio de las funciones básicas que responden al principio de autoconstrucción de los organismos, en esta instancia poniendo más énfasis en el nivel celular.

Finalmente se aborda el organismo humano mediante un tratamiento integrado de las funciones de autoconstrucción y autopropagación; se establecen relaciones con las funciones de nutrición, regulación y reproducción a nivel de organismo. Este enfoque facilita la inclusión de la nutrición en el marco de un organismo complejo, entendiendo las estructuras y funciones en términos de sistemas y subsistemas en interacción e interdependencia. Se propone analizar el funcionamiento del organismo humano como un sistema abierto, explicitando que se trata de un modelo de estudio más centrado en los aspectos funcionales integrados que en los estructurales.

Se trabaja sobre la perpetuación de la especie humana y se profundiza sobre el flujo de información dentro de la célula, así como también la transmisión de las características de padres a hijos.

El tratamiento de estos contenidos permite introducir el debate acerca de la variabilidad en la especie humana, desestimando la validez de distinguir razas en ella.

## Programa de la asignatura

### Objetivos de aprendizaje

- Relacionar la diversidad actual de seres vivos en cuanto a estructuras y comportamientos con la Teoría de la selección natural.
- Distinguir los grandes grupos de seres vivos a partir de características morfológicas y fisiológicas.
- Identificar las diferencias entre las propuestas de Lamarck y Darwin sobre los cambios en los seres vivos.
- Reconocer las relaciones entre los sistemas del cuerpo humano asociados a la función de nutrición.
- Relacionar los sucesos a nivel celular vinculados a la reproducción (meiosis, fecundación, mitosis), con la formación de un nuevo organismo multicelular con características particulares.

- Conocer las características y el funcionamiento de los sistemas reproductores femenino y masculino.
- Identificar las funciones del sistema neuroendocrino en ejemplos dados vinculados a la nutrición y la reproducción.
- Resolver problemas sencillos utilizando lo aprendido acerca de las Leyes de Mendel.
- Seleccionar la explicación adecuada para la transmisión de algunas características de padres a hijos.
- Interpretar información presentada en diversas formas: representaciones gráficas, textos escritos, observaciones microscópicas, datos experimentales, tablas, cuadros.

## ¿Cómo estudiar?

Le proponemos abordar el estudio de esta materia a partir del siguiente itinerario: iniciaremos analizando los cambios que se han producido a lo largo del tiempo en las especies de seres vivos que habitan el planeta.

A lo largo de la historia de la vida en la Tierra muchas especies se han extinguido mientras otras que no existen hicieron su aparición. Aunque la humanidad desde sus inicios hasta el presente ha elaborado diversas explicaciones para explicar este hecho, actualmente la teoría explicativa aceptada por la comunidad científica es la **teoría de la evolución biológica por selección natural**. Esta explica cómo, a partir de causas naturales, se originó la diversidad del mundo vivo, incluidos los seres humanos y la razón por la que muchos organismos son parecidos entre sí y otros aparentemente, tan diferentes. Se culminará con el origen de los seres humanos.

La mirada sistémica considerará al organismo humano como sistema complejo y abierto, centrando la atención a los sistemas con funciones de nutrición, de coordinación y control y sistemas asociados.

El enfoque en la diversidad hace necesario el estudio de mecanismos que hacen posible la reproducción humana, la aparición de caracteres sexuales, la organización y fisiología de los sistemas reproductores masculino y femenino. El ciclo sexual, fecundación, desarrollo embrionario y mecanismos de la herencia. Se hace necesario conocer la estructura y función de las moléculas biológicas que participan en la definición de las características genéticas de los organismos y sobre los mecanismos a través de los cuales se expresan.

El conocimiento sobre el ADN y las leyes de la herencia no solo permiten interpretar las características de los organismos sino también manipular la información y modificarla con el fin de satisfacer intereses y necesidades de los seres humanos. Esto permite adelantos en el terreno de la salud, agricultura, ganadería e industria.

El material se encuentra a su disposición para leerlo sin conectividad, descargarlo o bien imprimirlo para que pueda organizar de manera autónoma sus tiempos y modalidad de estudio.

## ¿Qué contiene esta guía de estudio?

- Presentaciones de las unidades y temas que las conforman. Las ideas fundamentales para abordar los textos y realizar las actividades propuestas. Recuerde que mientras lee puede volver a consultar estas ideas en caso de que sea necesario.
- Indicaciones específicas para leer la bibliografía.
- Actividades que le indican el proceso que le proponemos realizar para trabajar los contenidos de la materia.

Así como en una clase el docente le propone a los alumnos trabajos y presenta también explicaciones que orientan su aprendizaje, la guía cumple, en cierta manera, esas

---

funciones. Al ser una modalidad a distancia, es decir, sin la presencia regular del profesor, las guías le servirán para orientar y seleccionar las lecturas más adecuadas frente al gran universo de información existente. Además, si lo considera necesario, usted dispone de la posibilidad de encuentro con un docente de la materia para satisfacer las dudas que pueda dejar abiertas el trabajo con el material propuesto.

### ¿Cómo utilizar esta guía de estudio?

La guía es la herramienta de estudio fundamental. Por lo tanto, un uso adecuado de la misma favorecerá su proceso de aprendizaje. **Para ello tenga en cuenta las siguientes recomendaciones:**

- Utilice la guía conjuntamente con los textos recomendados.
  - Respete el orden de presentación de los temas.
  - Recorra a la lectura de los textos cada vez que la guía lo señale.
  - En varias oportunidades lo remitiremos a conceptos desarrollados en otras unidades o niveles.
  - El texto destacado que irá encontrado en diversas partes de esta guía indica que se trata de un concepto importante o una indicación que no debe pasar por alto.
  - La resolución de las actividades es recomendable para avanzar en la integración de los temas, pero no deben entregarse para su corrección. Recuerde que el equipo de profesores se encuentra a su disposición para que le haga todas las consultas que sean necesarias.
  - Para la resolución de las actividades es necesario contar con papel y lápiz o lapicera o un cuaderno de actividades en el cual se irán volcando las respuestas, y transcribiendo esquemas o cuadros, como se indica en algunos casos. De esta manera ayuda a la comprensión y estudio más detallado de cada tema y se pueden realizar consultas más concretas, por dudas en la resolución de cada actividad desarrollada en dicho cuaderno.
-

## UNIDAD 1: EVOLUCIÓN Y DIVERSIDAD BIOLÓGICA

### 1.1. La diversidad biológica

Desde el inicio de lo que llamamos «*humanidad*», los hombres dependieron de otros seres vivos para alimentarse y para abrigarse. Simultáneamente debieron aprender a defenderse de algunos de ellos para no morir entre sus garras o intoxicados. Así fue como aprendieron a reconocer la inmensa diversidad de seres vivos que habitaban con ellos el planeta y formaban parte de su entorno.

Algunas descripciones que nos llegaron de pueblos del pasado muestran que eran muy observadores a la hora de reconocer las similitudes y diferencias entre los organismos y su posible utilidad para la vida cotidiana.

También les preocupaban cuestiones más espirituales relacionadas con el tema. Por ejemplo, ¿cómo se originó tal diversidad?, ¿cómo se originaron los propios hombres?, ¿existe alguna relación entre el origen de otros seres vivos y el de los seres humanos? Muchas de las respuestas que dieron a estos problemas quedaron plasmadas en mitos y leyendas, como así también forman parte de las cosmovisiones religiosas de prácticamente todos los pueblos.

El otro tema que llamó su atención es la aparente armonía entre la forma del cuerpo, el tipo de estructuras de plantas y animales y el medio en que habitan. Es decir, de la aparentemente cuidadosa adaptación de los organismos a su ambiente.

Ambos problemas, **diversidad y adaptación**, promovieron desde mucho tiempo atrás una incansable búsqueda de explicaciones. Muchas de esas explicaciones fueron de orden religioso y recurrían a un «*Creador*», cuya voluntad dio origen a cada una de las formas vivas que habitan el planeta, incluidos los hombres. Otros pensadores buscaron explicaciones en la misma naturaleza, ya que no veían la necesidad de recurrir a una explicación basada en la voluntad divina.

Surgieron así distintas respuestas científicas al problema del origen de los seres vivos y del hombre, de las cuales una es actualmente aceptada de manera incondicional por la comunidad científica: la evolución biológica.

Hacia el año 1850, dos naturalistas, Charles Darwin y Robert Wallace propusieron la **teoría de la evolución biológica por selección natural**.

Esta teoría propone una explicación, a partir de causas naturales, sobre cómo se originó la diversidad del mundo vivo incluidos los seres humanos y el por qué muchos organismos son tan parecidos entre sí y otros aparentemente tan diferentes. También esta teoría explica la adaptación de los organismos al ambiente.

#### A lo largo de esta unidad concentraremos nuestra atención sobre los siguientes interrogantes:

- Qué origen atribuye la ciencia a la diversidad del mundo vivo.
- Cuáles son los mecanismos que proponen los científicos para explicar la adaptación de los seres vivos al ambiente donde viven.
- Cuáles son los principales argumentos que aporta la teoría de la evolución para explicar el origen de nosotros mismos.

## 1.2. El origen de la diversidad y la evolución de los seres vivos

### 1.2.1 Presentación de las principales explicaciones acerca del origen de la diversidad

#### La Tierra: un mundo muy antiguo y cambiante

Todas las ideas acerca de la aparición y continuidad de los seres vivos sobre el planeta se fueron reuniendo en hipótesis o grandes corrientes como la creacionista y fijista, reunidas como ideas de la inmutabilidad de los seres vivos, es decir, que no sufrieron cambios desde su aparición sobre la Tierra. Iguales en su esencia, creacionismo y fijismo tienen características propias.

Según el creacionismo los seres vivos habrían sido creados por un ser o una fuerza sobrenatural, en la mayoría de las religiones identificado con un Dios.

Y según la corriente fijista, todos los seres vivos permanecieron sin alteraciones, desde su aparición sobre la Tierra, y se habrían mantenido sin modificaciones a lo largo del tiempo hasta el presente, es de destacar que esta corriente de pensamiento no está ligada a un pensamiento religioso.

Todas estas corrientes dentro de la idea de la inmutabilidad se sostuvieron desde la antigüedad hasta el siglo XIX.

Los estudios geológicos y el descubrimiento de restos fósiles<sup>1</sup> de plantas y animales que ya no existían, evidenciaba que los seres vivos habían cambiado desde su aparición en la Tierra. A partir de esta información empezaron a plantearse las ideas acerca de la evolución de los seres vivos.

En el siglo XVIII, se encontraron evidencias a partir de excavaciones que comprobaron que la corteza terrestre se presenta en capas o estratos, dentro de los cuales se pueden encontrar restos fósiles. Se pudo constatar que a cada estrato de rocas le correspondía un tipo de fósil, y se observó que formas más sencillas de seres vivos, se encontraban en estratos más profundos, y que pertenecían a organismos extintos.

Georges Louis Le Clerc, Conde de Buffon (1707 - 1788), hizo la interpretación de la variedad de restos de organismos, por lo que comenzaba a aceptarse la transformación de los seres vivos a través del tiempo. Buffon, seguía aceptando la creación, manifestando que habían sido creadas un número reducido de especies y que las actuales habían sido *«concebidas por la naturaleza y producidas por el tiempo»*.

Erasmus Darwin (1731 - 1802), el abuelo de Charles Darwin, era médico y naturalista y se encontraba entre los que creían que las especies cambiaban con el tiempo. Sin embargo, al igual que Buffon, no pudo dar una explicación satisfactoria de ese cambio.

El problema más importante que impidió avanzar a los científicos hacia las ideas evolucionistas, era que consideraban la edad de la Tierra muy corta. Desde los estudios bíblicos de los teólogos cristianos, se habrían calculado aproximadamente en 6000 años la edad de la Tierra, porque contaban las generaciones sucesivas desde Adán hasta la fecha, sin considerar que el de la Biblia no era un relato histórico estricto, seis mil años era un período muy corto para que pudieran observarse modificaciones en los seres vivos.

---

<sup>1</sup> Restos de organismos, generalmente esqueletos y partes duras, aunque también se encontraron marcas o improntas de tejidos blandos como es el caso de las plantas, por un proceso de intercambio de minerales, los restos quedan petrificados y conservados por largo tiempo.

El geólogo James Hutton (1726 - 1797) propuso en el siglo XVIII una teoría, a través de la cual se sostenía que la Tierra había sido formada por procesos lentos y graduales, elementos como la acción del agua o los fenómenos climáticos, eran factores que ocasionaban que la superficie terrestre se hallara en constante proceso de cambio. Se empezó a pensar, que para que esto sucediera, la Tierra debía ser necesariamente mucho más antigua de lo que se suponía.

El geólogo Charles Lyell (1797 - 1875), junto a Hutton, propuso que aquellos fenómenos eran tan lentos, que llegaron a pensar que la Tierra sería eterna. De esta manera, Hutton y Lyell aportaron el factor tiempo, colaborando al cambio de mentalidad hacia las ideas evolucionistas.

Es importante aclarar que en la actualidad, y por diferentes estudios científicos, se determinó la edad de la Tierra en 4.600 millones de años, y la vida comenzó su aparición hace unos 3.800 millones de años. En esos largos períodos de tiempo, se puede pensar en cambios en los organismos vivos, de manera gradual, dando como resultado la desaparición de muchas especies y la aparición de otras. Todas estas ideas se pueden agrupar como ideas de **«mutabilidad»**, o cambios en los seres vivos, que darán lugar a las teorías evolucionistas, muy distintas de las que se mencionaron más arriba, como ideas de la **«inmutabilidad»**.

Por lo tanto, como decíamos en la introducción, en su intento por explicar la diversidad y la adaptación de los seres vivos los hombres inventaron diversos mitos y leyendas, basados en que, a primera vista, parecían «fabricados» para un ambiente determinado. Si así fuera, era lógico pensar en un **«fabricador»**.

A partir del siglo VII antes de Cristo, en la antigua Grecia, los filósofos y naturalistas también se preocuparon por esas cuestiones. Pronto, en medio de discusiones y controversias, surgieron dos concepciones contrapuestas y excluyentes para explicar las similitudes y diferencias entre los organismos:

- **Los partidarios de la inmutabilidad de los seres vivos:** creían que los seres vivos habían surgido tal como se los conocía y desde ese momento nunca más cambiaron. Según sus concepciones, lo que hoy vemos es lo que siempre estuvo y estará.
- **Los partidarios de la mutabilidad:** creían en el cambio como origen de las diferencias. Mucho más tarde, en la Europa del siglo XIX, esas dos concepciones se expresaron en dos grandes corrientes de pensamiento, que intentaban explicar el origen de la diversidad y de la adaptación de los seres vivos desde un punto de vista científico:
  - **La corriente fijista o fijismo** que era sostenida, entre otros por Karl Linnê y George Cuvier.
  - **La corriente transformista o transformismo**, sostenida entre otros por George Buffon y Jean Baptiste Lamarck.



## Actividad 1

De acuerdo a lo leído acerca de la ideas fijistas y transformistas resuelva las siguientes preguntas:

- a. ¿Cuál de estas corrientes se corresponde con la concepción de la inmutabilidad? Justifique su respuesta.

b. Basándose en su respuesta al punto anterior, ¿en cuál de las dos posturas –fijista o transformista– ubicaría la siguiente afirmación? Justifique su respuesta.

«Contamos tantas especies como formas diversas fueron creadas en el principio del mundo».

## La Tierra: un mundo muy antiguo y cambiante

Paralelamente al debate sobre el origen de la diversidad y la adaptación en los seres vivos, existía un fuerte debate sobre la «*edad de la Tierra*». Algunos le asignaban apenas 5 o 6.000 años de antigüedad, basándose en el relato bíblico, mientras que otros hablaban de millones y hasta miles de millones de años de existencia. La resolución de este debate resultó fundamental para que se abrieran paso las ideas transformistas y con ellas la teoría de la evolución por selección natural, que más adelante estudiaremos con cierto detalle.



### Actividad 2

a) ¿Por qué piensa que el debate sobre la edad de la Tierra tuvo tanta importancia en la discusión acerca de si las especies pueden transformarse a lo largo del tiempo o si las especies son inmutables? Responda esta pregunta con su opinión.

b) Busque en el texto la información sobre la edad de la Tierra. Compare su respuesta con lo que dice el texto.



### Actividad 3

Lea el siguiente texto y luego resuelva la consigna que se le formula:

*A principios del siglo XIX, Napoleón llevó a Francia desde Egipto varias especies de vegetales y animales que habían sido momificados junto con momias humanas. Estos hallazgos son comunes ya que los egipcios momificaban y colocaban en las tumbas a los más destacados personajes de su comunidad junto con algunos de sus bienes. La edad de las momias era de aproximadamente 5.000 años.*

*El gran naturalista francés George Cuvier analizó estas especies vegetales y animales, así como a las momias humanas, y las comparó con representantes vivos de su propio siglo. Al no encontrar prácticamente diferencias entre las especies momificadas y las vivas, sostuvo que sus observaciones eran una prueba irrefutable de que las especies no cambian con el tiempo.*

Sabiendo que Cuvier tenía razón en cuanto a que no hay diferencias muy importantes entre las especies actuales y las de hace 5000 años atrás:

**• Elabore por escrito una crítica a la posición de G. Cuvier, tomando como referencia los conocimientos actuales sobre la edad de la Tierra.**

Otra idea importante que favoreció la hipótesis transformista, fue la de que la Tierra es un planeta inestable, que sufrió grandes transformaciones en la composición de su atmósfera, la temperatura, el clima y hasta en la distribución de los continentes en la superficie del planeta, a lo largo de su historia. Si bien esta idea formaba parte de la visión bíblica (recuerde el relato sobre la ocurrencia de un diluvio universal), esta era de tipo

catastrofista, ya que creían que los cambios eran violentos y de escasa duración («40 días y 40 noches» en el relato del diluvio). En cambio la explicación de los geólogos de mediados del siglo XIX era gradualista (cambios lentos y persistentes).



#### Actividad 4

A partir de la información anterior responda por qué las ideas catastrofistas resultaban una traba para considerar la transformación de unas especies en otras.

#### Resumiendo lo que trabajamos hasta el momento diremos que:

La naturaleza llama la atención de las personas que buscan explicaciones para los objetos y fenómenos que observan. Los mitos, leyendas e ideas religiosas son algunas de las maneras de interpretar esos fenómenos. Por lo general los atribuyen a seres o mentes superiores que dirigen los destinos del mundo y de los hombres.

Las explicaciones científicas pretenden explicar esos fenómenos a través de procesos naturales que no requieran de una voluntad superior.

La explicación científica aceptada actualmente para el origen de la diversidad de seres vivos que habitan el planeta supone que los organismos se transforman lenta y gradualmente a través de miles de millones de años.

Las ideas provenientes del campo de la geología sobre una Tierra muy antigua, en la que se sucedieron cambios graduales y no catastróficos, dio un gran impulso a las ideas transformistas, ya que permitió justificar el hecho de que los organismos, a lo largo de las generaciones, tuvieron el tiempo suficiente para ir evolucionando.

## 1.2.2. La teoría de la selección natural



### La selección artificial

A fines del siglo XVIII, las ideas transformistas empezaron poco a poco a dominar el pensamiento de los naturalistas. Sin embargo, dentro de estas corrientes, coexistían diferentes propuestas -como las de Buffón y Lamarck- para explicar el origen de esas transformaciones y ninguna de ellas era suficientemente convincente.

*Jean Baptiste Pierre Antoine de Monet, Caballero de Lamarck (1744-1829)*

Fuente: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Jean\\_Baptiste\\_Pierre\\_Antoine\\_de\\_Monet\\_Lamarck\\_Stipple\\_engra\\_Wellcome\\_L0014871.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Jean_Baptiste_Pierre_Antoine_de_Monet_Lamarck_Stipple_engra_Wellcome_L0014871.jpg)

A mediados del siglo XIX, surgió la teoría de Darwin y Wallace que proveía una explicación más aceptable tanto para el tema de la diversidad como para el de la adaptación: **la transformación gradual de unas especies en otras por selección natural.**

Un hecho que llamó la atención de Darwin y Wallace y que contribuyó al desarrollo de sus teorías fue que los criadores y granjeros que intentaban mejorar la calidad de sus productos de campo ejercían una acción, año a año, que ellos llamaron **«selección artificial»**. Pensaron que **-tal vez-** en la naturaleza ocurría algo similar y lo llamaron selección natural.



Fuente: <https://pixabay.com/es/sud%C3%A1frica-hluhluwe-jirafas-927280/>

Nacido en Francia, fue el primer naturalista en cuestionar la inmutabilidad de los seres vivos y en afirmar que los cambios que se producían en ellos, o **«caracteres adquiridos»**, en respuesta a la adaptación al ambiente, se heredaban de una generación a la otra, a esta teoría se la denominó **teoría de los caracteres adquiridos**. De esta forma, la evolución se producía por una acumulación de estos cambios. También sugería aquellos órganos que eran utilizados con mayor frecuencia se desarrollaban más, mientras que aquellos que no se utilizaban, tendían a atrofiarse y a desaparecer con el tiempo.

Para explicar su hipótesis, utilizó como ejemplo el estiramiento del cuello y el crecimiento de las patas delanteras de la jirafa. Lamarck consideraba que se debía al esfuerzo que realizaban para alcanzar las hojas de las partes más altas de los árboles. Así, ese estiramiento del cuello y patas pasaría de una generación a otra de jirafas.

Para Lamarck, el ambiente desempeñaba un rol fundamental en la evolución de los seres vivos.

En la imagen se ven distintas jirafas donde se observa claramente la longitud del cuello.

## Darwin. La teoría de la selección natural y la evolución de las especies

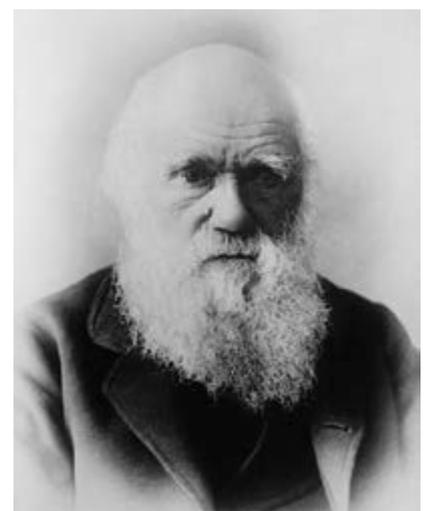
Charles Darwin fue un naturalista británico que continuó con las ideas transformistas de Lamarck. Luego de regresar de un viaje que duró cinco años, a bordo del buque H.M.S. Beagle, comenzó a gestar lo que sería su libro **El origen de las especies**, publicado en 1859, producto de la observación detallada y minuciosa de la naturaleza.

Darwin sostenía que la variabilidad de los individuos dentro de las poblaciones era lo que posibilitaba los cambios en las especies.

Para el caso de la jirafa propuesto por Lamarck, decía que en una población había jirafas con cuello largo y otras con cuello corto. Aquellas que tuvieran el cuello más largo iban a sobrevivir porque tendrían mayor cantidad de alimentos disponibles, y por lo tanto las únicas que podrían reproducirse y dejar descendencia.

Charles Robert Darwin (1809-1882)

Fuente: <https://pixabay.com/es/sud%C3%A1frica-hluhluwe-jirafas-927280/>



Durante el viaje a bordo del Beagle, llegó a las islas Galápagos, en el océano Pacífico donde observó una gran variedad de aves a las que llamó pinzones (o pinzón de Darwin) todas del mismo tamaño, pero con diferencias en el tamaño y forma del pico; concluyó que esa diferencia se debía a la alimentación. Podían vivir todas exitosamente porque no había competencia por recursos, como el alimento.

Ministerio de Educación del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires

16-07-2025

La imagen muestra una compilación de fotos de pinzones con distinta forma y tamaño de pico, lo cual está relacionado con la alimentación de las aves.



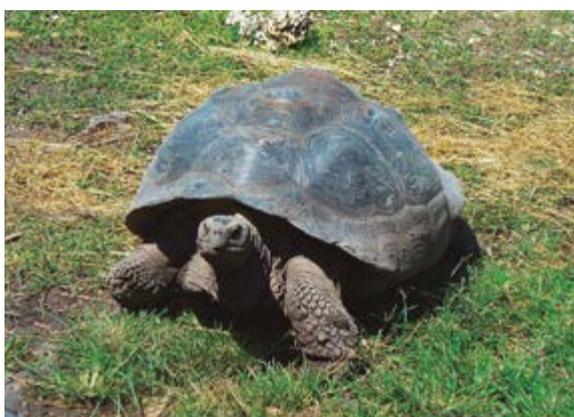
**Geospiza magnirostris**  
(Pinzón del suelo grande)

**Geospiza fortis**  
(Pinzón del suelo mediano)

**Certhidea olivacea**  
(Pinzón cantor)

**Geospiza scandens**  
(Pinzón del cactus común)

Fuente: [https://www.flickr.com/photos/trebol\\_a/9125724799](https://www.flickr.com/photos/trebol_a/9125724799)



Fuente: <https://pixabay.com/es/gal%C3%A1pagos-gigante-tortuga-1105824/>

También le llamó la atención en su viaje por las islas Galápagos, el caparazón de gran tamaño que tenían las tortugas que habitaban esas islas lejanas, aisladas de tierras continentales.

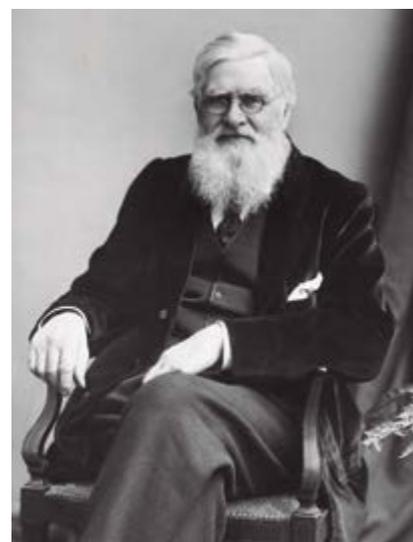
Los caparazones de las tortugas son muy distintos unos con otros; son animales muy longevos en peligro de extinción.

En base a las observaciones realizadas, concluyó que todas las especies de seres vivos habían evolucionado a partir de un antepasado común, mediante el proceso de selección natural, y que esto ocurría a través del tiempo; que estos cambios eran azarosos, y podían ser beneficiosos o perjudiciales para la población. En el caso de ser beneficiosos, serán seleccionados porque los individuos portadores están mejor adaptados al medio y tendrán más probabilidad de sobrevivir y/o reproducirse que el resto. En el caso de ser perjudiciales, se perderían o no prosperarían en las poblaciones.

Tuvo que enfrentarse a importantes sectores conservadores de la sociedad inglesa de la época, que apoyaban fervientemente la visión creacionista derivada del relato bíblico.

También de origen británico pero de distinta clase social que Darwin, **Wallace** estudió topografía y arquitectura y luego se dedicó a la historia natural. Dedicó gran parte de su vida a la recolección, clasificación y descripción de especies que juntó en los numerosos viajes que realizó alrededor del mundo.

Al igual que Darwin, y en la misma época, describió la selección natural como forma de evolución de los organismos vivos, al afirmar que las poblaciones producen gran cantidad de descendientes, pero que no todos sobreviven porque los recursos del medio son escasos y no es posible un crecimiento indefinido de la población.



Alfred Russel Wallace

Fuente: [https://en.wikipedia.org/wiki/Alfred\\_Russel\\_Wallace](https://en.wikipedia.org/wiki/Alfred_Russel_Wallace)



## Actividad 5

Suponga usted que es un chacarero o una chacarera cuya producción principal la constituyen los zapallos. Usted compra las semillas la primera vez, las siembra y luego recoge los frutos. Algunas plantas dan frutos pequeños y algunas pocas dan frutos excepcionalmente grandes.

- ¿Cuál de esos frutos guardaría para sembrar sus semillas en la próxima temporada?
- Justifique su respuesta en función del resultado esperado para su próxima cosecha.

Si usted decidió guardar **«para semilla»** los frutos de mayor porte, esperando lograr una producción con frutos cada vez más grandes, ha actuado como lo hacen los cultivadores y criadores de todo el mundo desde hace milenios.

A este proceso se lo denomina **«selección artificial»**.

Se habla de **«selección»** porque se seleccionan los frutos sobre la base de una característica en particular. Se dice que es «artificial» porque el hombre realiza la selección y promueve que se reproduzcan aquellos ejemplares con las características más deseables (zapallos grandes, vacas que producen mucha leche, etc.)<sup>2</sup>

**Los naturalistas dieron el nombre de «reproducción diferencial» a este proceso por el cual se seleccionan para dejar descendencia solo a los individuos que presentan la característica deseable y se niega la reproducción de aquellos que no la presentan.**

**Los naturalistas dieron el nombre de «reproducción diferencial» a este proceso por el cual se seleccionan para dejar descendencia solo a los individuos que presentan la característica deseable y se niega la reproducción de aquellos que no la presentan.**



## Actividad 6

Lea atentamente el siguiente texto y luego responda las preguntas:

### **De Guerreros y Cangrejos**

*«En las aguas del mar Interior del Japón, se pueden encontrar unos cangrejos llamados Heike, cuyos caparazones presentan, naturalmente, diversos “dibujos”. Aunque esos dibujos pueden ser variados, más del 60 por ciento de los cangrejos presentan en su caparazón un grabado que se parece notablemente a la cara de un guerrero Samurai.*

*Es una creencia de los pescadores de la zona que, estos últimos cangrejos, representan el espíritu de los antiguos guerreros de la tribu Heike que murieron ahogados a manos de sus enemigos, durante una batalla naval ocurrida en el año 1185.*

*Actualmente, la población de esa zona, está formada fundamentalmente por descendientes de la tribu Heike.*

*La carne de cangrejo es muy apreciada por estos pobladores como alimento. Sin embargo, por respeto a aquellos guerreros, cuando alguien pesca un cangrejo con el rostro de un Samurai grabado en su caparazón, lo devuelve al mar».*

**Sagan, K. Cosmos. Ed. Planeta, Bs. As. 1992.**

<sup>2</sup> Es interesante el hecho de que las espigas de trigo obtenidas en las tumbas egipcias de hace 5000 años son muchísimo más pequeñas que las que actualmente se producen. Cinco mil años de selección artificial produjo, evidentemente, sus frutos. Cuvier no se percató (o no quiso ver) estas diferencias en su estudio comparativo de especies vegetales y animales recolectadas de las tumbas con las de su época.

- a) ¿Cómo explicaría usted el hecho de que haya una mayor proporción de cangrejos con la cara de un samurai?
- b) ¿Qué sucedería si alguna vez los descendientes de los Heike abandonaran la zona?
- c) ¿Variaría la proporción de cangrejos con la «cara del guerrero» en relación con los que no la tienen? Justifique su respuesta.

### Resumiendo:

El concepto de selección artificial comprende las siguientes ideas:

- La selección artificial es realizada por las personas ya sea voluntariamente, como en el caso de los zapallos mencionados anteriormente o involuntariamente como en el caso de los cangrejos.
- La selección artificial actúa sobre las variaciones que existen entre individuos de una misma especie (variaciones de tamaño de los zapallos o en el dibujo del caparazón de los cangrejos).
- La selección artificial consiste en favorecer la reproducción de algunos individuos de la especie, que presentan ciertas características y evitar la reproducción de individuos con otras. Dado que se favorece la reproducción de ciertos individuos y se niega la de otros, este mecanismo se denomina reproducción diferencial.
- Como consecuencia de la selección artificial, aumenta la proporción de individuos de una misma especie que presentan las características seleccionadas (zapallos grandes o cangrejos *samurái*).

### La selección natural

A partir del conocimiento de determinadas acciones humanas que permiten seleccionar en forma más o menos voluntaria ciertas características de individuos de una misma especie, a través de la reproducción diferencial, surge la pregunta de si es posible que la naturaleza pueda actuar de forma parecida, aunque *-por supuesto-* sin intención alguna.

Charles Darwin conocía muy bien las experiencias de selección artificial a partir de sus observaciones sobre el trabajo de los criadores y agricultores ingleses y de experiencias que él mismo realizó. Preocupado por explicar algunas de las observaciones sobre las características de animales actuales y de fósiles que registró durante su largo viaje por las costas centro y sudamericanas, pensó que la naturaleza podía actuar de forma parecida a la de los granjeros, seleccionando algunas características por sobre otras.

Como este proceso no está dirigido por los hombres, sino que es un proceso natural, le dio el nombre de **selección natural**.

El mecanismo de selección natural parte de la idea de que en una especie no todos los individuos son iguales, sino que entre ellos hay pequeñas variaciones que son heredadas por sus descendientes. Algunas de estas variaciones, serán favorables en un determinado ambiente y facilitarán la supervivencia de sus portadores. Así, los individuos mejor adaptados tendrán mejores posibilidades de dejar descendientes a los cuales transmitirán estas variaciones adaptativas. De esta forma se irá incrementando la cantidad de individuos portadores de los cambios respecto del resto de la población.

Al ir acumulándose las características favorables, con el tiempo surgen grandes diferencias entre el grupo original y los individuos que las poseen. Finalmente, este último grupo se aparta tanto del tipo original (especie preexistente) que se forma una nueva especie.

**Darwin denominó a este fenómeno «selección natural», mediante el cual los organismos «más aptos» sobreviven al resto debido a que se desenvuelven mejor en un medio determinado.**



### Actividad 7

Lea atentamente el siguiente texto:

*«En los bosques de Inglaterra habita un tipo particular de mariposa cuyo nombre científico es *Biston betularia*. Se observan dos variedades en esta especie: una de color oscuro, llamada carbonaria, y otra más clara. Normalmente la corteza y el follaje de estos árboles son de un verde claro y de las dos variedades de mariposas que allí habitan, la clara es la más abundante.*

*En los años 60, el investigador Kettlewell observó que, en las zonas donde había industrias los bosques eran fuertemente afectados por la polución y los árboles originalmente de color claro, tomaban un color oscuro por el hollín que se adhería a su corteza y follaje. En esas zonas, la variedad dominante de mariposas era de color oscuro y solo se observaban unos pocos ejemplares claros.*

*A la vez, Kettlewell comprobó que los pájaros se alimentaban de estas mariposas y se dio cuenta que el color oscuro de aquellas que vivían en zonas industriales permitía que se confundan mejor con la corteza igualmente oscura de los árboles cubiertos de hollín».*

### A partir de esta lectura conteste:

- ¿Qué relación encuentra entre el trabajo del agricultor que selecciona las semillas de los zapallos más grandes para plantarlas y la acción depredadora de los pájaros sobre las mariposas?
- ¿Qué sucedería con la variedad de mariposas oscuras si se erradicara la industria de la zona y paulatinamente los árboles volvieran a tomar su color claro original? ¿Variaría la proporción de mariposas oscuras en relación con las claras? Justifique su respuesta.
- El texto dice que en los bosques afectados por la polución la mayoría de las mariposas son de color oscuro y una pequeña proporción mantienen el color claro. ¿A qué atribuiría usted el hecho de que haya aumentado la proporción de mariposas de color oscuro en los bosques de las zonas industrializadas?



### Actividad 8

En principio hay dos respuestas posibles para las preguntas que se formulan en la actividad anterior: una es que al cambiar el ambiente (o sea, al volverse oscura la corteza de los árboles), este cambio influye de alguna forma para que las mariposas se adapten al mismo cambiando su coloración de claras a oscuras; y la otra respuesta, es que las variedades clara y oscura de las mariposas existían antes de que se modificara el color

de los árboles y que la acción predatora de las aves actúa como un factor de selección, eliminando la variedad con menores posibilidades de ocultarse entre los árboles.

### ¿Cómo decidir cuál de ellas es la correcta?

a) Relea detalladamente el texto de la actividad de las mariposas *Bistonbetularia* prestando atención a las siguientes frases:

- *«Normalmente la corteza y el follaje de estos árboles son de un verde claro y de las dos variedades de mariposas que allí habitan la clara es la más abundante.»*
- *«En esas zonas, la variedad dominante de mariposas era de color oscuro y solo se observaban unos pocos ejemplares claros.»*

b) En función de lo que allí se dice, ¿cuál de las posibles respuestas considera adecuada? **Justifique.**

### Para que no queden dudas...

Las primeras teorías para explicar la adaptación observada de los seres vivos al ambiente fueron las propuestas por Jean B. Lamarck. Este naturalista propuso que el ambiente actuaba sobre los organismos induciéndolos a cambiar algunas de sus características en función de esos cambios ambientales determinando su adaptación. La teoría de Lamarck recibió el nombre de **herencia de los caracteres adquiridos**.

Sin embargo, hoy en día se considera errónea la teoría de Lamarck. Los conocimientos actuales nos permiten afirmar que el ambiente selecciona de entre variedades que existían previamente a los cambios ambientales.

Las condiciones ambientales *«seleccionan»* cuál de estas variedades tienen mejores posibilidades de dejar descendientes y esto determinará cuál es la proporción mayoritaria de la variedad presente en la población. En el ejemplo de la mariposa *Bistonbetularia*, hemos llegado a la conclusión de que las variedades claras y oscuras existían previamente a la polución ambiental producida por la industria. Lo que ocurre es que en los bosques afectados por la polución, los pájaros extraen con mayor facilidad a las mariposas claras porque sus cuerpos resaltan en el color oscuro de los árboles, mientras que tienen mayor dificultad para encontrar y comerse a las oscuras. Por lo tanto, las mariposas oscuras tendrán mejores posibilidades de dejar más descendientes y paulatinamente constituirán la mayoría de la población.

En los bosques no contaminados la situación es exactamente a la inversa: las mariposas claras se confunden mejor en el color verde claro de los árboles y las mariposas oscuras son más fácilmente detectadas y consumidas por los pájaros. Es por eso que allí la variedad clara de mariposas tiene más posibilidades de dejar descendientes y constituye la parte mayoritaria de la población de mariposas.

Otros ejemplos que utilizó Lamarck para demostrar su teoría fueron: las serpientes habrían perdido sus patas por causa de no usarlas. El topo, que por sus costumbres hace poco uso del órgano de la visión, tiene los ojos atrofiados, muchas aves, queriendo pescar sin mojarse el cuerpo, están obligadas a realizar continuos esfuerzos para alargar el cuello y las patas, lo que trae como consecuencias, el alargamiento de estos con el tiempo, cuando un animal hace esfuerzos para alargar la lengua, esta llega a tener una longitud considerable como en el caso del oso hormiguero.

La selección natural puede actuar privilegiando la reproducción de determinados individuos de una población, a partir de las variedades que existen dentro de una población considerada. Como resultado de esta selección aumentará la proporción de individuos

que presenten las características más adaptativas al ambiente en que habitan. Pero si las condiciones cambian, esas mismas características pueden no resultar ya adaptativas.

**Darwin** se planteó un problema mucho más ambicioso que explicar cómo la selección natural privilegia a unos fenotipos frente a otros, en función de la capacidad adaptativa que estos fenotipos le confieren a los organismos en un ambiente dado. Su problema era explicar cómo todo el mundo vivo existente proviene de la transformación paulatina de unas especies en otras, dando como resultado organismos tan disímiles como un elefante y una hormiga.



### Actividad 8

Es conocido el hecho de que, cuando usamos un insecticida, algunas cucarachas no mueren. Con el correr del tiempo, cada vez son más las cucarachas que sobreviven a la acción del insecticida.

1) A partir de lo estudiado sobre la selección natural, elija una de las siguientes hipótesis y justifique su elección:

- a. Las cucarachas van recibiendo varias dosis pequeñas de veneno; de esta forma se adaptan gradualmente a la toxicidad de la sustancia;
- b. Algunas cucarachas tienen la información genética que las hace resistentes al insecticida, aunque nunca hayan estado en contacto con él;
- c. El veneno produce un cambio en la información genética (mutación) de las cucarachas, que les permite sobrevivir.

2) ¿Cuál o cuáles de las respuestas anteriores corresponderían a la teoría transformista de Lamarck?

## 1.2.3. Teorías actuales

### La Tierra: un mundo muy antiguo y cambiante

#### Teoría sintética de la evolución

Esta teoría, surgida a finales del siglo XIX, integra el darwinismo con las leyes de G. Mendel; esto es, la teoría de la evolución de las especies por selección natural de Darwin con la teoría genética de Mendel como base de la herencia genética, las mutaciones como fuente de variación y la genética de las poblaciones.

Sus defensores fueron S. Wright (genetista), J. Haldane (genetista y biólogo) y R. Fisher (estadista y biólogo) quienes trabajaron en conjunto y concluyeron que la primera causa de variabilidad heredable dentro de las poblaciones son las mutaciones.

El éxito de sus investigaciones estuvo en que focalizaron la atención en la población como unidad evolutiva y no en el individuo; en que las condiciones ambientales favorecen la reproducción de los individuos mejor adaptados a esas condiciones y que un conjunto de alelos se van perfilando como el conjunto dominante; y por último, que la evolución se produce en forma lenta y gradual.

Entre los años 1930 y 1940, se establecieron los principios de la síntesis moderna de esta teoría, en la que se concluyó que:

- **La variación genética de las poblaciones surge al azar, por mutaciones (en la actualidad se sabe que es causada por errores en la replicación del ADN y la recombinación de los cromosomas homólogos durante la meiosis).**
- **La evolución se da por los cambios en la frecuencia de los alelos como resultado de la deriva genética, el flujo genético y la selección natural.**
- **La especiación (que veremos más adelante en esta unidad), podría ocurrir gradualmente cuando las poblaciones están aisladas reproductivamente, por distintas causas.**

La falta de registros fósiles que no han sido encontrados dio lugar a otras interpretaciones acerca de la forma en que ocurre la evolución de una especie a otra distinta. A estas hipótesis se las conoce como gradualismo y equilibrio punteado o intermitente.

**Gradualismo:** sostiene que la evolución se produce por la acumulación de cientos de diferencias genéticas pequeñas entre dos poblaciones lo que lleva a que se transformen en especies distintas de manera gradual a lo largo de miles o millones de años.

**Equilibrio punteado o intermitente:** sostiene que cada especie persiste estable en sus características durante millones de años y luego es reemplazada drásticamente por otra que tiene un cambio neto en sus características. Según esta hipótesis la evolución de las especies es un evento rápido en tiempo geológico.

## 1.2.4. Las adaptaciones de los seres vivos como resultado de la evolución

### Estudios evolutivos

Actualmente existen diversos métodos para estudiar las relaciones evolutivas entre los organismos, desde los primeros estudios basados en comparaciones directas sobre las características anatómicas y fisiológicas de los organismos vivos y su comparación con fósiles, hasta los métodos más modernos y sofisticados, tales como el establecimiento de similitudes y diferencias en las secuencias de ADN, estudios sobre las características de las proteínas y otros. Sin embargo, el trabajo de comparación anatómica sigue siendo importante y muy utilizado.

Ese tipo de comparación permite identificar similitudes y diferencias entre grupos diferentes de organismos y, a partir de ello, establecer los grados de parentesco evolutivo entre los mismos. En estos estudios, cuando se tiene material suficiente, no solo se incorpora a los organismos vivos sino también a los fósiles.

Existen varias especies cuyo cuerpo se ha modificado a lo largo del tiempo como las jirafas, los elefantes y algunos moluscos, lo que lleva a pensar que las especies evolucionaron y reemplazaron a las anteriores. A veces las transformaciones son tan leves que es difícil el límite entre las especies. Uno de los casos mejor estudiados en este sentido es el caballo, que usaremos como modelo para que usted pueda comprender mejor este tema.

Los antecesores del caballo tienen un origen americano. Sin embargo, para la época de la conquista de América por parte de los españoles, no quedaba ni un caballo vivo en estas latitudes y fueron ellos quienes los introdujeron en el año 1535 (un total de 72 caballos).

El repoblamiento en las pampas por los caballos fue vertiginoso y pocos años después millones de ellos pastaban en nuestras llanuras. Ya Darwin, quien halló un diente fosilizado de caballo cerca de Bahía Blanca, se percató de tales hechos, expresándolo de la siguiente forma:

*«Ciertamente es maravilloso en la historia de los mamíferos que en Sudamérica haya vivido y desaparecido un caballo indígena, sucedido en edades posteriores por las incontables manadas descendientes de los pocos introducidos por los colonos españoles».*

## Estudios evolutivos por comparación de estructuras corporales

Sabemos ahora que las similitudes entre diferentes especies y grupos muy diferentes de organismos (por ejemplo entre peces y aves) pueden explicarse a partir del origen evolutivo común.

A través de la comparación anatómica entre organismos se pueden establecer las relaciones filogenéticas entre los mismos. Se denominan **relaciones filogenéticas** a las relaciones de parentesco evolutivo entre diferentes grupos de organismos.

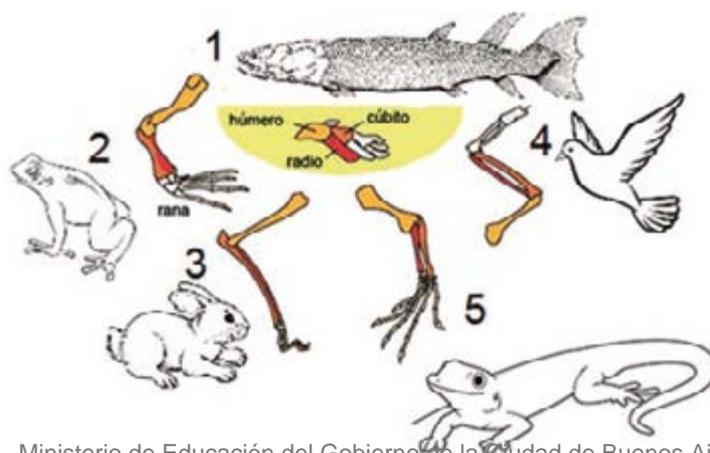
## Estructuras homólogas

Las estructuras que tienen un origen común en organismos diferentes se denominan estructuras homólogas. Se consideran estructuras homólogas a aquellas que pertenecen a organismos de diferentes grupos y cuya similitud anatómica o de función son el producto de un origen evolutivo común.

El establecimiento de homologías es uno de los datos más importantes con el que cuentan los evolucionistas que trabajan investigando el grado de parentesco evolutivo entre grupos diferentes de organismos.

En el siguiente ejemplo, las estructuras consideradas (las extremidades de los vertebrados) presentan una marcada similitud. Por ejemplo, los miembros delanteros de las aves, reptiles, anfibios, peces y mamíferos se usan de distinta manera, para volar, para correr, para nadar, para tomar objetos, alimentos, etc., a pesar de esta diversidad, la estructura interna de estos miembros es similar, lo que demuestra un origen evolutivo común. Sin embargo, un estudio anatómico o funcional detallado de los organismos muestra también que, a veces, estructuras que no guardan una similitud evidente entre sí, son también homólogas.

Un ejemplo de las homologías mencionadas es el de las extremidades de los vertebrados:



En la imagen anterior se observan estructuras homólogas.

<b>1 Eusthenopteron</b>	es un pez fósil
<b>2 Rana</b>	la estructura ósea de la pata delantera
<b>3 Conejos</b>	la estructura ósea de la pata delantera
<b>4 Ave</b>	la estructura ósea de un ala
<b>5 Lagarto</b>	la estructura ósea de la pata delantera



Fuente: <https://es.wikipedia.org/wiki/Nepenthes> - [https://es.wikipedia.org/wiki/Dionaea\\_muscipula](https://es.wikipedia.org/wiki/Dionaea_muscipula) - [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Poinsettia\\_2.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Poinsettia_2.jpg)  
[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Golden\\_Barrel\\_Cactus\\_Echinocactus\\_grusonii.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Golden_Barrel_Cactus_Echinocactus_grusonii.jpg)

En esta imagen se observan estructuras con el mismo origen embrionario y diferentes funciones, en este caso las hojas.

<b>1 Nepenthes</b>	planta carnívora cuyas hojas modificadas en forma de vaso permiten atrapar insectos
<b>2 Atrapamoscas</b>	planta carnívora con hojas modificadas en forma de mandíbulas para atrapar insectos
<b>3 Estrella Federal</b>	sus hojas son de color rojo y simulan ser pétalos de flores
<b>4 Cactus</b>	poseen hojas transformadas en espinas

### Estructuras análogas

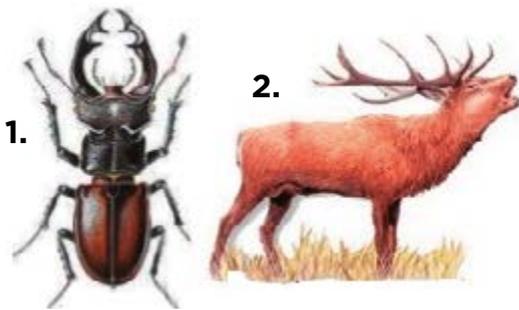
En muchos casos estructuras anatómicamente parecidas o que cumplen funciones similares tienen un origen evolutivo muy diferente, es decir son organismos sin parentesco. Muchas veces tienen estructuras internas muy diferentes ya que provienen de ancestros distintos. A este tipo de estructuras se las denomina *estructuras análogas*.

Un ejemplo de estructuras análogas son las alas de los insectos y de las aves que tienen funciones similares pero un origen evolutivo diferente. En ambos casos, las adaptaciones de los seres vivos al ambiente han generado estructuras parecidas, pero en forma totalmente independiente. Otros ejemplos son: la forma hidrodinámica con aislamiento de grasa de las focas y de los pingüinos, la pata cavadora del topo (mamífero) y la pata cavadora del grillo (insecto), los cuernos de los ciervos (mamíferos) y los cuernos de algunos escarabajos (insectos), las alas de las mariposas y las de los murciélagos, etc.

**ESTRUCTURAS ANÁLOGAS**



Como consecuencia de la selección natural se pueden encontrar *estructuras vestigiales o rudimentarias* las cuales no cumplen función alguna en la actualidad, por ejemplo podemos mencionar los molares en los vampiros (variedad de murciélagos) que no mastican su alimento ya que succionan sangre, los huesos de la pelvis de las ballenas y de ciertas víboras que carecen de patas traseras. Como consecuencia de la evolución y adaptación al ambiente quedan estas estructuras rudimentarias que son homólogas a las estructuras que se hallan en otros vertebrados. En la especie humana también se pueden encontrar estructuras vestigiales como por ejemplo el apéndice del ciego (intestino grueso), las muelas de juicio, los músculos que mueven las orejas o los huesos reducidos de la cola.

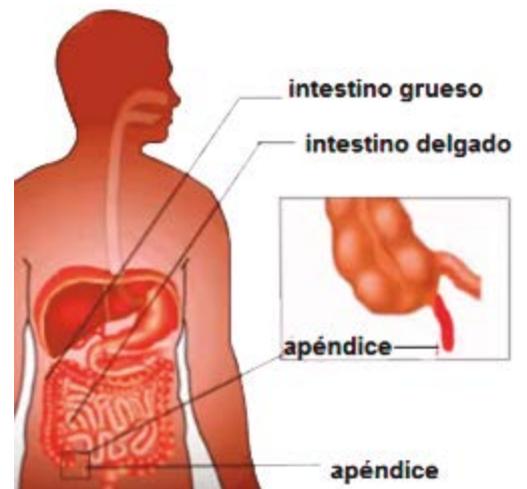


**1.** Un tipo de escarabajo (*Lucanus sp*) utiliza sus cuernos para luchar contra otros machos

**2.** Los ciervos macho combaten con sus cuernos contra otros machos

Intestino grueso y apéndice

Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=RB7ial1mg2g>



Musculatura de las orejas

Fuente: <https://pixabay.com/es/beb%C3%A9-elefante-safari-elefantes-285515/>

<https://pt.wikipedia.org/wiki/Orelha>

Foto de la Flaca, cedida por la Prof. Adriana Rossi



### Actividad 10

Responda a las siguientes preguntas:

a. ¿Para establecer relaciones filogenéticas se utilizan estructuras homólogas o análogas? Justifique su respuesta.

Observe las diferentes especies de pinzones estudiados por Darwin.

b. ¿En qué estructuras se basó Darwin para diferenciar dichas especies?

c. ¿Se trata de un caso de estructuras análogas u homólogas? Justifique su respuesta.

d. ¿A qué se denominan estructuras vestigiales? Mencione ejemplos.

## 1.3. Constancia y diversidad de los seres vivos

### 1.3.1. Unidad y diversidad de funciones y de estructuras

#### El concepto biológico de especie

La definición del concepto de especie ha sido muy controvertida a lo largo de la historia y por ello esta tarea ha sido dificultosa para los expertos. Literalmente, «*especie*» significa 'forma externa o visible'. Desde el comienzo de la guía hemos utilizado esta idea intuitiva, según la cual dos animales con forma exterior muy parecida pertenecerían a la misma especie y, por el contrario, dos animales de formas muy diferentes serían de distintas especies. Siguiendo esta definición, en principio, parecería bastante fácil diferenciar unas especies de otras. Sin embargo, el tema presenta algunas dificultades.

De hecho, si nos propusiéramos comparar a las diferentes razas de perro entre sí, apelando a características tales como tamaño, color y otras, podríamos llegar a la conclusión de que muchos de ellos pertenecen a especies distintas (pensemos en una comparación entre doberman, ovejeros, gran danés, caniche, chiguagua, etc.) y esto es... falso.

A la vez, existen animales *-como los lobos-* que son más parecidos a algunas razas de perro que muchas de las razas de perros entre sí (pensemos en un ovejero alemán y un caniche, por ejemplo). Estaríamos tentados entonces de considerar al ovejero y al caniche como pertenecientes a especies diferentes y al lobo y al ovejero como pertenecientes a una misma especie y esto también es falso: el lobo y el perro pertenecen a especies diferentes.

---

**Dentro de una misma especie, existen variedades con características externas considerablemente diferentes. Por lo tanto no basta con identificar las diferencias visibles en los organismos para establecer si estos pertenecen a la misma especie o, si por el contrario, son especies diferentes.**

---

La palabra «*especie*» proviene del latín *species* y significa 'apariencia'. Debido a esto, los primeros criterios de clasificación de los seres vivos tomaban en cuenta las características externas, es decir, la apariencia. Por ejemplo la presencia de pelos, plumas o el tipo de hojas, etcétera.

Existen ciertos individuos que están ubicados dentro de la misma especie y no pueden reproducirse entre sí y hay otros que se reproducen originando nuevos individuos sin capacidad reproductiva, es decir son estériles, por lo tanto no dan continuidad a la especie.

***Durante el siglo XX, se determinó que la principal característica para que dos individuos sean de la misma especie es la capacidad de reproducción, que da como resultado una descendencia fértil.***

De esta manera, se definió el concepto de especie como el conjunto de individuos con características similares que, al cruzarse entre ellos, originan organismos fértiles, es decir, capaces de reproducirse.

También podemos decir que especie es un grupo de organismos similares estructuralmente, que descienden del mismo grupo inicial y que pueden dejar descendencia, son interfértiles.

Hay algunos casos en los que el cruzamiento entre especies da como resultado una cría pero esta tiene la particularidad de ser estéril (no puede dejar descendencia). A estos descendientes se los denomina **híbridos**.



Mula (híbrido estéril)

Burro (especie 2)

Yegua (especie 1)

Fuente: <https://it.wikipedia.org/wiki/Mulo>  
[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Burro\\_San\\_Salvador\\_de\\_Couzadoiro\\_Ortigueira.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Burro_San_Salvador_de_Couzadoiro_Ortigueira.jpg)  
<https://pixabay.com/en/horse-brown-pasture-animal-nature-787330/> Accedido 29-09-2016

En forma natural, la continua evolución produjo la formación de nuevas especies y la extinción de otras. Este proceso se produjo a través de millones de años y dio como resultado el origen de la gran variedad de seres vivos que habitan la Tierra.

La especiación es el proceso de formación de nuevas especies. Para que ocurra dicho proceso, las poblaciones de una misma especie deben quedar aisladas geográficamente o ecológicamente y debe producirse en ellas un cambio importante de la variabilidad genética.

Puede suceder que dos grupos de organismos de una misma especie se separen por un tiempo considerable, debido a barreras geográficas o ecológicas, esto lleva a la acumulación de diferencias y da como resultado una nueva especie. Estas barreras evitan el flujo de genes y facilitan la diferenciación genética entre esas poblaciones. El proceso de especiación comprende la acumulación de diferencias, mutaciones, la selección natural y las barreras que produce el aislamiento reproductivo.

Este aislamiento reproductivo se puede dar en forma gradual, es decir los grupos se van diferenciando del grupo original en forma lenta, y se lo denomina **evolución adaptativa**.

El aislamiento reproductivo puede aparecer en forma súbita y se lo denomina **especiación instantánea**.

## Concepto de raza

Una raza es una subpoblación dentro de una especie cuyos individuos tienen una alta homogeneidad genética. Esto significa que los individuos que pertenecen a esa raza comparten muchos más alelos que con otros individuos de la especie pero de otra raza.

Por ejemplo, dos gatos siameses comparten más alelos entre sí que con un gato persa y los persas son una raza porque la distancia genética entre sus integrantes es menor que con los gatos abisinios que conforman otra raza.



Razas de gatos, de izquierda a derecha: siamés, persa y abisinio

Fuente: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Gato\\_Persa\\_Blanco.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Gato_Persa_Blanco.jpg)  
<https://pixabay.com/en/cat-kitten-siam-siamese-cat-1196331/>  
<https://pixabay.com/en/abyssinian-cat-feline-egyptian-zula-533045/> Accedido 29-09-2016

Cuando se hicieron las comparaciones genéticas entre las secuencias de ADN humano se demostró que las diferencias que se observaban eran entre individuos y no entre poblaciones. Esto significa que una persona cuya piel es de color blanco y vive en un país europeo puede compartir más alelos con otra persona africana cuya piel es negra que con otra de piel blanca y europea. Esto ha sido comprobado por estudios moleculares que avalan la inexistencia de razas humanas.

El término raza para los humanos debe dejar de utilizarse ya que biológicamente no existen y no puede, este concepto, servir de base a quienes sostienen el racismo como posición política.



## Actividad 11

A partir de lo leído responda las siguientes preguntas:

- ¿Cómo explica que todas las razas de perros pertenecen a la misma especie, pese a las notables diferencias que se advierten entre ellas?
- ¿Por qué los lobos no pertenecen a la misma especie que los perros?

Otro ejemplo que ilustra la dificultad para establecer claramente si dos individuos pertenecen o no a la misma especie basándose solo en las diferencias morfológicas (de la forma) y fisiológicas (de funcionamiento del organismo), es el caso de las especies que presentan un marcado dimorfismo sexual. En estas especies los individuos de sexo opuesto son tan diferentes entre sí que es prácticamente imposible reconocerlos como de la misma especie.

Como vimos en el capítulo 3, los seres humanos también presentamos cierto dimorfismo sexual. Entre esas características biológicas definidas por el sexo se encuentran la existencia de mamas, de vagina, el poco vello corporal y una voz aguda en el sexo femenino y la presencia de pene, de abundante vello corporal y la voz gruesa en el sexo masculino.



## Actividad 12

Es sabido que los caballos pueden cruzarse con los burros. Como resultado de dicha cruce se obtienen las mulas. Sabiendo que las mulas son individuos infértiles (no pueden reproducirse):

- ¿Se puede considerar a los burros y a los caballos como pertenecientes a la misma especie? Justifique su respuesta.

### Recuerde

**Desde el punto de vista biológico, pertenecen a una misma especie todos los individuos que pueden cruzarse entre sí y dejar descendientes fértiles.**

**Esta definición de especie nos independiza de las similitudes o diferencias en cuanto al aspecto, la fisiología o el comportamiento de los individuos considerados y nos centra en la posibilidad que tienen de intercambiar sus genes y propagarlos a los descendientes a partir de la fecundación.**

### La formación de nuevas especies

Siguiendo la definición biológica de especie, es posible agrupar a todos los seres vivos que habitan el planeta en diferentes especies, tomando como criterio único si pueden o no cruzarse entre sí y dejar descendientes fértiles.

Hasta el momento se han definido aproximadamente un millón y medio de especies, pero la mayoría de los investigadores supone que debe haber varios millones más aún no identificados.

#### ***Pero surge una pregunta de gran importancia:***

*Si aceptamos que –como plantea la teoría de Darwin y Wallace– una especie siempre se origina a partir de cambios graduales que ocurren en individuos pertenecientes a otra especie, ¿cómo es posible que a lo largo de la historia de la vida en el planeta hayan surgido tantas especies, muchas de las cuales son tan diferentes entre sí?*

*Otra forma de hacerse la misma pregunta es ¿cómo surgió la enorme diversidad biológica por transformación gradual de unas especies en otras?*

---

**Los ejemplos estudiados en las actividades anteriores ponían el centro en la variabilidad biológica dentro de una misma especie: hemos estudiado que dentro de una misma especie pueden existir variantes de forma (morfológicas) y fisiológicas importantes. Existen casos en que las variantes en los comportamientos (etológicas) también son fundamentales.**

---

**NOTA:** Uno de los ejemplos tradicionales que le recomendamos estudiar a fondo para responder a estas preguntas, es el de los pinzones de las islas Galápagos o pinzones de Darwin. También el ejemplo de las tortugas Galápagos le será de la misma utilidad.

Los naturalistas del siglo XIX y el propio Darwin se servían de las diferencias corporales, fisiológicas y etológicas para caracterizar a las especies, porque aún el concepto biológico de especie no estaba bien establecido.

Hoy podemos decir que a partir de una especie A se ha formado una nueva especie B, si los individuos de A no pueden cruzarse con los de B o si se cruzan y la descendencia resultante no es fértil. Si eso sucede es porque los cambios que se produjeron en los individuos de B impidieron la libre cruce entre A y B. Es decir, surgió una barrera reproductiva ente ambos grupos.

**En resumen**

Según el darwinismo, el aislamiento reproductivo de una población original a partir de fenómenos geológicos u otros (tales como el surgimiento de una cordillera, la separación de continentes, la migración a otros hábitats de parte de una población, etc.), y la posterior acumulación gradual de mutaciones en cada una de estas poblaciones, puede llevar a que se generen barreras reproductivas biológicas y por lo tanto a la formación de especies diferentes a partir de la población original.

Este proceso de especiación es la base para explicar tanto la diversidad biológica como la adaptación de los organismos al ambiente donde habitan. El proceso evolutivo continúa y es la explicación de la existencia de todos los organismos que habitaron, habitan y habitarán el planeta.

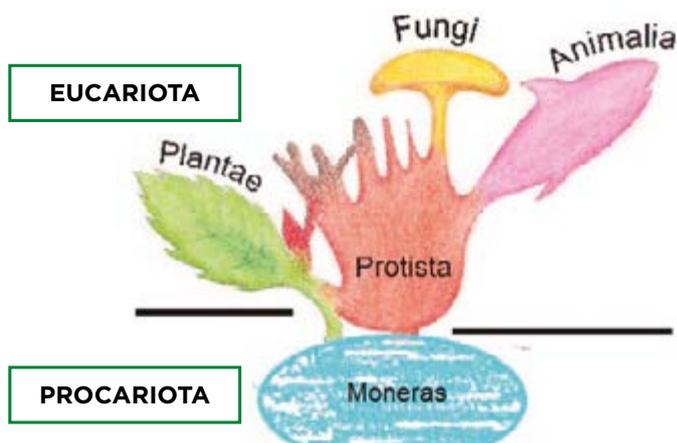
Eventualmente, el proceso por el cual las poblaciones continúan acumulando mutaciones determinará que se separen cada vez más, tanto en aspectos morfológicos como fisiológicos y etológicos, hasta que sus diferencias sean tan grandes que a simple vista no pueda reconocerse su parentesco evolutivo.

**1.3.2. La clasificación biológica. El árbol de la vida**

**El árbol de la vida**

A partir de estudios comparativos entre organismos extinguidos y actuales, estudios genéticos, análisis moleculares y de otro tipo, los biólogos construyeron representaciones gráficas de las relaciones filogenéticas (relaciones de parentesco evolutivo) entre los organismos. Este tipo de relaciones pueden ser representadas como las ramificaciones de un árbol, donde se muestran las diferentes líneas evolutivas desde el pasado hasta el presente.

*Representaremos aquí uno de estos árboles que muestran las relaciones filogenéticas entre diferentes grupos de organismos. Como vemos en la representación, todos los seres vivos existentes y extinguidos del planeta tienen un único origen en el grupo más antiguo de organismos procariotas.*





### Actividad 13

Analice el esquema anterior y con la información que obtenga responda las siguientes preguntas:

- ¿Cuántos grupos de organismos se pueden diferenciar en ese esquema?<sup>3</sup>
- ¿Cuál es el grupo de organismos que pudo haber dado origen a todos los grupos restantes?
- ¿Cuál es el grupo de organismos que pudo haber dado origen a hongos, animales y plantas?

## 1.3.3. Criterios que se utilizan para la clasificación

### Los cinco reinos

A partir de la publicación del libro *El origen de las especies*, Charles Darwin puso fin a muchas de las preguntas que se hacían los naturalistas sobre el origen de la diversidad, y junto con ello estableció nuevos criterios para clasificarla en los diferentes grupos taxonómicos. Darwin señaló que todo sistema de clasificación de los seres vivos, ya sean estos extinguidos o que viven en la actualidad, debe basarse en dos criterios:

- **su genealogía** (ascendencia común o parentesco evolutivo) y
- **el grado de similitud** (cantidad de cambios evolutivos).

Originalmente, y basándose en la clasificación del filósofo griego Aristóteles, Linné utilizó la categoría taxonómica «**reino**» como la mayor de todas, reconociendo tres reinos en la naturaleza: animal, vegetal y mineral.

Actualmente, cuando los científicos se refieren a los reinos solo lo hacen en relación con los seres vivos (actuales o extinguidos) y por lo tanto se eliminó la idea de la existencia de un reino mineral o inorgánico.

Los conocimientos actuales desterraron la antigua idea de que el mundo vivo se clasifica en solo dos reinos (animal y vegetal). Ateniéndose a los criterios evolutivos, se distinguen cinco reinos diferentes: animales, plantas, hongos, protistas y moneras<sup>4</sup>.

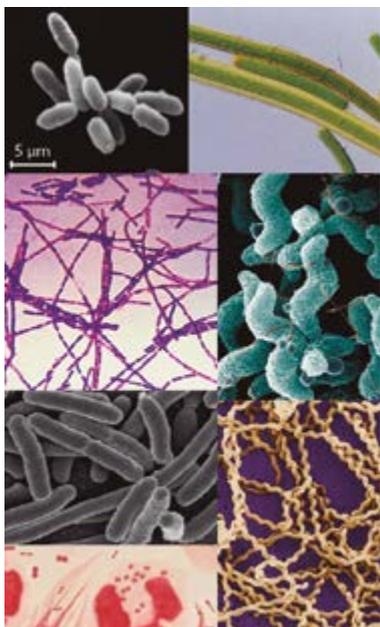
Los cinco reinos se corresponden con los grupos de organismos del «**árbol de la vida**» mencionados en el apartado anterior. Todos los organismos fósiles o vivos conocidos pertenecen a alguno de estos cinco reinos. Cada reino, a su vez, se divide en grupos más pequeños según las características de las especies que lo componen. Por ejemplo, dentro del reino de los animales algunos grupos son las aves, los mamíferos y los reptiles: se parecen en que todos son animales, pero a su vez los reptiles se parece más entre ellos que con las aves, etc.

Entre las características que describen a los reinos podemos encontrar: el número de células que constituyen a sus organismos (unicelulares y/o pluricelulares); clase de células que lo componen (procariotas o eucariotas); formas de obtener su alimento (autótrofos o heterótrofos); tipo de reproducción (asexual y/o sexual).

<sup>3</sup> Es necesario aclarar que algunos investigadores proponen la existencia de seis reinos en vez de cinco. Así, subdividen al reino moneras en dos, considerando a las Archibacterias (bacterias antiguas) un reino aparte de las bacterias evolutivamente más «modernas» (Eubacterias).

<sup>4</sup> Tenga en cuenta lo dicho en nota 3.

### 1.3.4. Características generales de los distintos grupos de organismos actuales (bacterias, protistas, plantas, hongos y animales).



#### Reino Monera

Son organismos unicelulares y procariotas. Este reino está constituido por las bacterias que se clasifican según su forma en cocos (esférica), bacilos (alargada) y espirilos (enroscados).

Las bacterias ocupan todos los ambientes, incluso muchas de ellas viven en nuestro cuerpo. Son parte de la flora intestinal, donde ayudan a digerir los alimentos, o bien pueden causar enfermedades, como la Salmonella. Por lo general son heterótrofos. Las llamadas cianobacterias son autótrofas y forman colonias. En general las bacterias se reproducen por fisión binaria, por lo tanto su forma de

*Bacterias reproducción es asexual.*

*Fuente: <https://gl.wikipedia.org/wiki/Prokaryota>*



#### Reino Protista o Protoctista

Estos organismos son unicelulares también, pero son eucariotas. De ellos derivan todos los grupos eucariotas. Dentro de este reino hay una gran variedad de organismos.

Están los Protozoos (amebas, paramecios) que son heterótrofos y pueden movilizarse por flagelos, cilios, etc. Otro grupo de organismos son autótrofos (euglenas, diatomeas). Al ser productores son de vital importancia en ecosistemas acuáticos, ya que constituyen el eslabón inicial de las redes alimentarias. La forma de reproducción es asexual.

#### Protistas

*Fuente: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Protista>*



#### Reino Fungi u hongos

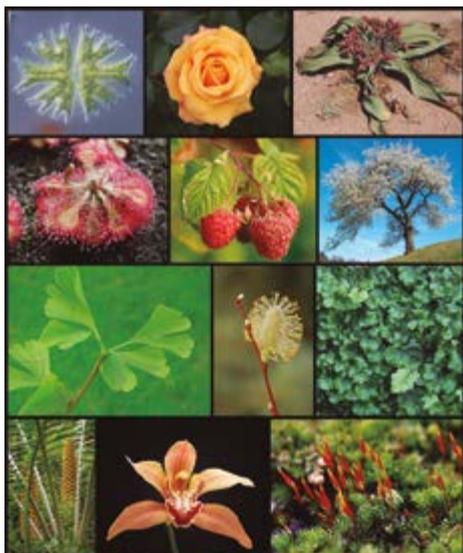
Este reino agrupa a los hongos, organismos unicelulares y/o pluricelulares y eucariotas. Son siempre heterótrofos. Están los que se alimentan de la sustancia orgánica de restos de otros seres vivos y otros que son parásitos provocando enfermedades llamadas micosis, por ejemplo el «*pie de atleta*».

También hay varios tipos, como los que crecen en los árboles, los comestibles como el champiñón, los mohos (moho negro del pan), hongos de sombrero y las levaduras.

Algunos hongos son venenosos, por lo cual no es recomendable recolectarlos en los jardines o en bosques. Se reproducen asexual (más frecuente) y sexualmente.

Hongos

*Fuente: <https://en.wikipedia.org/wiki/Fungus>*

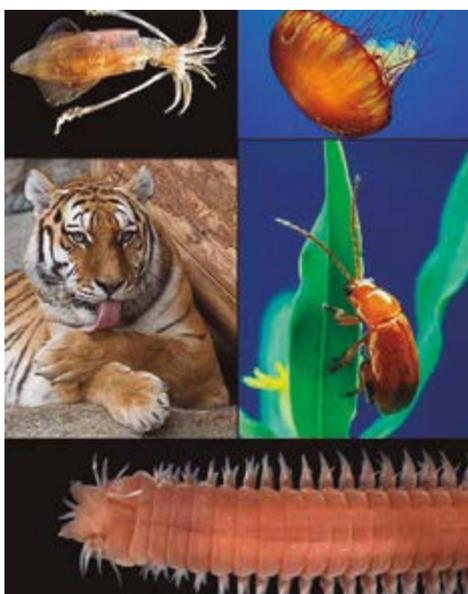


## Reino Plantae o plantas

Este reino agrupa a todas las plantas, organismos pluricelulares y eucariotas. Hay una gran diversidad de plantas, por ejemplo las algas (vegetales acuáticos), los musgos, los helechos, las plantas con flor, etc. Todos los organismos de este reino son autótrofos y se pueden reproducir asexualmente (por multiplicación vegetativa) y sexualmente a través de sus órganos sexuales (flores).

*Diferentes tipos de plantas.*

Fuente: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Diversity\\_of\\_plants\\_image\\_version\\_3.png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Diversity_of_plants_image_version_3.png)



## Reino Animalia o animales

Abarca a todos los animales. Son organismos pluricelulares, eucariotas, complejos y siempre heterótrofos. Es un reino amplio formado por dos grandes grupos, los invertebrados: las esponjas, los caracoles, los insectos, las estrellas de mar y los vertebrados: peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos.

La reproducción sexual es la que predomina en los integrantes de este reino, pero en algunos casos, cuando las condiciones son desfavorables algunos invertebrados pueden reproducirse asexualmente (fragmentación y regeneración en gusanos, estrellas, etc.)

*Distintos tipos de animales*

Fuente: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Animalia\\_diversity.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Animalia_diversity.jpg)



### Actividad 14

De acuerdo a lo leído, transcriba el siguiente cuadro al cuaderno y complételo. Seleccione características tales como: número de células, tipo celular (procariota u eucariota), forma de obtener el alimento (heterótrofos u autótrofos), formas de reproducción (sexual, asexual u otra).

Reino*	Características que lo definen	Ejemplos
Moneras		
Protistas protocistas		
Hongos o Fungi		
Plantas o Plantae		
Animales o Animalia		

Hasta el momento se han clasificado cerca de 1.500.000 especies distintas pertenecientes a uno o a otro de estos cinco reinos. Sin embargo se cree que puede haber varios millones de especies vivas aún no identificadas y es probable que a lo largo de la historia se hayan extinguido muchas más aún.

### Para tener en cuenta

#### ¿Y los virus?: el límite entre lo vivo y lo inerte

Muchas enfermedades que padecemos los seres vivos, están relacionadas con los virus. Existe una discusión sobre si los virus son o no seres vivos, ya que no tienen una estructura celular, y por lo tanto sus características no encajan en ninguno de los cinco reinos en que se agrupa el mundo vivo. *Los virus están en el límite entre la materia inanimada y los organismos.*

Su *estructura* es muy sencilla comparada con la de una célula (aún las procariotas): un virus consiste básicamente en una *envoltura de proteínas que encapsula al material con la información para su funcionamiento y reproducción (material genético).*

Por otra parte, los virus son parásitos *obligados de células*, y dependen, para reproducirse, de las estructuras y funciones de las células que infectan.

Enfermedades humanas tales como las paperas, el SIDA, algunos tipos de hepatitis y de tumores son causados por virus.

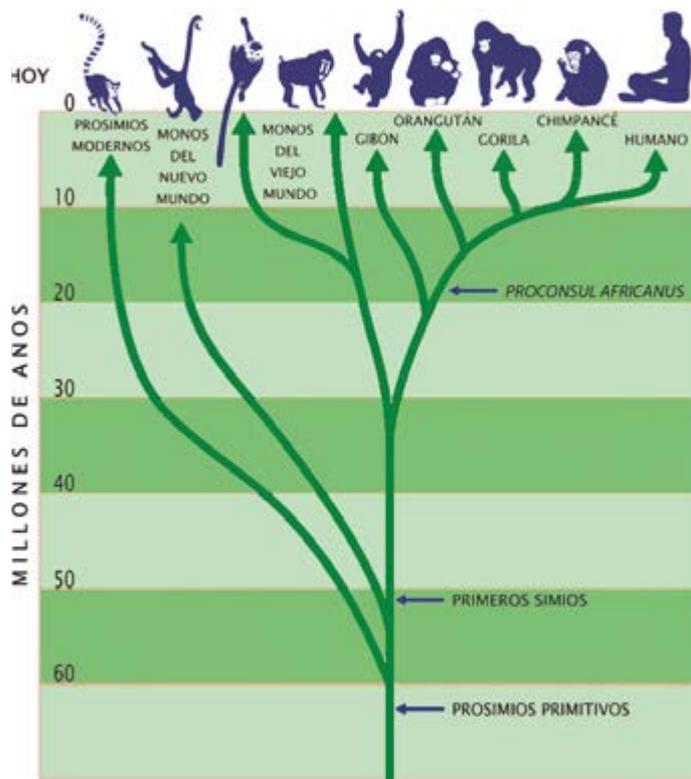
### En resumen

- A partir de estudios comparativos entre organismos extinguidos y actuales, se pueden establecer relaciones filogenéticas que indican el grado de parentesco evolutivo entre los seres vivos que habitan el planeta.
- Dentro de estos estudios comparativos toma gran importancia el de las estructuras homólogas que nos muestran cómo se pudieron ir transformando determinadas características anatómicas, a lo largo del tiempo, en los diferentes grupos de organismos evolutivamente emparentados.
- La teoría de la evolución propone que todos los organismos tienen un origen común en aquellos que surgieron en la tierra primitiva. A partir de este grupo original se fueron diversificando el resto de los grupos de organismos conocidos, tanto actuales como extinguidos.
- Los criterios de clasificación de los organismos apelan a establecer su genealogía (ascendencia común o parentesco evolutivo) y el grado de similitud (cantidad de cambios evolutivos) entre ellos.
- En base a estos criterios, hoy se considera que todos los organismos que habitan el planeta pertenecen a uno de los cinco reinos en que se subdivide el mundo vivo.

## 1.3.5. La evolución humana

### Orígenes del hombre moderno

Una de las cuestiones que más debates generaron en su tiempo, cuando se impusieron las ideas evolucionistas, fue en relación con las explicaciones sobre el origen de la especie humana. La teoría darwiniana sobre el origen de la diversidad biológica no podía dejar de incluir al hombre como un producto de los cambios operados en las especies a lo largo de la historia de la vida en la Tierra.



Árbol de la vida de los primates y el ser humano. La posición de las flechas indica la distancia evolutiva entre los grupos. Así, el orangután y el gorila son «parientes más cercanos» que el orangután y el chimpancé. El chimpancé, a su vez, es el primate evolutivamente más cercano al hombre.

Fuente: <https://www.educ.ar/sitios/educar/recursos/ver?id=85820>

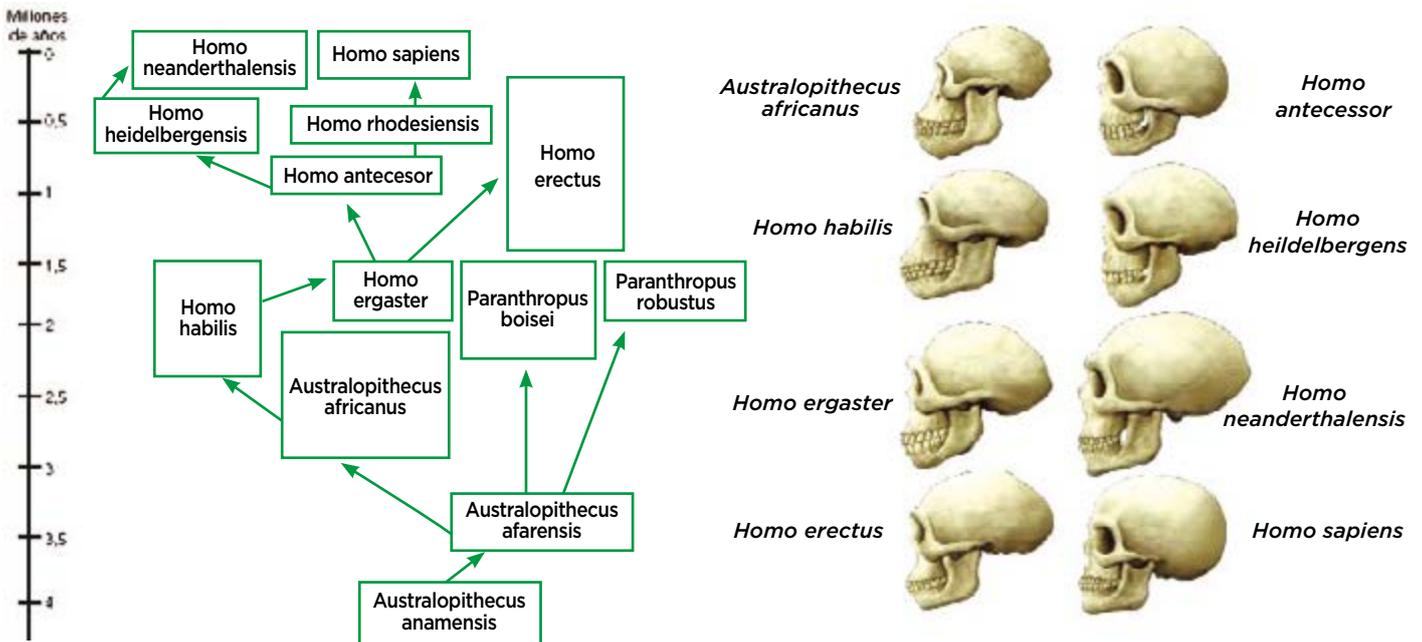
No resultó difícil pensar que las similitudes entre los simios y los hombres podían derivarse de que unos y otros eran el producto de cambios graduales que se fueron acumulando a partir de algún ancestro común. De allí surge la famosa frase «el hombre desciende del *«mono»*. Apoyaban estas ideas el estudio de los fósiles de *«hombres primitivos»* que se encontraron en diversas partes del mundo, principalmente en el continente africano.

En la actualidad se cree que los hombres evolucionaron a partir de una rama de monos de África. El grupo que abarca a los monos es llamado **primates**. Dentro de este grupo, encontramos al grupo de monos que se nos asemejan, de los cuales solo nosotros existimos hoy en día, al que se les llama **homínidos**.

En la figura anterior vemos que los monos y el hombre han tenido un **ancestro común**. Luego mediante selección natural, algunas características se fueron fijando en grupos distintos, y dieron origen a las distintas especies que conocemos hoy en día.

Recordemos que la evolución es un proceso paulatino, que ocurre de a poco. La aparición del hombre no fue un hecho puntual, sino que hubo muchas especies de hombres que se extinguieron antes de que apareciera el humano actual (llamado **Homo sapiens sapiens**). Algunas de ellas, como **Homo erectus** y **Homo habilis**, incluso desarrollaron y utilizaron herramientas de piedra o metal.

**EVOLUCIÓN DE LOS HOMÍNIDOS DEL GÉNERO HOMO**



Fuente: [http://cytisan.pbworks.com/f/1421655490/evol\\_humana.jpg](http://cytisan.pbworks.com/f/1421655490/evol_humana.jpg)

Como se ve en la figura anterior algunos cráneos antiguos que fueron encontrados y nos dan información sobre la evolución del hombre. Se muestra el nombre científico de la especie y el tiempo que hace que vivió. El parecido con el humano actual es claro, sobre todo en las especies del grupo *Homo*.

En los estudios evolutivos, sin embargo, se usan algunas características clave para diferenciar entre especies: el aspecto de la mandíbula, el volumen en las cejas y la disposición de los dientes son algunas de ellas.



**Actividad 15**

Dado lo leído anteriormente analice la frase **«el hombre desciende del mono»** y luego responda:

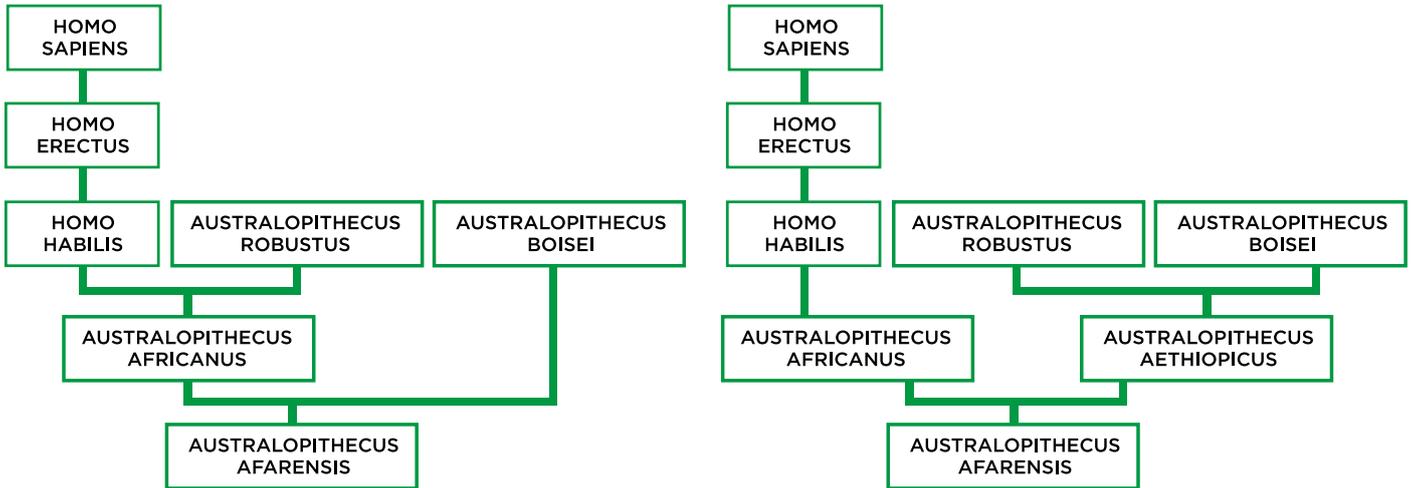
- ¿Qué argumentos podrían ser utilizados para afirmar que dicha frase es correcta?
- ¿Qué argumentos podrían ser utilizados para afirmar que dicha frase es incorrecta?

Todos los monos son denominados **«primates»**. Dentro de estos hay dos grandes grupos: los grandes monos africanos (como el gorila y el chimpancé) o asiáticos (como el orangután) y los pequeños monos americanos (como el tití, el caí y otros). Todos los estudios evolutivos demuestran que nuestro origen hay que buscarlo en antecesores comunes que dieron origen, por un lado, a los grandes monos africanos y por el otro al linaje de los humanos. Un grupo muy particular de primates es considerado como parte del origen del hombre actual: aquellos primates que pertenecen al género **Homo**. De este género nosotros somos los únicos representantes vivos, pero existen varias especies extinguidas y que son consideradas nuestros ancestros evolutivos.



## Actividad 16

Existen varias explicaciones sobre las relaciones evolutivas que dieron origen al hombre actual (*Homo sapiens sapiens*). Incluso en los últimos años se ha ido modificando mucho la idea de cuáles fueron nuestros antecesores más cercanos. Aquí tomaremos una de las explicaciones que figuran en la bibliografía:



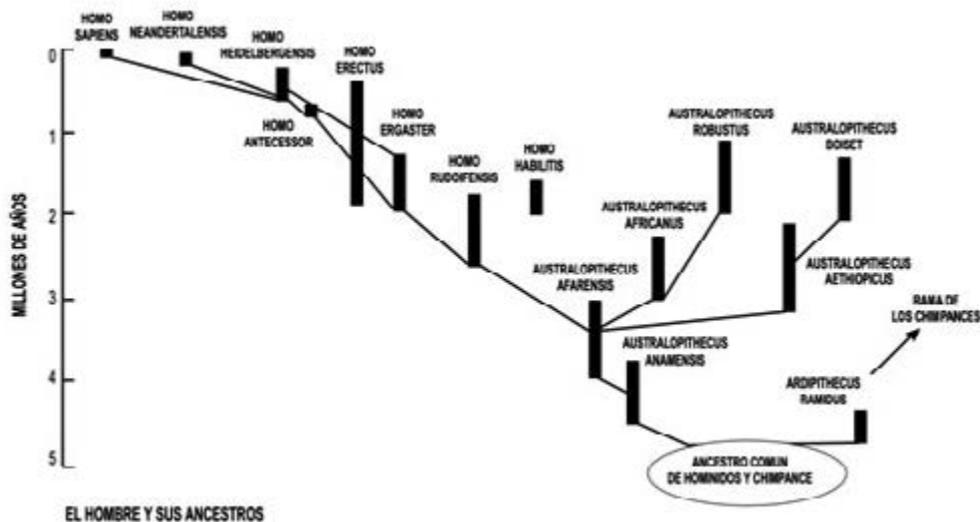
### Según el esquema anterior:

- ¿Se puede considerar al *Australopithecus robustus* como antecesor al hombre?
- ¿Cuál de los *Australopithecus* es el antecesor más inmediato de los hombres?
- ¿Cuál es el más antiguo?

Actualmente, independientemente de las diferencias de opinión entre los investigadores sobre la forma en que surgió la especie humana, todos aceptan que el origen del hombre es africano.

### Otras posibilidades para el origen del hombre actual

En el siguiente esquema se puede ver una de las interpretaciones más modernas que surgen del análisis de los fósiles encontrados y de otros estudios evolutivos humanos. Se lo presentamos con la intención de despertar su curiosidad y brindarle información más actualizada, por si le interesa indagar por su cuenta en esta interesante temática. Por ello, no es necesario que usted memorice ni los nombres ni las épocas que allí se mencionan.



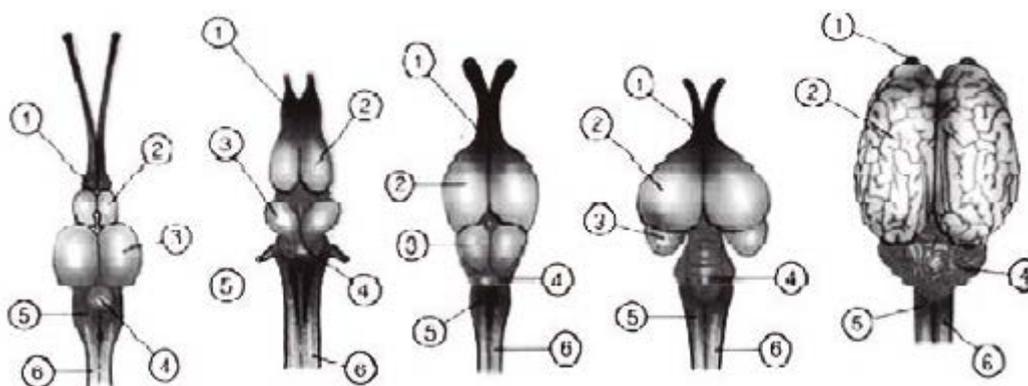
## Cerebro y evolución humana

En el transcurso del estudio de esta guía usted ha analizado textos, interpretado gráficos, ha relacionado la información presentada con conceptos adquiridos previamente a este curso, ha adquirido nuevos conceptos, etc. Ha utilizado las denominadas funciones superiores del cerebro.

Se denomina funciones superiores a la capacidad del cerebro humano, a diferencia de cualquier otro grupo de animales, para captar y procesar grandes cantidades de información a alta velocidad.

El debate sobre el lugar que ocupa el cerebro en las características esencialmente humanas no es trivial y tiene una larga historia. Las ideas de que el cerebro era el centro de los sentimientos y el pensamiento surgieron en oposición a la idea de que residían en el corazón o eran una manifestación de un «*alma*», que no tenía residencia fija en ninguna parte del cuerpo. Hipócrates fue un médico y filósofo griego que, hace dos mil años dijo: *«Y el hombre debería saber que sólo del cerebro proceden la alegría, la risa y las bromas, así como las penas, los pesares, el desaliento y las lamentaciones... por el mismo órgano nos volvemos locos y delirantes y nos asaltan miedos y temores... y de él proceden los sueños, divagaciones inoportunas, preocupaciones inadecuadas e ignorancia de las circunstancias presentes, inquietudes y torpezas.»*

## Evolución del encéfalo



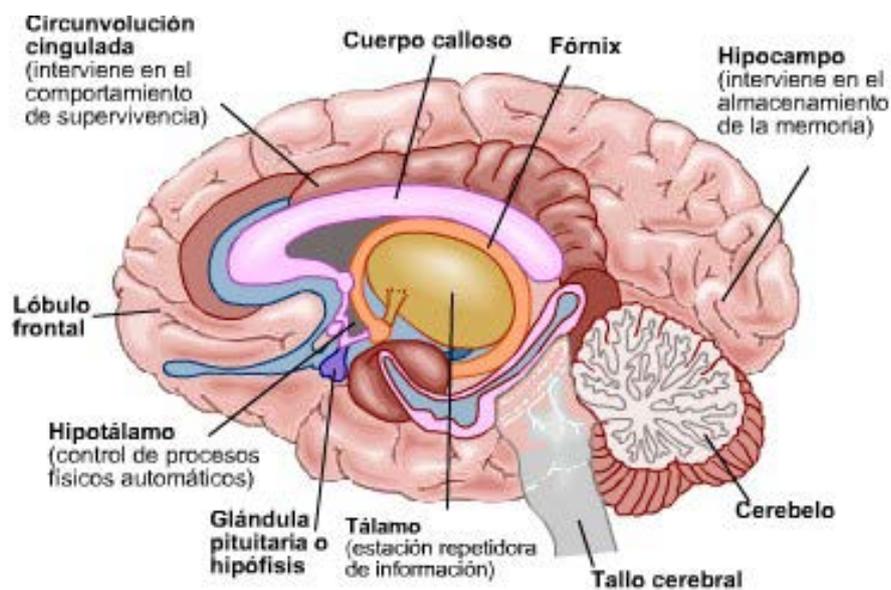
Esquema del encéfalo de los vertebrados (peces, anfibios, reptiles, aves y el hombre).

<b>1.</b> Lóbulo olfatorio	<b>2.</b> Cerebro	<b>3.</b> Lóbulo óptico	<b>4.</b> Cerebelo	<b>5.</b> Bulbo raquídeo	<b>6.</b> Médula espinal
----------------------------	-------------------	-------------------------	--------------------	--------------------------	--------------------------

Si observamos a los representantes del reino animal actualmente existentes, veremos que los distintos grupos de animales presentan sistemas nerviosos de diferente complejidad. En los organismos más simples, no existe una concentración de neuronas en la parte anterior del cuerpo, como sucede en los animales superiores. A medida que avanzamos hacia niveles mayores de complejidad, se puede observar una verdadera cefalización. Esto significa que muchas neuronas se concentran en la parte anterior del cuerpo definiendo una «*cabeza*».

En los vertebrados existe una verdadera cabeza, pero el tamaño y complejidad de sus cerebros se hacen máximos en los mamíferos. En el hombre se presenta una zona del cerebro denominada corteza que es la responsable del desarrollo de las funciones superiores como el habla, la escritura, etc.

Es un hecho que los seres humanos tenemos el cerebro más grande (y no cabe duda que el más complejo) de todo el mundo vivo. El tamaño y la complejidad de nuestros cerebros hace, por ejemplo, que los humanos seamos los únicos ejemplares de los sistemas vivos que tenemos la potencialidad de comunicarnos a través del lenguaje oral y escrito, imaginar, aprender y enseñar, etc. En síntesis, los únicos capaces de desarrollar una cultura con todas sus virtudes y defectos. De estas palabras se deduce una conclusión que, a primera vista, parece simple: la evolución de los seres humanos desde los antepasados no humanos está estrechamente ligada a la evolución del cerebro.



Corte sagital del encéfalo humano  
<http://www.educ.ar/sitios/educar/recursos/ver?id=14289>Accedido 13-09-2016

En la actualidad, el único representante actual de los homínidos es el hombre. Se distingue del resto de los primates principalmente por la marcha bípeda (bipedismo) y el gran desarrollo del cerebro (encefalización). Tanto la encefalización y el bipedismo son el resultado de un proceso evolutivo que comenzó hace 4,2 millones de años en África como consecuencia del cambio del clima y su influencia sobre el hábitat donde vivían los primeros homínidos.

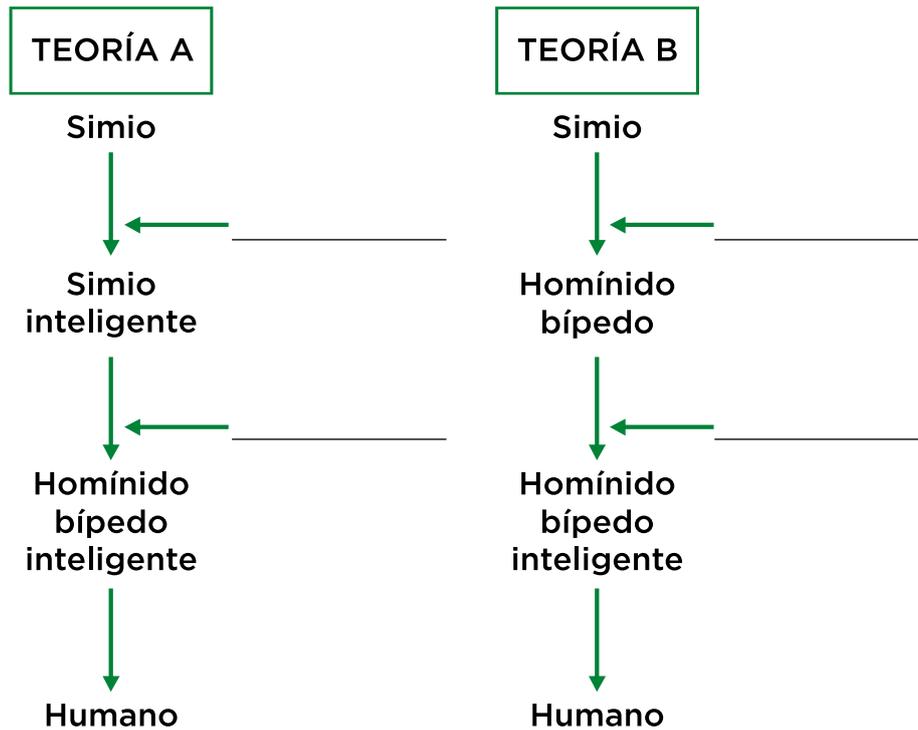
Dos teorías rivalizan en cuanto a la forma en que se produjo la evolución humana. Una de ellas sostiene que nuestros antecesores no humanos, desde los simios pasando por los homínidos hasta el hombre actual, fueron desarrollando paulatinamente un cerebro cada vez más grande (encefalización), antes que una postura erecta. La otra sostiene que antes del desarrollo cerebral surgió el bipedalismo (o bipedismo), que es la característica típicamente humana de caminar siempre erguidos, dejando las manos en libertad).

Por lo tanto, toda explicación que quiera responder a la pregunta de cómo se produjo el origen del hombre debe dar cuenta de la aparición de estas dos características.



### Actividad 17

Observe el siguiente diagrama y complete los cuadros en blanco escribiendo «*bipedismo*» o «*encefalización*» para indicar el momento en el que se supone surgieron cada una de esas características.



**Al finalizar esta unidad es importante que usted haya comprendido lo siguiente:**

- Todos los organismos tienen un origen común que se ubica en el inicio de la vida en la Tierra.
- El origen de la variabilidad y de la adaptación de los organismos que habitaron y habitan el planeta es, según la propuesta darwinista, la transformación de unas especies en otras por **acumulación gradual de cambios**.
- Esta transformación es posible debido a la selección genética de los organismos en función de las condiciones ambientales basadas en la reproducción diferencial. Esto significa que los organismos con características que les confieren mejores posibilidades de dejar descendientes en un medio determinado transmitirán esas variaciones a sus descendientes con mayor éxito que los que no las presentan.
- La **acumulación de diferencias** puede determinar que un grupo de organismos se aparte del grupo original, hasta quedar reproductivamente aislado de este. Es decir, formando una nueva especie.
- Todas las especies de organismos vivos y extinguidos pertenecen a uno de los cinco reinos en que han sido agrupados los seres vivos utilizando criterios basados en diversos estudios evolutivos.
- El proceso que llevó desde los simios africanos primitivos a los simios africanos actuales y al hombre fue una parte de este proceso evolutivo general.
- Los hechos evolutivos principales que condujeron a la formación de la especie humana fueron el **bipedismo** y el **aumento en el tamaño cerebral** (con las funciones particulares que ello determina).

## UNIDAD 2: EL ORGANISMO HUMANO

### 2.1. El organismo humano como sistema abierto y complejo

#### 2.1.1. El organismo humano como sistema abierto y complejo. La delimitación de sistemas y subsistemas

##### Introducción

Los seres vivos tienen la capacidad de autoabastecerse mediante la transformación e intercambio de materia y energía con el ambiente. Así, definimos como *«metabolismo energético»* a todos los mecanismos fisiológicos mediante los cuales los sistemas vivos aprovechan para sí mismos los aportes de materia y energía provenientes del entorno.

En los organismos unicelulares eucariotas estas funciones son llevadas a cabo por diversas organelas, tales como la membrana celular, las mitocondrias, los retículos y vesículas. La entrada de los nutrientes o la salida de los desechos se realiza a través de la membrana celular que se encuentra en contacto con el ambiente.

Pero en los organismos multicelulares, las células forman parte de tejidos y de órganos y no están directamente en contacto con el medio exterior. A lo largo de la evolución biológica se ha desarrollado una variedad de estructuras y procesos que aseguran la llegada de nutrientes a cada una de las células y la salida de desechos de las mismas. El resultado es la existencia de organismos de un alto grado de complejidad, tanto en cuanto a las funciones como a las estructuras que las llevan a cabo. Estas estructuras pueden ser analizadas, como ya se estudió en la unidad anterior, como subsistemas incluidos en otros sistemas mayores.

Así, el sistema digestivo (por ejemplo en los seres humanos) incorpora los alimentos y los transforma en materiales aptos para ser aprovechados por las células de todo el organismo. Una serie de órganos (boca, esófago, estómago, intestinos) y de glándulas anexas (salivales, vesícula biliar, páncreas) participan de estos procesos de transformación. El producto de esta transformación se incorporará entonces al torrente sanguíneo, que distribuirá estos materiales a todo el organismo. También, la llegada de oxígeno a todas las células está mediatizada por los órganos que forman el sistema respiratorio, en conexión con el sistema circulatorio que transporta el oxígeno a todas las células.

Los tres sistemas de órganos mencionados hasta el momento, **sistema digestivo, sistema circulatorio y sistema respiratorio**, confluyen en una única función: **la nutrición**. Además, el sistema excretor cumple una función fundamental en la eliminación de los desechos resultantes del metabolismo celular.

Si bien cada uno de estos sistemas cumple funciones específicas, no lo hacen de manera aislada, sino que su funcionamiento es coordinado de manera que todos contribuyen al funcionamiento general del sistema completo. La función de coordinación y control de la actividad de los diversos sistemas está a cargo, principalmente, de otros dos sistemas en el organismo humano: **el sistema nervioso** y el **sistema endocrino**.

Cada uno de ellos posee estructuras particulares y llevan a cabo funciones específicas. Sin embargo en muchos casos ambos sistemas actúan coordinadamente.

**En esta unidad nos concentraremos en el estudio de las funciones de nutrición y de coordinación y control. Procuraremos atender a cuestiones como las siguientes:**

- cuáles son los mecanismos principales que cubren las funciones de nutrición y de coordinación y control,
- cuáles son los tejidos, órganos y sistemas de órganos más importantes que participan en dichas funciones,
- cómo se integran y coordinan las funciones de los diferentes sistemas.

### El organismo humano como sistema abierto, complejo y coordinado

En biología podemos estudiar a los seres vivos con un enfoque sistémico. Este tipo de enfoque se ve claramente en el estudio de los ecosistemas; y en el caso del organismo humano, de la misma manera, entendiendo al organismo como un todo, formado por partes que se interrelacionan entre sí para dar un funcionamiento. Este enfoque implica, centrarse más en la fisiología, las funciones y los procesos, que en los detalles estructurales, los detalles anatómicos, aunque deben conocerse algunos fundamentos para comprender el funcionamiento. Por ejemplo si decimos que *«los nutrientes, luego de ser digeridos los alimentos, son absorbidos en el intestino delgado y luego transportados hacia todas las células a través de la sangre»*, estamos hablando de una función, pero necesitamos conocer que la estructura del intestino con sus pliegues y vellosidades, son importantísimas para que ocurra la absorción.

### El enfoque sistémico, por lo tanto, se entiende definiendo lo que es un sistema:

*“Un sistema es una parte del universo que se aísla para su estudio, y está compuesto por un conjunto de elementos interrelacionados, que cumplen una o varias funciones determinadas”*. Por ejemplo una linterna, cuenta con diferentes elementos: carcasa, pilas, bombita, llave de encendido, etc.; ninguno de estos elementos funciona por separado, juntos se interrelacionan y dan el funcionamiento de ese sistema que es iluminar. Para comprender a los seres vivos como sistemas, generalmente se realizan comparaciones con sistemas artificiales, por ejemplo aparatos como televisores, lavarropas, celulares, etc.

En biología hablamos de *«ecosistema»*, como el conjunto de seres vivos (factores bióticos) que se interrelacionan entre sí, y con el ambiente (factores abióticos), en un lugar y tiempo determinado. En el organismo humano, hablamos por ejemplo de *«sistema digestivo»* (distinto de la designación antigua de *«aparato digestivo»*), formado por órganos, como el esófago, estómago, intestino, que se interrelacionan entre sí, para dar el funcionamiento de digerir los alimentos.

Así como se mencionó más arriba, los sistemas son partes del universo que se las aísla para su estudio, por ejemplo describimos el sistema digestivo en detalle, pero obviamente nuestro organismo, no es sistema digestivo, sino que está formado por ese sistema y por muchos otros que se interrelacionan para permitir que los nutrientes lleguen a todas las células. Así como en la realidad los diferentes sistemas del cuerpo no están aislados, el organismo humano como un todo tampoco está aislado de su ambiente.

En la interrelación del organismo con el ambiente, puede satisfacer sus necesidades de materia, de energía y de información, pero también aparecen otros factores que ocasionan la enfermedad en el organismo. Y aquí es precisamente donde aparece la Educación para la Salud.

- El organismo humano, como el de los demás seres vivos, puede ser considerado como un **sistema abierto**, porque intercambia continuamente materia, energía e información con el medio circundante. Por ejemplo, los receptores sensoriales ubicados en los órganos de los sentidos captan estímulos provenientes del medio externo. Por ejemplo, las ondas sonoras son captadas por determinadas células del oído; la luz es captada por los órganos del sentido de la vista; así, todos los cambios ambientales son detectados continuamente por los órganos sensoriales.
- El organismo humano puede ser considerado como un **sistema complejo** porque está conformado por diversos sistemas de órganos a través de los cuales se llevan a cabo diversas funciones como, por ejemplo, incorporar, distribuir, transformar, redistribuir y eliminar la materia y la energía que se intercambian continuamente con el medio, regular y controlar la coordinación de todos los procesos, etc.
- Las funciones se llevan a cabo de un modo **coordinado** pues son interdependientes, es decir que cada parte del organismo depende de las otras para su funcionamiento.

**El organismo humano, por ser un sistema abierto, intercambia materia, energía e información con el medio circundante. Desde el medio llegan al organismo:**

- **alimentos**, que contienen sustancias nutritivas que se utilizan para construir las estructuras corporales y para realizar los procesos vitales;
- **oxígeno**, que es tomado del aire atmosférico, indispensable para realizar el proceso de respiración que permite liberar la energía contenida en las sustancias nutritivas y
- **estímulos externos**, ondas sonoras, luz, calor, que son captados por los receptores sensoriales y procesados como información acerca de los cambios ambientales. Este procesamiento de información posibilita elaborar respuestas dirigidas a mantener la estabilidad del organismo.

En el intercambio, el organismo humano influye en el medio, por ejemplo, mediante la eliminación de sustancias resultantes de los procesos vitales (algunas de las cuales no fueron usadas por las células, otras no eran necesarias y otras en forma de desecho), y las actividades que lleva a cabo.

### Los sistemas coordinados

Todas las funciones del organismo se realizan simultáneamente. Por ejemplo, mientras una persona está caminando hacia la puerta de su casa, como respuesta a haber escuchado el timbre, en sus pulmones se realiza el intercambio gaseoso, su corazón late, su estómago está transformando la comida que ingirió hace unos minutos y sus riñones están produciendo orina. La función de control permite que cada actividad del organismo ocurra en el momento necesario y de la manera adecuada. Para su correcto funcionamiento, el organismo requiere mantener relativamente estables sus condiciones internas, como la temperatura corporal o la cantidad de agua. La función de control también se vincula al mantenimiento de esas condiciones.

La interacción de todos los sistemas de órganos permite el buen funcionamiento de las células de los tejidos que los conforman y por ende, el mantenimiento del estado de equilibrio del organismo en general.

Resulta interesante considerar que el sistema reproductor no participa en el mantenimiento de la vida del organismo, la función de reproducción permite mantener la especie.

## 2.1.2. El funcionamiento integrado del organismo.

### Concepto de homeostasis.

### Los niveles de organización en el organismo humano.

#### El equilibrio interno: homeostasis

El organismo humano puede ser considerado como un sistema abierto. Esto implica que entre el organismo y el medio existe un continuo proceso de intercambio de materiales, de energía y de información.

A pesar de este intercambio, el medio interno del organismo se mantiene estable.

La capacidad de controlar el medio interno que posee el organismo fue estudiada por numerosos fisiólogos, que son científicos especializados en el funcionamiento de los seres vivos. En el año 1865, Claude Bernard ya enunció que «la constancia del medio interior es la condición esencial de una vida libre». Sin embargo, el concepto de homeostasis fue definido en el año 1932 por el fisiólogo Walter Cannon.

*Los sistemas de control de los organismos vivos suelen funcionar en interrelación a través de circuitos llamados de retroalimentación. Esto significa que alguna desviación de las condiciones óptimas para el funcionamiento equilibrado del organismo estimula una respuesta que permite reestablecer dichas condiciones.*

Cuando se estudian los conceptos de salud y de enfermedad, se puede interpretar al organismo humano como un sistema en un **equilibrio dinámico**. Se van produciendo pequeños cambios a lo largo del día y de la vida de un individuo, cambios fisiológicos, como tener hambre, sed o inclusive los cambios en una mujer embarazada.

Sin embargo, se pueden presentar cambios más profundos, por lo que se considera que ocurre un desequilibrio o alteración que puede conducir a una enfermedad, como por ejemplo ante un cambio brusco de temperatura en el ambiente, el organismo reacciona por distintos mecanismos y se adapta; o puede ocurrir que no pueda compensar dicho desequilibrio, entonces puede aparecer una enfermedad, como por ejemplo, un resfrío.

Por eso se relaciona la función de homeostasis como aquella que mantiene el equilibrio dinámico, evitando que el organismo se enferme.

#### ¿Qué significa «homeostasis»?

En cada una de las células del organismo, se llevan a cabo diversas reacciones químicas que, en su conjunto, constituyen el metabolismo.

Todas estas reacciones químicas se producen dentro de determinadas condiciones de temperatura, de concentraciones de sales y otras sustancias, de presión, etc. Es decir que, para que la actividad celular se desarrolle normalmente, el medio interno debe ser estable respecto de los factores que inciden en los procesos metabólicos.

A esta propiedad de mantener la estabilidad del medio interno se la denomina homeostasis (del griego *homos*: 'mismo, similar', y *stasis*: 'estar') y es una propiedad característica de todos los seres vivos, no sólo del organismo humano.

Todos los sistemas de órganos intervienen en la homeostasis, pero algunos de ellos cumplen funciones más específicas en la regulación del medio interno.

## ¿Cuáles son los factores que deben controlarse?

Los principales factores que deben controlarse son **la composición química** del medio interno, la **temperatura** corporal y la **presencia de microorganismos** y de sustancias que puedan resultar nocivos.

La **composición química** del medio interno se regula mediante tres procesos complementarios: la eliminación de desechos celulares, la regulación de las concentraciones de sustancias que deben llegar a las células y la regulación de la cantidad de agua intra e intercelular.

Cabe señalar que la sangre desempeña un papel importante en la regulación del medio interno pues transporta los desechos celulares, las sustancias que necesitan las células, las sustancias y células que participan en los procesos de defensa del organismo.

La **temperatura** corporal debe mantenerse alrededor de los 37 °C. Se considera que es normal si el valor se encuentra entre los 36 °C y los 36,5 °C. Si la temperatura corporal externa es de 36 °C, aproximadamente, significa que en el interior es cercana a los 37 °C. Esto se debe a que el cuerpo pierde calor a través de los tejidos más superficiales.

La presencia de microorganismos y sustancias que puedan resultar nocivos es controlada por barreras defensivas específicas e inespecíficas.



### Actividad 1

Teniendo en cuenta las características del organismo humano como sistema complejo y abierto, responda:

- ¿Cómo lo relaciona con el concepto de homeostasis?
- Relacione desde el aspecto fisiológico, tres o más sistemas del organismo humano.



### Actividad 2

- ¿Cómo influye la homeostasis en el estado de salud de un individuo?
- Si la temperatura del ambiente es de 10 °C, cuál será la temperatura del organismo humano? ¿Por qué?

## Los niveles de organización en el organismo humano

El organismo cumple con una función importante, que es la de mantener el equilibrio de su medio interno, frente a las variaciones o cambios de su medio externo, función denominada «*homeostasis*»; a este equilibrio se le llama «*equilibrio dinámico*», ya que no es el equilibrio de una balanza, que una vez logrado, se mantiene en el tiempo, sino que cambia a cada instante. Por ejemplo ante los cambios de la temperatura ambiente, una persona sale de su casa y siente calor, y al regresar a su hogar a la noche refresca, si enferma o no dependerá de su capacidad de adaptación y de regulación de ese equilibrio a cada instante.

El organismo humano, por lo tanto es un sistema, pero, ¿Cuáles son los componentes o elementos de dicho sistema?

**La célula**, que es la unidad de estructura y función, y por lo tanto cumple con todas las mismas funciones que el organismo entero (respiración, nutrición, reproducción, relación con el medio, etc.).

Pero nuestro organismo es pluricelular, es decir que está formado por muchas células, que aunque sigan actuando en forma independiente, en cuanto a las funciones; existe una organización, a través de la cual, diferentes grupos de células se van dividiendo las tareas y especializándose, por eso se organizan en:

**Tejidos**, que son conjuntos de células que cumplen con una función determinada. Por ejemplo el **tejido muscular**, son células alargadas (como si fueran elásticos) que se contraen, produciendo el movimiento muscular; el **tejido epitelial** (tejido de recubrimiento), en la piel, está formado por células aplanadas, que recubren y protegen al cuerpo del medio externo; el tejido nervioso está formado por células con muchas ramificaciones, para poder comunicarse entre sí el mensaje del impulso nervioso.

Los tejidos tampoco se encuentran aislados, sino que se agrupan para cumplir mejor con su función, por eso se organizan en:

**Órganos**, que son conjuntos de tejidos que cumplen con una función determinada. Por ejemplo: el corazón, los pulmones, el cerebro. En el caso del **estómago**, tiene forma de bolsa, en la cual las paredes están constituidas, entre otros tejidos por el tejido muscular que permite los movimientos de mezcla de los alimentos que se comienzan a digerir y el tejido epitelial, que segrega el ácido clorhídrico y las enzimas, necesarias para esa digestión.

Los órganos se agrupan, para cumplir una función en común, por eso se organizan en:

**Sistema de órganos**, que son conjuntos de órganos que cumplen con una función determinada. Por ejemplo: el sistema circulatorio, sistema nervioso o el sistema digestivo entre otros. En el caso del sistema digestivo, está formado por la boca, el esófago, el estómago y el intestino, entre otros.

Por eso decimos que el organismo humano es un **sistema complejo**, ya que se encuentra formado por muchos elementos, que interactúan entre sí, funcionando como **sistema coordinado**; e intercambia materia y energía con el medio por lo que se lo considera como **sistema abierto**.



### Actividad 3

Lea atentamente los siguientes términos que pertenecen a los niveles de organización. A continuación, ordénelos en forma creciente de organización, comenzando por el más simple y terminando por el más complejo.

ÓRGANO - ÁTOMO - CÉLULA - SISTEMA DE ÓRGANOS  
MOLÉCULA - MACROMOLÉCULA - TEJIDO

## 2.2. El organismo humano. Funciones de nutrición. Nutrición y metabolismo.

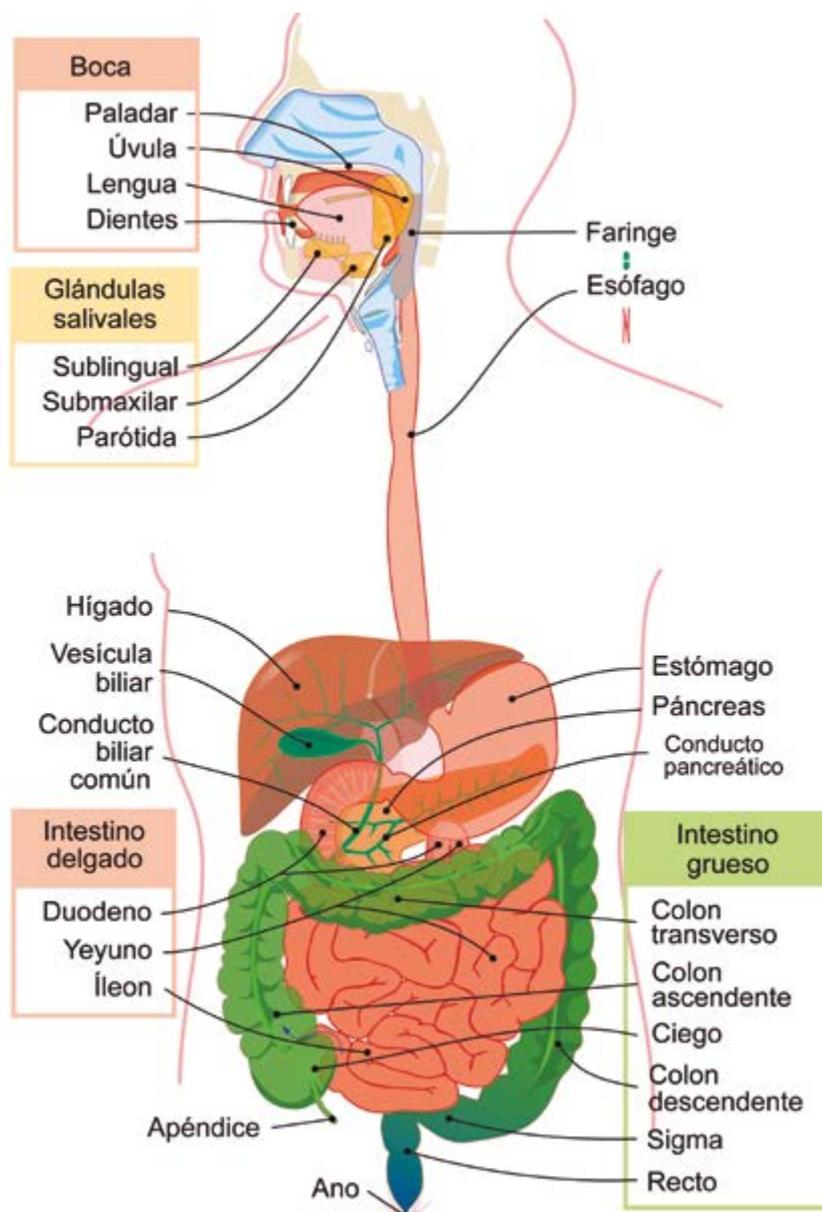
### 2.2.1. El proceso digestivo y las estructuras asociadas

#### El organismo humano como sistema abierto

#### Funciones de nutrición en el organismo humano

La nutrición involucra un conjunto de funciones, a través de las cuales se incorporan oxígeno y alimentos, que se transforman y distribuyen en todo el organismo; también se eliminan los desechos que resultan de dichos procesos. Esta función se lleva a cabo en los siguientes sistemas: digestivo, respiratorio, circulatorio y urinario.

### SISTEMA DIGESTIVO



Fuente: <https://ast.wikipedia.org/wiki/Digesti%C3%B3n>

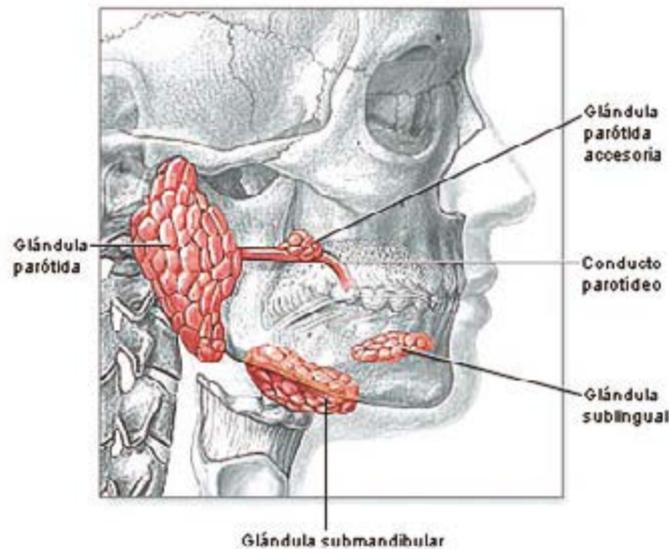
<b>BOCA</b>	los dientes trituran la comida en pequeños fragmentos que, debido a los movimientos de la lengua, se mezclan con la saliva formando el bolo alimenticio.
<b>GLÁNDULAS SALIVALES</b>	producen la saliva y la vierten en la boca. La saliva contiene una enzima que inicia la digestión química del alimento.
<b>FARINGE</b>	recibe el bolo alimenticio y, por medio de movimientos musculares, lo conduce hacia el esófago.
<b>ESÓFAGO</b>	la acción de los músculos de sus paredes desplaza el bolo alimenticio hacia el estómago.
<b>ESTÓMAGO</b>	produce el jugo gástrico, cuyas enzimas continúan la degradación de los alimentos.
<b>HÍGADO</b>	produce bilis, que vierte al intestino delgado. La bilis permite la fragmentación de los lípidos en pequeñas gotitas, lo que facilita la acción de las enzimas.
<b>VESÍCULA BILIAR</b>	especie de bolsita que se encuentra por debajo del hígado donde se almacena la bilis.
<b>PÁNCREAS</b>	produce jugo pancreático, que vierte al intestino delgado. Este jugo contiene enzimas que contribuyen a la digestión.
<b>INTESTINO DELGADO</b>	tiene una longitud de alrededor de 7 metros y se encuentra muy plegado. Su primera porción posee glándulas que producen jugo intestinal. Este, junto con la bilis y el jugo pancreático, terminan la degradación de los alimentos. Las pequeñas moléculas formadas son absorbidas: atraviesan las paredes del intestino delgado y pasan a la sangre.
<b>INTESTINO GRUESO</b>	su función principal es la absorción de agua y sales. Las sustancias no absorbidas conforman la materia fecal, que sigue su recorrido hasta el recto. También se sintetizan algunas vitaminas.
<b>RECTO</b>	último tramo del intestino grueso donde se almacena la materia fecal.
<b>ANO</b>	está constituido por músculos que permiten la salida de la materia fecal.

### Comienzo de la digestión: la boca

Los alimentos ingresan en el tubo digestivo por la **boca**. Como en la mayoría de los mamíferos, los seres humanos tenemos **dientes**.

De acuerdo con su forma y su función, se distinguen cuatro tipos de dientes: los incisivos cortan el primer bocado; los caninos desgarran el alimento y los premolares y los molares completan la masticación, triturándolo.

En la boca se encuentran glándulas que secretan saliva, se distribuyen bajo la lengua (sublingual), por dentro y detrás de los maxilares (submaxilares y parótidas)



Fuente: [http://redpacientes.com/lesiones\\_en\\_glandulas\\_salivales\\_evolucionan\\_en\\_sindrome\\_sjogren](http://redpacientes.com/lesiones_en_glandulas_salivales_evolucionan_en_sindrome_sjogren) Accedido 02/12/2015

Al mismo tiempo que se mastica, la saliva humedece y aporta la primera **enzima** digestiva.

Una enzima es un proteína que se encarga de llevar a cabo reacciones de transformación en distintas partes de nuestro cuerpo.

### Digestión química

En el caso del sistema digestivo, las enzimas transforman sustancias complejas de los alimentos en más simples para que sean absorbidas y lleguen a la sangre y de allí a todas las células del cuerpo. En general, los nombres de las enzimas se relacionan con la sustancia que están degradando, así por ejemplo la lipasa, degrada lípidos.

Entonces la primera enzima digestiva es la **amilasa salival** presente en la saliva, que comienza con la digestión química en la boca. La saliva es segregada por tres pares de **glándulas salivales**.

Por último, la lengua, órgano situado en la parte baja de la boca, mezcla el alimento y permite la deglución del bolo alimenticio, que pasa a la faringe.

### Deglución y digestión: de la faringe al estómago

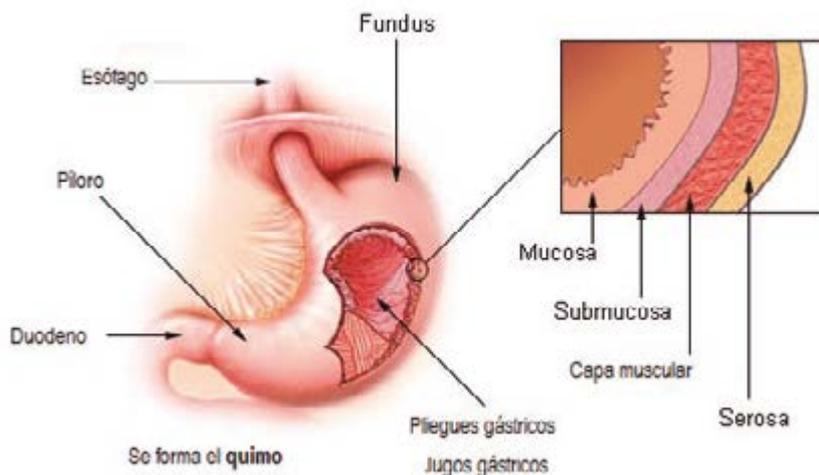
La **faringe** es un órgano musculoso que se comunica con las fosas nasales y con la boca en su parte superior, y con el esófago, en su parte inferior. Recibe el bolo alimenticio y lo conduce hacia el esófago.

El **esófago** es un tubo cilíndrico de unos 25 cm de largo que comunica la faringe con el estómago, ubicado en la parte media de la cavidad torácica. Su cavidad interna está recubierta por mucus y presenta fibras musculares, que forman anillos. En la unión de este órgano y el estómago hay un anillo muscular o esfínter, denominado cardias, que se abre y se cierra por contracción y relajación e impide que los jugos ácidos del estómago lleguen al esófago.

La deglución es el proceso que permite el avance del bolo alimenticio hasta el esófago y, a través de él, al estómago.

El **estómago** es un órgano flexible con forma de bolsa que se comunica con el esófago a través del cardias, y con el intestino delgado por medio de otra válvula, el píloro. Contiene células especializadas en la secreción del jugo gástrico.

El jugo gástrico está formado por varios compuestos como ácido clorhídrico, mucus y enzimas. En el estómago se transforma el alimento en una masa semilíquida (**quimo**), la cual pasará al intestino delgado a través del píloro. En el jugo gástrico se encuentra la segunda enzima digestiva, la pepsina, que continúa la digestión de los alimentos, iniciada en la boca.



Fuente: [https://en.wikipedia.org/wiki/Gastric\\_mucosa](https://en.wikipedia.org/wiki/Gastric_mucosa)

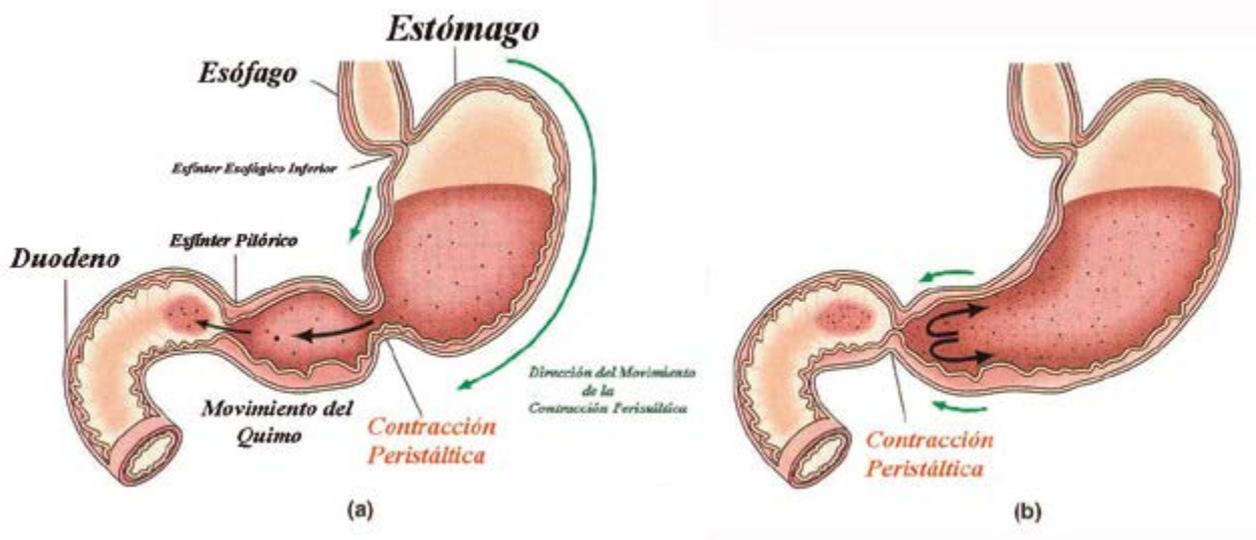
### El intestino delgado

**El intestino delgado** es un tubo largo, de unos siete metros, plegado sobre sí mismo. Se divide en tres porciones: el duodeno, el yeyuno y el íleon.

El duodeno es la porción más activa en el proceso digestivo, ya que allí se produce el jugo intestinal, el cual contiene gran cantidad de enzimas propias. Además, recibe las secreciones del **hígado** y de la **vesícula biliar** (bilis) y del páncreas (jugo pancreático). La bilis, producida en el hígado y almacenada en la vesícula biliar, no contiene enzimas y trabaja a la manera de un detergente: emulsiona las grasas, fragmentándolas en gotitas, lo cual favorece la ulterior acción de las enzimas.

### ¿Cómo se produce la digestión química en el intestino?

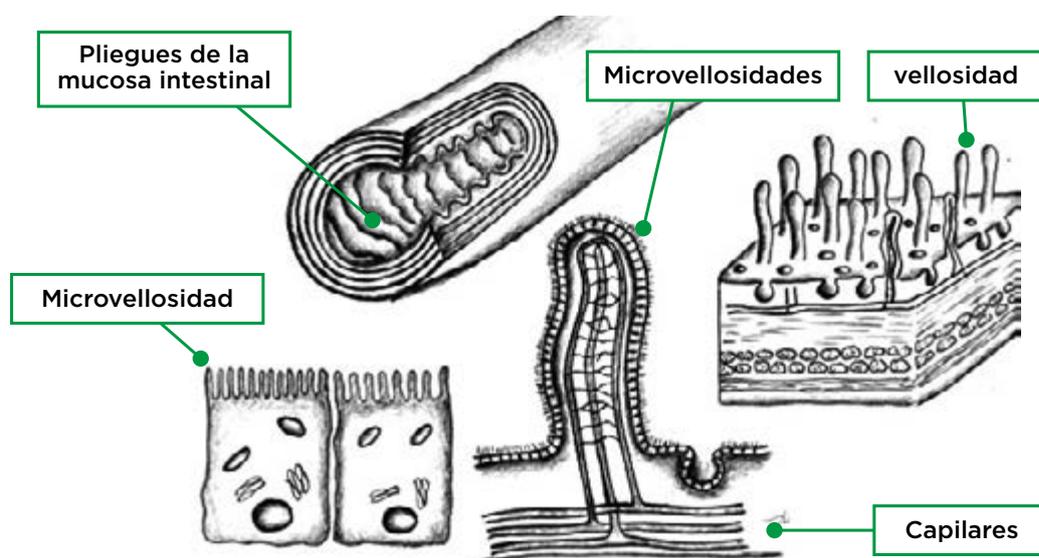
El **quimo** procedente del estómago, al recibir las secreciones intestinales y de las glándulas anexas, se transforma en **quilo**. Las macromoléculas del quilo llegan al estado de monómeros (moléculas sencillas) por la acción enzimática.



Fuente: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Figura\\_2\\_vaciado\\_g%C3%A1strico.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Figura_2_vaciado_g%C3%A1strico.jpg)

El resto del intestino delgado, llamado yeyuno-íleon, tiene la particularidad de estar revestido por microscópicas prolongaciones con forma de dedos, las vellosidades intestinales. Cada una de ellas, a su vez, está revestida por prolongaciones citoplasmáticas, llamadas microvellosidades.

Las microvellosidades cumplen la función de **absorción**, en este caso, de los nutrientes y ceden a la sangre las sustancias simplificadas de las proteínas, lípidos e hidratos de carbono, es decir, sus monómeros (moléculas sencillas). El resto de los materiales sigue su camino hacia el intestino grueso.



Fuente: dibujo realizado por el Prof. Javier Clusellas, 2015

## Digestión mecánica

La digestión química es acompañada en la boca, en el estómago y en el intestino delgado por la digestión mecánica. Esta última consiste principalmente en la trituración y maceración de los alimentos en la boca. Los movimientos rítmicos de las paredes de los órganos (llamados peristálticos) provocan el desplazamiento de las sustancias en transformación y favorecen el contacto entre ellas y los jugos digestivos con sus enzimas.

## El intestino grueso: eliminación de sustancias

Los materiales que no fueron digeridos o absorbidos en el intestino delgado son conducidos con ayuda de los movimientos intestinales hasta el intestino grueso. En este órgano terminan de absorberse algunas de esas sustancias (minerales y agua). Una particularidad del intestino grueso es la presencia de ciertas bacterias en su interior. Esos microorganismos, que son habitantes normales de este órgano, brindan importantes beneficios al organismo. Por ejemplo, a partir de las sustancias presentes en el intestino grueso, las bacterias fabrican vitaminas que el organismo no puede producir y que también se absorben en este órgano.

Se estima que las sustancias permanecen en el intestino grueso entre diez y doce horas; durante ese tiempo, los materiales que no son absorbidos se convierten en materia fecal. Esta avanza a través del intestino grueso, por movimientos musculares de sus paredes, y se almacena en el recto, última porción de este órgano, hasta su eliminación.

La incorporación al organismo de las moléculas biológicas de los alimentos depende de un conjunto de transformaciones, durante las cuales esos componentes se separan y también se degradan en componentes aún más sencillos. Esta transformación, denominada digestión, se lleva a cabo en los distintos órganos del sistema digestivo.

El sistema digestivo humano está formado por una serie de órganos y glándulas anexas, cuya función es procesar el alimento (es decir digerirlo), de manera que sus componentes puedan ser absorbidos y aprovechados por las células de todo el organismo. Este sistema tiene una doble conexión con el exterior, la boca y el ano, que permiten la entrada del alimento y la salida de los desechos respectivamente.

Esquemáticamente se puede pensar en él como en un tubo abierto en los dos extremos. A la vez, ese tubo puede subdividirse en distintas secciones, teniendo en cuenta el papel que cumple cada una.

En su conjunto, la función del sistema digestivo es incorporar alimento, transformarlo en moléculas más sencillas y eliminar aquellos otros materiales que no pudieron ser digeridos ni absorbidos. El proceso de digestión pasa por distintas etapas, cada una de las cuales se cumple en porciones diferentes del sistema digestivo:

- **Captura del alimento.**
- **Deglución o ingestión.**
- **Digestión mecánica.**
- **Digestión química.**
- **Absorción.**
- **Egestión** (o eliminación de desechos en forma de materia fecal).

A continuación, realice las actividades que le proponemos. Para ello, es conveniente que tenga a mano papel y lápiz o lapicera.

**Importante:** La resolución de las actividades es recomendable para avanzar en la integración de los temas, pero no deben entregarse para su corrección. Recuerde que el equipo de profesores se encuentra a su disposición para que le haga todas las consultas que sean necesarias.



#### Actividad 4

- a) Busque en este texto, un esquema del sistema digestivo humano e identifique cada una de sus partes.
- b) Realice un cuadro, en el cual se describa brevemente la función de cada órgano del sistema digestivo.
- c) ¿Qué papel cumplen las enzimas digestivas?
- d) Busque información sobre las enzimas digestivas, prestando atención a las siguientes características:

- las diferentes enzimas digestivas.
- las glándulas anexas u órganos que las producen y/o almacenan (hígado, páncreas, etc.).
- el tipo de «jugo digestivo» (intestinal, gástrico, etc.) donde se encuentra cada una de ellas
- la acción de cada enzima sobre los alimentos.
- el sitio donde actúa cada enzima (boca, intestino, estómago, etc.).

- e) Diseñe un cuadro que le permita registrar toda la información sobre las enzimas averiguada en el punto d.

## Para tener en cuenta

*Si bien la digestión, ya sea mecánica o química, se realiza en diversas partes del sistema digestivo (boca, estómago, intestinos), la función de absorción es exclusiva de los intestinos. Es recién allí donde los componentes de los alimentos, degradados por la acción combinada de la masticación y de los diferentes jugos digestivos, pueden ser absorbidos y luego distribuidos a todo el organismo y aprovechados por las células.*



### Actividad 3

El intestino delgado es un largo tubo (estirado mide unos 7 metros) replegado sobre sí mismo, lo que da lugar a la formación de gran cantidad de vellosidades que le dan un aspecto rugoso. Estas vellosidades poseen, a su vez, microvellosidades formadas por prolongaciones del citoplasma de las células que tapizan el tubo intestinal. Como resultado de dichos repliegues, la superficie total del intestino en contacto con el alimento es enorme.

#### Busque en este texto una ilustración que muestre las microvellosidades intestinales.

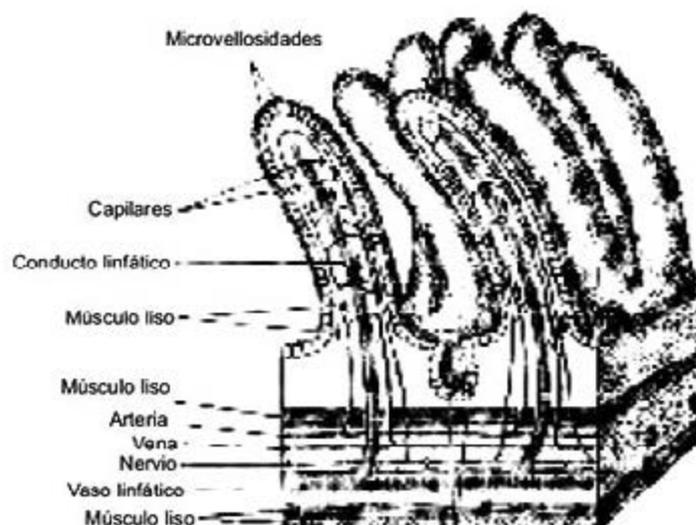
a) Observe las características mencionadas en el párrafo anterior.

b) Atendiendo a la función del intestino en cuanto a la absorción de componentes de los alimentos, ¿qué ventaja adaptativa representará para el organismo que el intestino delgado sea un tubo muy largo y con el interior tapizado de pliegues, respecto de uno corto y liso?

Como resultado de la absorción, las pequeñas moléculas que resultan de la acción de la digestión de los alimentos abandonan el tubo digestivo e ingresan en el sistema circulatorio. La sangre es el fluido que transporta estas moléculas a las células.

Existe una íntima conexión entre el sistema digestivo y el circulatorio: el interior de los intestinos, tanto el delgado como el grueso, está recorrido por vasos sanguíneos muy delgados que reciben los productos de la digestión y los incorporan al torrente sanguíneo.

El siguiente esquema muestra una pequeñísima porción del intestino delgado y su vinculación con el sistema circulatorio a través de una red de capilares sanguíneos. Tenga en cuenta que el tamaño de la ilustración es millones de veces más grande que el tamaño real de la estructura que aquí se esquematiza.



En la sección destinada al sistema circulatorio profundizaremos el estudio de los vasos sanguíneos.

**Para tener en cuenta:**

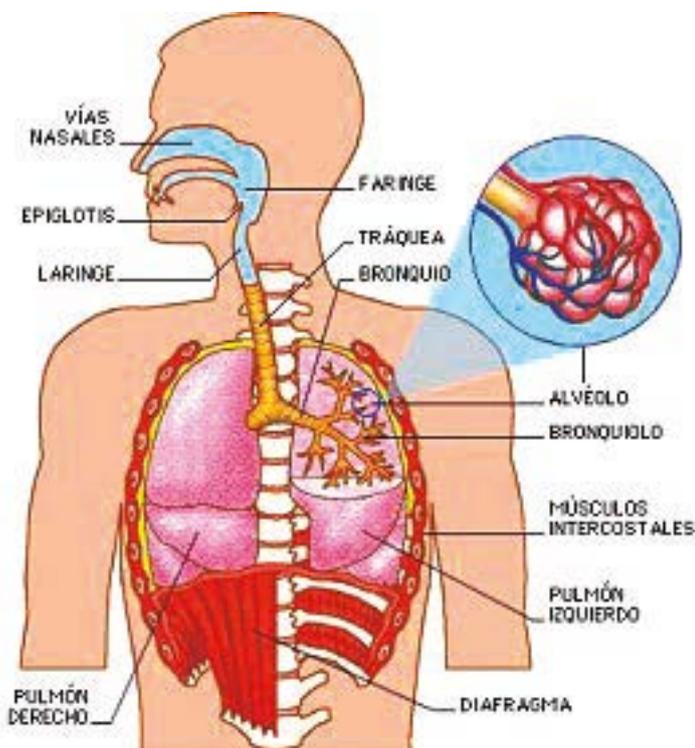
Las sustancias nutritivas atraviesan las paredes del intestino y de los capilares sanguíneos y llegan a la sangre. Esto es posible porque dichas paredes son extremadamente delgadas. En particular, los capilares se denominan así porque, a diferencia de otros vasos sanguíneos como las venas o las arterias, son tan finos que se los compara con un cabello.

## 2.2.2. La respiración y la obtención de energía y las estructuras asociadas

### Sistema respiratorio

Los pulmones, órganos respiratorios, están ubicados en la cavidad torácica, el aire del ambiente es conducido hasta ellos a través de un conjunto de estructuras denominadas «vías respiratorias». Esas estructuras son las **fosas nasales, la faringe, la laringe, la tráquea** y los **bronquios**.

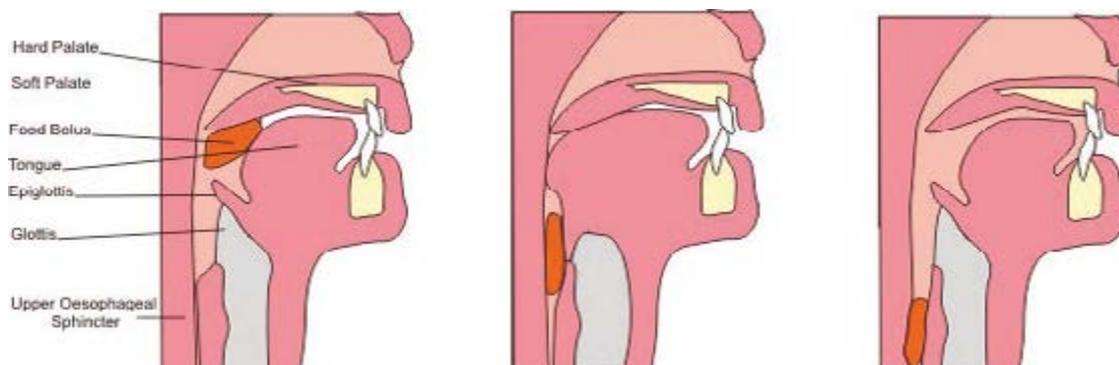
El **SISTEMA RESPIRATORIO** es el que permite tanto la entrada del oxígeno en el organismo como la eliminación del dióxido de carbono. Además, el sistema respiratorio participa en la función de nutrición ya que en él se lleva a cabo el intercambio gaseoso (entrada de oxígeno y salida de dióxido de carbono) para transformar la materia (que ingresa al organismo en forma de alimentos) en energía utilizable en las actividades del cuerpo.



Fuente: <http://wwwdefinicionabcc.com/wp-content/uploads/sistema-respiratorio.jpeg>

**FOSAS NASALES:** permiten la entrada y salida del aire. Las células que tapizan sus paredes poseen cilias (como pequeños pelitos) y producen mucus que retienen partículas y evitan su entrada en el organismo.

**FARINGE:** es un órgano común al sistema digestivo y al respiratorio; recibe el aire desde las fosas nasales y lo conduce hacia la laringe cuando el cartílago epiglótis se mantiene elevado cuando este desciende permite el paso del alimento hacia el esófago e impide que ingrese a las vías respiratorias.



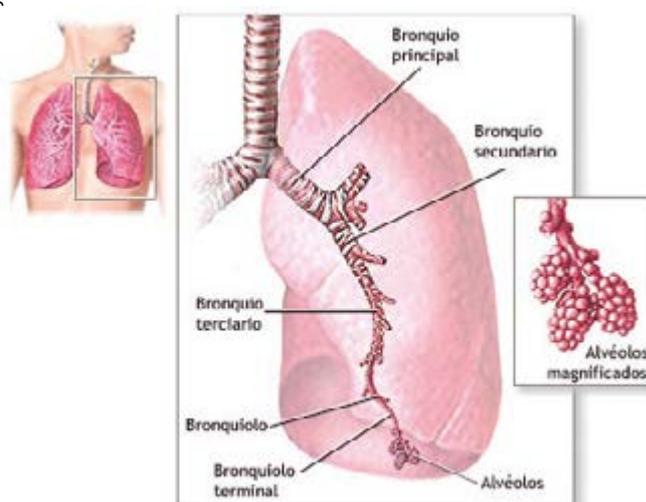
Fuente: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Swallow\\_food.png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Swallow_food.png) Accedido 4/12/15

**LARINGE:** conduce el aire hacia la tráquea. En su interior, se encuentran las cuerdas vocales, que permiten la emisión de sonidos al moverse cuando se elimina el aire al exterior.

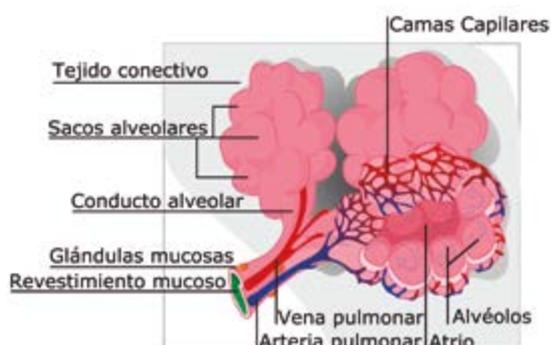
**TRÁQUEA:** está formada por anillos incompletos cartilaginosos que evitan que se cierre, continúa la conducción del aire y en su extremo inferior se ramifica en dos bronquios.

**BRONQUIO:** cada uno permite la llegada de aire a un pulmón. Dentro de cada pulmón, los bronquios se ramifican en conductos de diámetro cada vez más pequeño: los bronquiolos.

**PULMÓN:** en su interior, los bronquiolos continúan ramificándose y terminan en los lobulillos pulmonares



Fuente: <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/000140.htm>



**SACO ALVEOLAR:** conjuntos de pequeños «*globitos*» o alvéolos, que tienen el aspecto de «*racimos de uvas*».

**ALVÉOLOS PULMONARES:** en ellos se realiza el intercambio de gases entre el aire contenido en su interior y la sangre contenida en los capilares.

Fuente: [https://gl.wikipedia.org/wiki/Alv%C3%A9olo\\_pulmonar](https://gl.wikipedia.org/wiki/Alv%C3%A9olo_pulmonar)

**DIAFRAGMA:** músculo que separa las cavidades torácica y abdominal. Participa en el mecanismo que permite la entrada de aire en los pulmones y su salida.

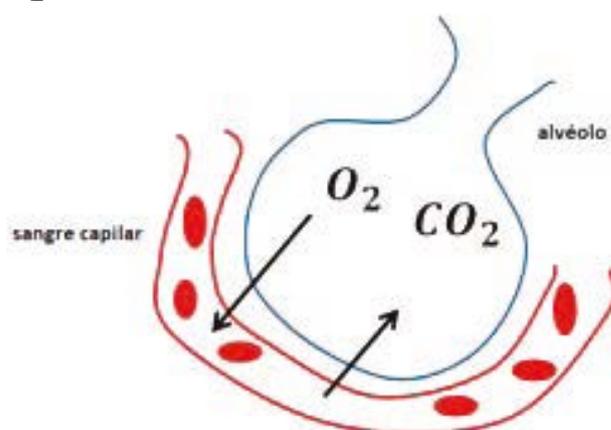
## Intercambio gaseoso o hematosis.

El aire llega a los alvéolos pulmonares proveniente del exterior. De los gases que lo forman solo el oxígeno pasa a la sangre que circula dentro de los capilares sanguíneos (conductos muy delgados que envuelven a los alvéolos). El dióxido de carbono contenido en los capilares sanguíneos pasa al interior de los alvéolos. El proceso por el cual se llevan a cabo estos pasajes es la difusión.

La difusión consiste en el movimiento de partículas desde una zona de mayor concentración a una de menor concentración. En el caso del oxígeno, al encontrarse en mayor concentración dentro del alvéolo pulmonar, las partículas difundirán hacia el interior de los capilares sanguíneos en donde hay menor concentración de partículas de oxígeno. En el caso del dióxido de carbono el pasaje de las partículas será en sentido inverso, es decir, desde el capilar sanguíneo hacia el alvéolo por diferencia de concentración de sus partículas.

## Alvéolo pulmonar y capilar sanguíneo

O<sub>2</sub>: oxígeno; CO<sub>2</sub>: dióxido de carbono.



Fuente: [https://en.wikipedia.org/wiki/Gas\\_exchange](https://en.wikipedia.org/wiki/Gas_exchange) Accedido 4/12/15

La sangre que va por los capilares lleva el oxígeno obtenido del aire y glucosa obtenida a partir de la digestión de los alimentos hacia las células. Glucosa y oxígeno llegan a las células, donde tiene lugar la respiración celular (en las mitocondrias) que produce energía, agua y dióxido de carbono. El dióxido de carbono pasa de las células a la sangre y cuando llega a los alvéolos es eliminado al exterior.

El oxígeno está involucrado en varios procesos que ocurren dentro del organismo y todos se asocian con el término «*respiración*»:

- **La ventilación pulmonar:** entrada del aire en los pulmones y su salida. También es llamada «*respiración mecánica*» o «*mecánica respiratoria*»
- **Intercambio de gases o hematosis:** entre el oxígeno contenido en el aire de los alvéolos y el dióxido de carbono presente en la sangre de los capilares sanguíneos.
- **La respiración celular:** reacción química entre la glucosa y el oxígeno, que ocurre dentro de las células (mitocondrias) y que permite la obtención de energía.

## Las vías respiratorias: el camino hacia los pulmones

Las vías respiratorias son recorridas por el aire en dos sentidos. Al inspirar, el aire presente en el ambiente ingresa por las fosas nasales y recorre las vías respiratorias hasta los pulmones. Al espirar, el aire realiza el camino inverso, es decir, desde los pulmones hacia el ambiente.

La ramificación de la **tráquea** en dos **bronquios** inicia la formación de un sistema de conductos muy ramificado, que se distribuye en el interior de cada pulmón formando millones de delgadísimos conductos: los **bronquiólos terminales**. Todos estos conductos distribuyen el aire en el interior de los pulmones. Es importante, entonces, que dichos conductos no se obstruyan, porque impedirán la circulación del aire. Sus paredes poseen cartílago, un tejido cuya dureza evita su aplastamiento.

A continuación de los bronquiólos terminales, se encuentran dos tipos de estructuras: los **bronquiólos respiratorios** y los **sacos alveolares**. Las paredes de dichas estructuras son extremadamente delgadas y carecen de cartílago. Estas características permiten que el oxígeno y el dióxido de carbono pasen a través de esas paredes durante el intercambio entre el aire y la sangre.

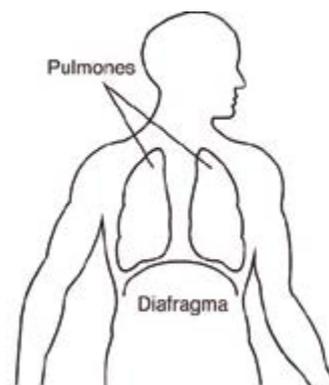
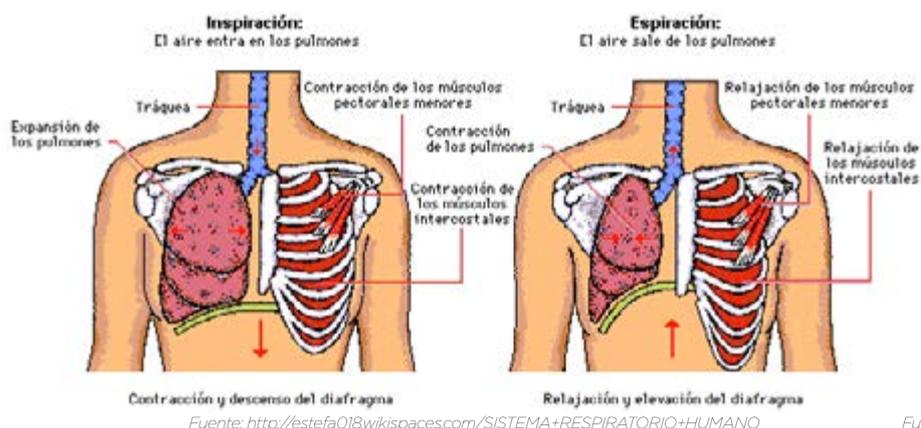
## Mecánica respiratoria: cómo llega el aire a los pulmones

Las diferencias en la presión del aire determinan que este se desplace desde un lugar en donde hay mayor presión hacia un lugar en donde la presión es menor. Esto determina que en el organismo se generen condiciones que permitan la entrada del aire en el sistema respiratorio y su salida. Es decir, si la presión del aire en el ambiente es de 760 mm Hg, la presión dentro de los pulmones debe ser menor, para que el aire ingrese en ellos. Por el contrario, la presión dentro de los pulmones debe ser mayor que la presión exterior para que el aire salga de esos órganos.

Los cambios en la presión del aire contenido en los pulmones se interpretan como el resultado de cambios en el tamaño de la cavidad torácica, donde se ubican dichos órganos. Esa cavidad está limitada lateralmente por una serie de huesos denominados **costillas** (entre los cuales se encuentran los **músculos intercostales**) y en su parte inferior por el músculo **diafragma**. El trabajo coordinado de las costillas y los músculos determina el aumento y la disminución del tamaño de la **caja torácica**.

Durante la inspiración, la contracción del diafragma y de los músculos intercostales provoca el aumento de tamaño de la caja torácica. Ese aumento trae como consecuencia una disminución de la presión dentro de los pulmones y, por lo tanto, la entrada en ellos del aire del ambiente (que se encuentra a mayor presión). Durante la espiración, en cambio, el diafragma y los músculos intercostales se relajan, la caja torácica disminuye de tamaño y sus paredes presionan sobre los pulmones. Esto aumenta la presión del aire contenido en su interior, el cual es eliminado al exterior.

La mecánica respiratoria es el mecanismo que determina un ciclo completo de inspiración y espiración que se sucede a intervalos regulares. El número de veces que ese ciclo se repite por minuto se denomina «ritmo respiratorio» y en un adulto en reposo es de quince a veinte veces por minuto. Este mecanismo es el que permite la ventilación pulmonar, es decir, la renovación permanente del aire contenido en los pulmones.



Fuente: <http://estefa018.wikispaces.com/SISTEMA+RESPIRATORIO+HUMANO>

Fuente: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Diafragma2.gif>

## Alvéolos pulmonares

El análisis del aire espirado indica que posee más concentración de dióxido de carbono y menos concentración de oxígeno, en comparación con el aire atmosférico que se inspira. Estas variaciones se deben a los intercambios que ocurren entre el aire y la sangre en los alvéolos pulmonares.

### Algunos datos

El **hipo** es una contracción espasmódica, involuntaria y repetitiva del **diafragma** y los músculos intercostales que provoca una **inspiración** súbita de aire. El diafragma es un músculo muy importante para la respiración; cuando se contrae, el tórax se expande y el aire entra en los pulmones a través de la tráquea (inspiración). En cambio, cuando se relaja, el tórax se contrae y el aire sale de los pulmones a través de la boca y la nariz (**espiración**).

*La tos se produce por contracción espasmódica repentina y a veces repetitiva de la cavidad torácica que da como resultado una liberación violenta del aire de los pulmones, lo que produce un sonido característico. La secuencia de la tos comprende un estímulo apropiado que inicia una inspiración profunda. Esto se sigue del cierre de la glotis, se relaja el diafragma y se produce una contracción muscular frente a la glotis cerrada y de esa manera se origina una máxima de presión positiva dentro del tórax y de las vías respiratorias.*

El término respiración se utiliza en dos sentidos. El más conocido por todos se refiere al mecanismo de entrada y de salida de aire en los pulmones, llamado también respiración mecánica. El otro, estudiado por usted en la unidad anterior, es la respiración celular (que ocurre en las mitocondrias de las células eucariotas) en la cual la glucosa se combina con el oxígeno y libera energía dejándola disponible para las células.

Dado que en los organismos pluricelulares, el oxígeno debe llegar a todas las células y el dióxido de carbono debe ser eliminado de todas ellas, es necesario un sistema que comunique al conjunto de las células con el ambiente externo. Ese sistema es el sistema respiratorio.

La función del sistema respiratorio es asegurar la entrada del aire a los pulmones y el pasaje a la sangre del oxígeno contenido en el aire.

Una vez en la sangre, el oxígeno es transportado por el sistema circulatorio y distribuido a todas las células del organismo. Asimismo, y como veremos más adelante, la sangre es el vehículo a través del cual tiene lugar la salida del Dióxido de carbono desde las células hacia los órganos del sistema respiratorio cuya función es eliminarlo al exterior.

El sistema respiratorio humano está formado por los órganos de las vías respiratorias (nariz, faringe, laringe, tráquea y bronquios) y los órganos respiratorios propiamente dichos (pulmones).

La diferenciación entre vías respiratorias y órganos respiratorios se hace en función de que las primeras conducen el aire y los segundos participan activamente en el proceso de intercambio gaseoso entre el organismo y el ambiente.



## Actividad 6

Estudie en el tema desarrollado anteriormente, las diferentes partes que componen el sistema respiratorio humano.

- Describa el proceso de inspiración a través del cual se incorpora el aire hasta los alvéolos, mencionando cada uno de los órganos del sistema respiratorio, comenzando en las fosas nasales.
- ¿Cómo enumera los órganos si se trata del proceso de espiración? Comenzando en los alvéolos.
- ¿Qué importancia tienen los capilares que rodean a los alvéolos pulmonares?

**Anteriormente mencionamos que el término respiración se aplica a dos mecanismos diferentes:** la entrada y salida de aire del organismo o respiración mecánica y el que se produce a nivel de las células o respiración celular.

Como usted puede apreciar, la respiración mecánica se ubica en un nivel de organización de órganos y sistemas de órganos, ya que intervienen los órganos del sistema respiratorio. El segundo de los mecanismos, la respiración celular, se ubica en el nivel de organización celular. Entre ambos niveles, actuando como intermediario, se encuentra la sangre que podemos ubicar en un nivel de organización tisular, ya que es el tejido que participa del intercambio y transporte de los gases respiratorios de y hacia las células.

**De este modo, se pueden reconocer tres momentos diferentes en el proceso de respiración:**

- Ventilación pulmonar.
- Intercambio de gases o hematosis.
- Respiración celular.

*A continuación presentaremos algunas actividades para estudiar más a fondo estos tres procesos.*

### Ventilación pulmonar

La mecánica del proceso respiratorio se produce de tal manera que hace posible la entrada y salida de aire hacia y desde los pulmones. A este mecanismo se lo denomina «**ventilación pulmonar**».



## Actividad 7

Busque en el tema desarrollado anteriormente, la información necesaria para responder las siguientes preguntas:

- ¿Qué músculos participan del proceso de entrada y salida de aire en los pulmones?
- ¿Cuántas fases pueden diferenciarse en el ciclo respiratorio de la respiración mecánica?
- ¿Por qué se puede decir que en el ciclo respiratorio hay una fase activa y otra pasiva? ¿A cuál de ellas corresponde la inspiración (o inhalación)?

### Intercambio de gases

Como explicamos anteriormente, el intercambio de gases se realiza a distintos niveles en el organismo:

#### • A nivel de los pulmones:

El **oxígeno** ( $O_2$ ) presente en el aire alveolar, pasa a la sangre contenida en los vasos capilares que rodean a los alvéolos. De allí será transportado a todas las células del organismo.

El **dióxido de carbono** ( $CO_2$ ) producido por las diversas células del organismo, llega a los vasos capilares que rodean a los alvéolos y de allí pasa de la sangre a los pulmones por donde es expulsado al exterior.

#### • A nivel celular:

El **oxígeno** ( $O_2$ ) transportado por la sangre llega, a través de vasos capilares, a todas las células. Allí, el oxígeno abandona la sangre y entra a las células.

El **dióxido de carbono** ( $CO_2$ ) resultante de la respiración celular, ingresa al torrente sanguíneo pasando desde las células a los vasos capilares que las rodean.

Tanto a nivel pulmonar como a nivel celular, el intercambio de gases se produce mediante un proceso llamado difusión.

*Busque en el tema desarrollado anteriormente los principios de difusión gaseosa.*

### Para tener en cuenta:

En lo relatado anteriormente usted analizó el movimiento neto de un gas cuando su concentración es diferente a uno y otro lado de la membrana, hasta que estas concentraciones se equilibran.

En el equilibrio, todas las moléculas de los diferentes gases seguirán moviéndose de un lado a otro de la membrana, pero de forma tal que siempre se mantendrán constantes e iguales las concentraciones a ambos lados de la misma. Esto es así porque irán de derecha a izquierda tantas moléculas como las que se moverán de izquierda a derecha. A este equilibrio se lo denomina **«equilibrio dinámico»**.

Es importante que usted comprenda que en el proceso de difusión, el movimiento de los gases no cesa en el equilibrio, sino que es permanente y en todos los sentidos a través de la membrana.

En el intercambio de gases que se produce entre el ambiente y los organismos, los gases ingresan al organismo según el mecanismo de difusión descrito en las actividades anteriores. Sin embargo, la situación de equilibrio dinámico raramente se produce, ya que el organismo va consumiendo el oxígeno a medida que este ingresa.

La concentración del oxígeno en el interior de los tejidos es siempre menor que en el exterior. Esto asegura el ingreso permanente de este gas. En cambio, la concentración de dióxido de carbono es mayor en las células que en la sangre. Esto permite que dicho gas pase siempre de las células a la sangre.

## Respiración celular

En la unidad anterior, usted estudió el proceso de respiración celular. La siguiente actividad le servirá de repaso y también para relacionar ese proceso con lo estudiado en esta sección.



### Actividad 8

A partir de la lectura anterior resuelva las siguientes consignas.

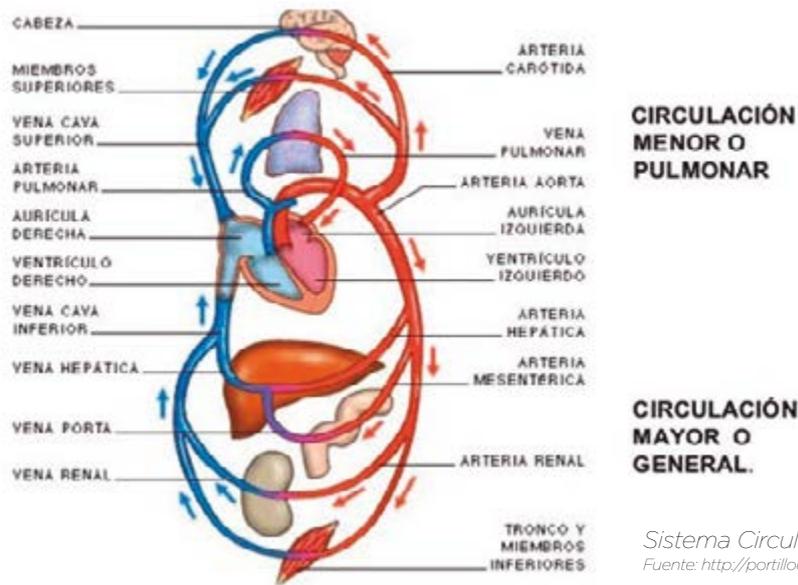
- ¿De dónde proviene la glucosa que llega a las células?
- ¿Cuál es el sistema del organismo humano que posibilita la incorporación de la glucosa al mismo?
- ¿Cuál es el sistema del organismo humano que posibilita la llegada de la glucosa a todas las células?

## 2.2.3. La circulación y las estructuras asociadas

### Sistema circulatorio

El sistema circulatorio se puede describir de manera simple como una bomba que hace circular sangre por un sistema de vasos de distintas características con el objetivo final de hacer llegar la sangre a cada rincón del organismo y traerla de vuelta para renovarla. La sangre es el medio por el cual cada célula del cuerpo recibe un sinfín de sustancias vitales y al cual también se vierten los desechos de estas células para ser eliminados.

El sistema circulatorio mantiene la sangre recorriendo todo el organismo en forma permanente. Esta función es llevada a cabo por el corazón o «**la bomba**» y los vasos sanguíneos. Los vasos sanguíneos están conectados al corazón y son de dos tipos: las **arterias**, por las que la sangre circula desde el corazón hacia las células, y las **venas**, por las que la sangre retorna al corazón.



Sistema Circulatorio

Fuente: [http://portillocn1.blogspot.com.ar/2011\\_05\\_01\\_archive.html](http://portillocn1.blogspot.com.ar/2011_05_01_archive.html)

### El corazón: la «bomba»

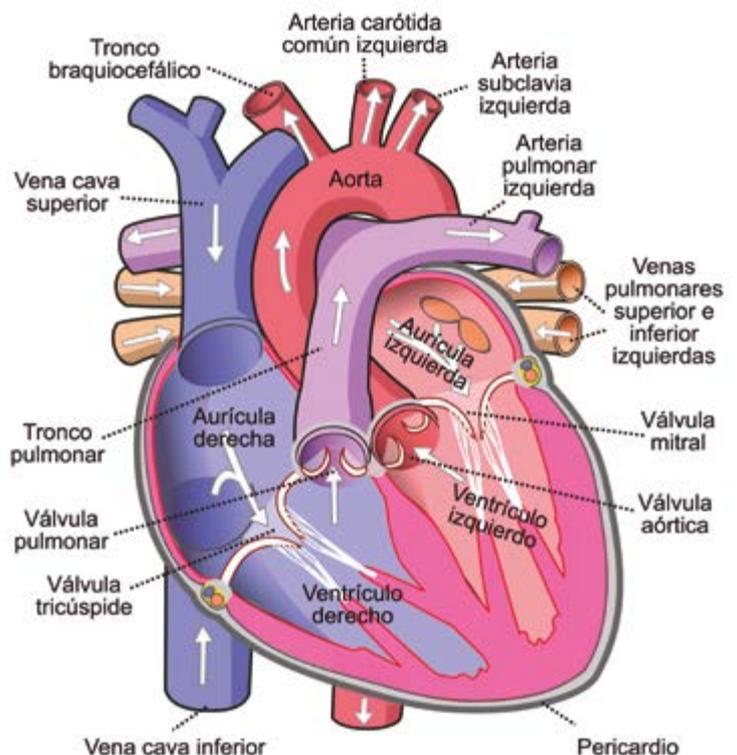
El corazón es un órgano muscular hueco que tiene la capacidad de contraerse rítmicamente. Está dividido en dos mitades, izquierda y derecha, que no se comunican entre sí. Internamente está formado por cuatro cavidades. Las dos superiores se denominan **aurículas (izquierda y derecha)** y con ellas se conectan las venas que llevan la sangre al corazón. Las dos cavidades inferiores se denominan **ventrículos (izquierdo y derecho)** y desde ellas sale la sangre del corazón a través de las arterias.

Entre aurículas y ventrículos se ubican válvulas que permiten el paso de la sangre en una sola dirección: de aurículas a ventrículos y de estos a las arterias.

Por la mitad derecha del corazón circula sangre con alta concentración de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) o carboxigenada y por la mitad izquierda sangre con alta concentración de oxígeno ( $\text{O}_2$ ) u oxigenada.

La aurícula derecha recibe la sangre proveniente del cuerpo a través de las venas cavas. Desde la vena cava inferior llega sangre carboxigenada de la zona inferior del organismo y por la vena cava superior ingresa sangre carboxigenada desde la parte superior del cuerpo. La sangre luego accede al ventrículo derecho desde donde se dirige a los pulmones por medio de la arteria pulmonar.

En la aurícula izquierda se recibe sangre con alta concentración de oxígeno que proviene de los pulmones a través de las venas pulmonares. Desde este compartimento pasa al ventrículo izquierdo y de allí a través de la arteria aorta a todos los tejidos del organismo.



Fuente: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Diagram\\_of\\_the\\_human\\_heart\\_\(cropped\)\\_es.svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Diagram_of_the_human_heart_(cropped)_es.svg)

Dibujo de un corazón: se observan los vasos sanguíneos que se comunican con cada una de las cavidades cardíacas y válvulas. Las flechas indican el sentido en el que circula la sangre tanto en los vasos como en el corazón.

<b>VENA CAVA SUPERIOR</b>	recibe la sangre proveniente de los órganos de la región superior del cuerpo y la transporta hasta la aurícula derecha del corazón.
<b>ARTERIA AORTA</b>	transporta sangre desde el corazón al cuerpo. A medida que atraviesa los distintos órganos se ramifica en arterias más delgadas.
<b>VENA CAVA INFERIOR</b>	recibe la sangre proveniente de los órganos de la región inferior del cuerpo y la transporta hasta la aurícula derecha del corazón.
<b>ARTERIA PULMONAR</b>	transporta la sangre desde el corazón hacia los pulmones.
<b>VENAS PULMONARES</b>	transportan la sangre con alta concentración de oxígeno desde los pulmones hacia la aurícula izquierda del corazón..
<b>VÁLVULA TRICÚSPIDE</b>	se ubica en la mitad derecha del corazón entre la aurícula y el ventrículo, regula el paso de la sangre entre ambos.
<b>VÁLVULA DEL TRONCO PULMONAR (SEMILUNAR)</b>	regula el paso de la sangre desde el ventrículo derecho y la arteria pulmonar.
<b>VÁLVULA MITRAL O BICÚSPIDE</b>	se ubica en la mitad izquierda del corazón entre la aurícula y el ventrículo, regula el paso de la sangre entre ambos.
<b>VÁLVULA DE LA AORTA (SEMILUNAR)</b>	regula el paso de la sangre desde el ventrículo izquierdo y la arteria aorta.

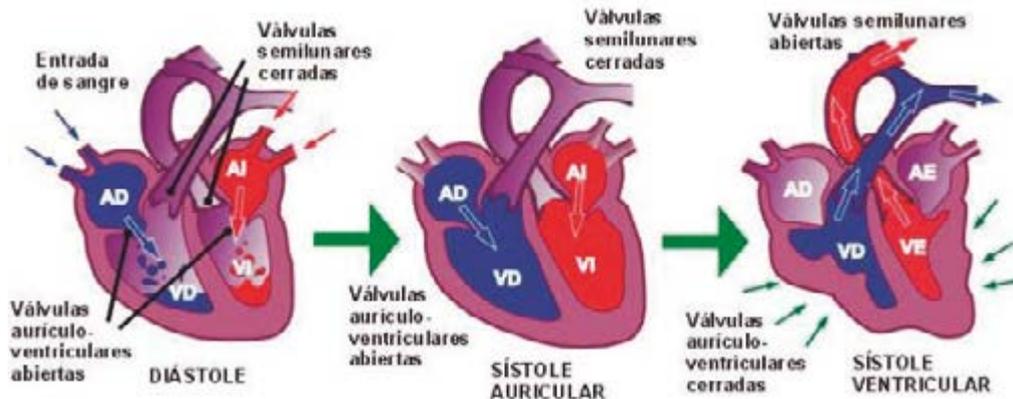
## Latidos cardíacos

La duración de un latido cardíaco es inferior a un segundo, el corazón de una persona en reposo impulsa alrededor de 5 litros de sangre por minuto, o sea 75 ml por latido. El ritmo considerado normal es de 70 latidos por minuto.

El latido cardíaco se produce por contracción y relajación involuntaria del músculo cardíaco. Se va acumulando sangre en ambas aurículas lo que estimula la contracción de las mismas. Esta contracción impulsa la sangre a través de las válvulas, tricúspide y mitral, hacia los ventrículos que se encuentran en reposo, simultáneamente se cierran las válvulas semilunares. Cuando los ventrículos están llenos de sangre se contraen, se cierran las válvulas auriculoventriculares (mitral y tricúspide) y se abren las válvulas pulmonar y aórtica (semilunares) permitiendo que la sangre salga de los ventrículos por la arteria pulmonar con destino a los pulmones (ventrículo derecho) y al resto del cuerpo (ventrículo izquierdo) por la arteria aorta. La salida de la sangre produce la relajación ventricular cerrándose las válvulas pulmonar y aórtica y la apertura de las válvulas auriculoventriculares comenzando nuevamente el ciclo.

El corazón no actúa de manera independiente sino que es regulado por el cerebro que capta las distintas condiciones que se presentan (esfuerzo, factores de estrés, actividad física, etc.) para poder satisfacer las necesidades del organismo en dichas circunstancias.

**CICLO CARDÍACO**

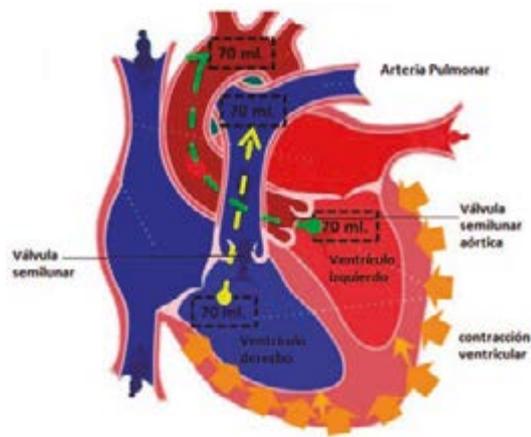
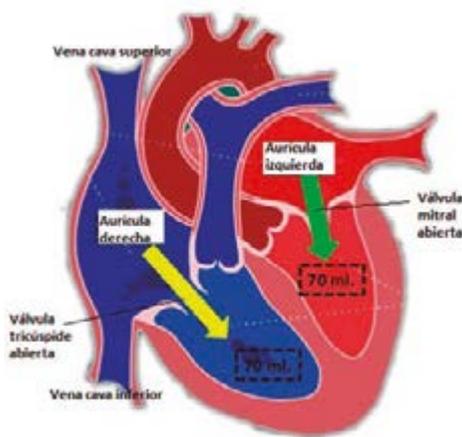


Fuente: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Fases\\_del\\_ciclo\\_card%C3%ADaco.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Fases_del_ciclo_card%C3%ADaco.jpg)

Cuando el músculo cardíaco se contrae y la sangre es expulsada del corazón se dice que ocurre un movimiento de **SÍSTOLE**. Cuando se produce relajación muscular e ingresa el flujo sanguíneo el movimiento se denomina **DIÁSTOLE**.

**DIÁSTOLE**

**SÍSTOLE**



**Llenado ventricular:** en las aurículas se presenta mayor presión que en los ventrículos, se abren las válvulas tricúspide y mitral y la sangre ingresa en los ventrículos.

Eyección de la sangre hacia las arterias; en los ventrículos se presenta mayor presión que en las arterias, se abren las válvulas semilunares y la sangre ingresa en la arteria pulmonar y en la arteria aorta.

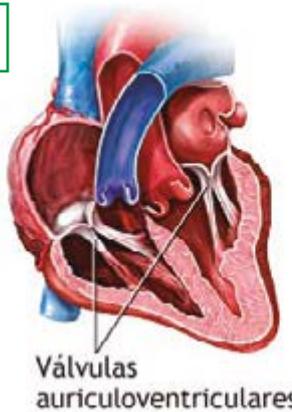
**Ruidos cardíacos**

Cuando el médico ausculta<sup>5</sup> el corazón escucha dos ruidos separados por cada ciclo cardíaco, el primero de ellos es cuando se cierran las válvulas mitral y tricúspide (válvulas auriculoventriculares) y suena como «lub» y el segundo sonido que se da cuando se cierran las válvulas semilunares (pulmonar y aórtica) y se escucha como «dup».

<sup>5</sup> Auscultar: escuchar los sonidos que se producen en el interior de un organismo humano o animal, especialmente en la cavidad torácica y abdominal, mediante los instrumentos adecuados o sin ellos.

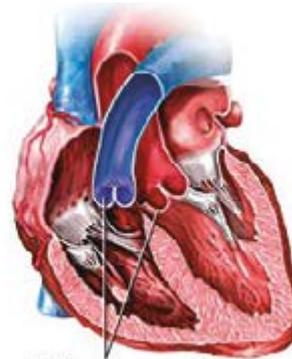
## RUIDOS CARDÍACOS

El primer sonido cardíaco ("lub") se presenta cuando se cierran las válvulas auriculoventriculares



Válvulas auriculoventriculares

El segundo sonido cardíaco ("dup") ocurre cuando se cierran las válvulas semilunares



Válvulas semilunares

Fuente: <http://keckmedicine.adam.com/content.aspx?productid=118&pid=5&gid=003081>

**Marcapasos:** el latido cardíaco es regulado por un tejido de fibras musculares especializado que se encuentra en varias zonas del corazón. El estímulo comienza en la aurícula derecha, es por ello que a ese tejido se lo denomina marcapasos.

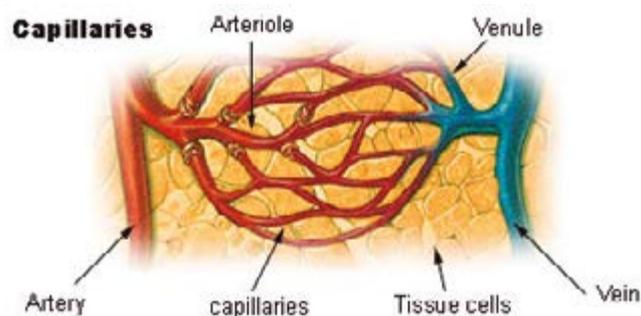
**Los vasos sanguíneos:** nuestra sangre circula solo por el interior de un extenso sistema de conductos: los vasos sanguíneos. Estos vasos son de tres tipos: arterias, venas y capilares.

El sistema circulatorio humano y de otros vertebrados presenta tres tipos de vasos sanguíneos: venas, arterias y capilares.

**Arterias:** son vasos que llevan la corriente sanguínea desde el corazón hacia los tejidos del organismo. Están formadas por varias capas de tejidos que la hacen resistente a la presión que ejerce la sangre dentro de ellas y a la vez le da elasticidad suficiente para que puedan dilatarse y contraerse al ritmo del impulso cardíaco. La arteria de mayor calibre es la aorta.

**Venas:** son vasos que llevan la corriente sanguínea desde los tejidos hacia el corazón. Sus paredes son de menor espesor que las arterias y también constan de varias capas. Tienen pocas fibras elásticas y presentan válvulas a todo lo largo de su trayecto lo que evita el retroceso de la sangre.

**Capilares:** son vasos muy delgados lo que permite que cada gota de sangre que circula por la red capilar entre en contacto con una amplia superficie. Su pared está formada por una sola capa de células la cual facilita el intercambio de sustancias con las células.



Fuente: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:llu\\_capillary.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:llu_capillary.jpg)



Se recomienda el siguiente video para comprender el funcionamiento del corazón:  
<https://www.youtube.com/watch?v=JU5RgDNXc48>

**Red capilar:** se muestra que la arteria va disminuyendo de calibre hasta transformarse en un vaso capilar arterial que se continúa con un capilar venoso el cual comienza a aumentar de calibre hasta alcanzar el tamaño de una vena.

Ministerio de Educación del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires

16-07-2025

## Irrigación del corazón

El corazón es irrigado por un sistema de vasos llamados coronarios. Las arterias coronarias nacen de la arteria aorta y se ramifican por todo el músculo cardíaco. La gran mayoría de las venas coronarias desembocan en la aurícula derecha.

## La circulación

La circulación de los mamíferos y de las aves tiene tres características:

- **Es doble.**
- **Es cerrada.**
- **Es completa.**

**Doble:** la sangre pasa dos veces por el corazón al recorrer dos circuitos:

- El circuito o circulación menor o pulmonar va desde el ventrículo derecho hasta los pulmones y desde estos órganos a la aurícula izquierda por las venas pulmonares. A través de este circuito la sangre que lleva una alta concentración de dióxido de carbono lo elimina en los pulmones incorporando oxígeno.
- El circuito o circulación mayor o sistémica va desde el ventrículo izquierdo hasta los diferentes órganos y desde estos a la aurícula derecha por las venas cavas. La sangre que posee una alta concentración de oxígeno parte del corazón llegando a todas las células, las que toman el oxígeno y se desprenden del dióxido de carbono.

**Cerrada:** la sangre siempre recorre su trayecto dentro de una red de vasos sanguíneos.

**Completa:** la sangre oxigenada nunca se mezcla con la carboxigenada ya que el corazón está dividido en dos mitades que no tienen comunicación.

## Recorrido de la sangre

La sangre es bombeada a muy alta presión a las arterias. La arteria aorta comienza su recorrido en el ventrículo izquierdo, se dirige hacia arriba donde se desprenden las arterias que irrigan cuello, cabeza y brazos, luego se curva descendiendo por el tórax y el abdomen irrigando los órganos de esta zona. La arteria pulmonar parte del ventrículo derecho y se divide en dos ramas una para cada pulmón.

El retorno sanguíneo se produce a través de las venas. El calibre de los vasos aumenta desde los capilares venosos hacia las venas. Llega la sangre al corazón a través de las venas cavas. La inferior trae el flujo sanguíneo de los miembros inferiores y el abdomen y la superior recibe la sangre de la cabeza, cuello, miembros superiores y tórax.

## La sangre

La sangre es un tejido porque está formado por células que cumplen una función determinada cuya sustancia intercelular es líquida. Una persona adulta contiene alrededor de 5 litros de sangre.

### Funciones de la sangre:

- Aporta a las células los nutrientes, agua, sales y recoge los productos de desecho de las mismas.
- Transporta el oxígeno hacia las células y el dióxido de carbono hacia los pulmones.
- Contribuye a mantener constante la temperatura corporal.

- Transporta hormonas.
- Interviene en la defensa del organismo contra la invasión de agentes patógenos o extraños.
- Participa de la coagulación de la sangre.

## Composición de la sangre

Está constituida por un componente líquido denominado plasma, en el cual se encuentran flotando tres tipos de células: los glóbulos rojos, los glóbulos blancos y las plaquetas.

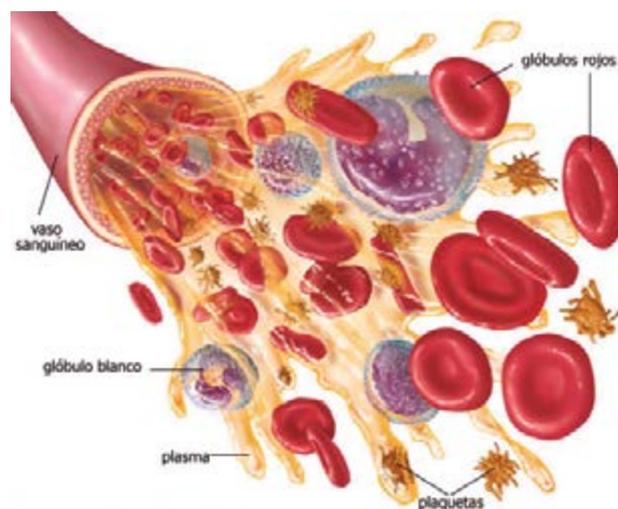
**Plasma:** está constituido por un 90% de agua y un 10% de sustancias como por ejemplo: proteínas, lípidos, urea, glucosa, sodio, potasio, magnesio, iodo, etc. En el plasma viajan disueltas nutrientes para las células y productos de desecho que las células le aportan, anticuerpos que protegen contra enfermedades y hormonas.

**Glóbulos rojos<sup>6</sup>:** son células que carecen de núcleo cuando maduran y contienen hemoglobina que es una proteína que permite el transporte de oxígeno y dióxido de carbono. Se forman en la médula ósea y al cabo de 120 días se destruyen en el hígado o en el bazo.

Cantidad: aproximadamente 5.000.000 en el hombre y en la mujer 4.500.000 por  $\text{mm}^3$  de sangre. La disminución de glóbulos rojos se denomina anemia.

**Glóbulos blancos<sup>7</sup>:** son distintos tipos de células que participan en la defensa del organismo contra agentes extraños como por ejemplo virus y bacterias. Su tiempo de vida es menor que el de los glóbulos rojos y se forman a partir de células precursoras de la médula ósea.

Las **plaquetas<sup>8</sup>:** son fragmentos de células que intervienen en la coagulación de la sangre, cuando se produce una hemorragia las plaquetas se destruyen y liberan una sustancia que permite la formación del coágulo. Viven poco tiempo y se originan en la médula ósea y su cantidad es de aproximadamente 300.000 unidades por  $\text{mm}^3$ .

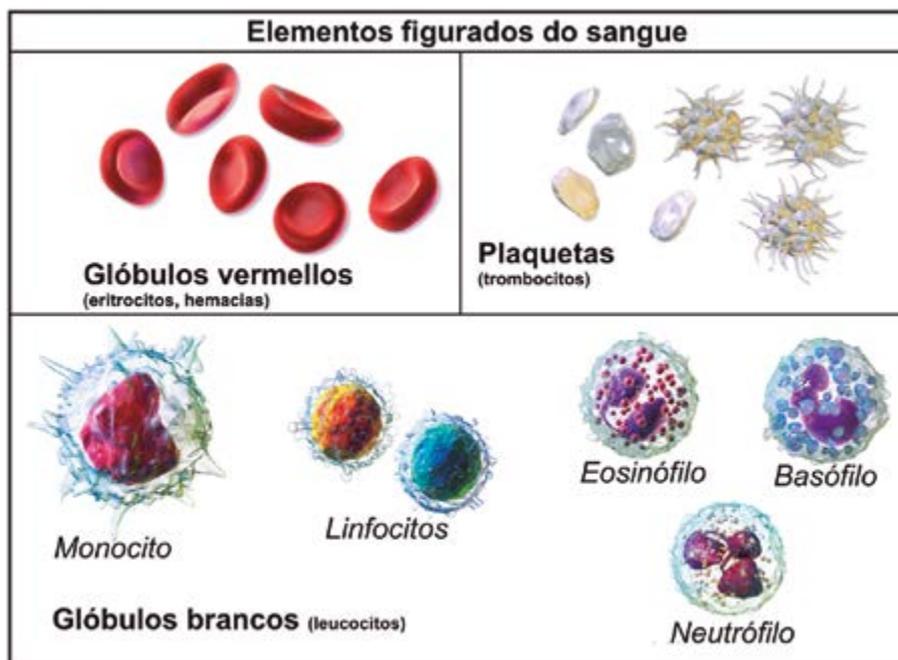


Fuente: [http://fisiologiahumanajuan.blogspot.com.ar/2013\\_02\\_01\\_archive.html](http://fisiologiahumanajuan.blogspot.com.ar/2013_02_01_archive.html)

<sup>6</sup> A Los glóbulos rojos también reciben el nombre de eritrocitos o hematíes.

<sup>7</sup> Los glóbulos blancos también reciben el nombre de leucocitos.

<sup>8</sup> Las plaquetas también se llaman trombocitos.



Fuente: <https://gl.wikipedia.org/wiki/Sangue>

Estudiaremos ahora algunas características anatómicas y funcionales fundamentales del sistema circulatorio y más adelante retomaremos el tema para concentrarnos en el estudio de su papel en la nutrición.

Hacia el año 1600, Galileo Galilei arriesgó su vida contra la opinión "oficial" de la época representada por la Inquisición al afirmar que la Tierra se mueve permanentemente alrededor del Sol y no al revés, como sostenían los poderosos sacerdotes de la Iglesia de su época. Fue condenado al aislamiento y se dice que sus palabras, luego de la condena, fueron «*Epour si muove*» (y sin embargo se mueve, en latín). La contribución de Galileo fue enorme, particularmente para la ciencia astronómica y también para la ciencia en general. Casi al mismo tiempo, el médico inglés William Harvey arriesgaba su vida con el mismo argumento, pero esta vez refiriéndose a la sangre.

La contribución de Harvey fue fundamental para la medicina y la biología moderna: afirmó que una característica del fluido sanguíneo es el movimiento permanente, que permite que recorra incesantemente todo el organismo. Harvey postuló además, que el sistema circulatorio forma un circuito cerrado, es decir que el fluido sanguíneo nunca abandona el sistema circulatorio formado por arterias, venas y capilares sanguíneos, como se suponía en aquella época.



### Actividad 9

Relea la información de este texto, acerca del esquema del sistema circulatorio humano y responda:

- ¿Por qué se habla de una circulación mayor y de una circulación menor formando el sistema circulatorio?
- ¿Cuál es la razón por la que normalmente la sangre se representa en los esquemas pintada de colores diferentes (típicamente rojo y azul)?

En la época de Harvey nace una corriente de pensamiento médico y biológico denominada mecanicismo. El mecanicismo propone describir a los seres vivos como si fueran máquinas. La influencia de esta forma de pensar a los sistemas vivos es muy importante para la investigación y aún hoy es dominante.

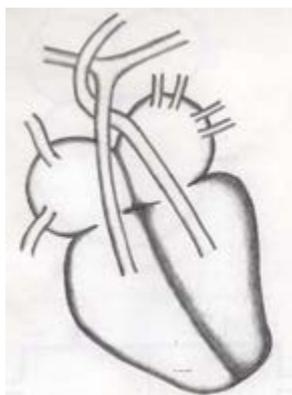
Según el modelo mecanicista, el corazón se describe como una bomba que impulsa la sangre logrando que recorra todo el cuerpo.

La «**bomba cardíaca**» está formada por cuatro cavidades diferentes: dos aurículas y dos ventrículos. Estas cavidades se llenan y vacían rítmicamente, recibiendo y expulsando la sangre que circula así por todo el cuerpo. Los movimientos del corazón dependen del músculo cardíaco que lo forma y existen válvulas de diverso tipo que, al abrirse o cerrarse, habilitan o impiden que la sangre pase de un compartimento al otro.



### Actividad 10

Le presentamos un esquema muy simplificado del corazón:



- Identifique en el esquema los ventrículos y aurículas así como las arterias y venas que están indicadas en el esquema.
- Coloque flechas que indiquen el sentido de circulación de la sangre en cámaras y vasos sanguíneos (venas y arterias).
- Coloree el esquema según la convención de rojo y azul, para señalar el tipo de sangre (oxigenada o carboxigenada) que circula en cámaras y vasos.

Fuente: dibujo realizado por el Prof. Javier Clusellas, 2015

**Tanto la estructura del corazón como los circuitos formados por los vasos sanguíneos determinan tres características fundamentales del sistema circulatorio de aves y mamíferos:**

- **La circulación es cerrada:** porque nunca (salvo cuando se rompen los vasos por accidente) la sangre sale de los vasos derramándose en los tejidos sino que permanece siempre dentro de las arterias, venas y capilares.
- **La circulación es doble:** porque hay una circulación mayor (sistémica o tisular) y una circulación menor (o pulmonar). Ambas pasan por el corazón pero forman dos circuitos independientes.
- **La circulación es completa:** porque la sangre oxigenada y carboxigenada nunca se mezclan. Esto se debe a la existencia de tabiques y válvulas internas del corazón que lo dividen en cuatro cámaras separadas (dos aurículas y dos ventrículos).



### Actividad 11

Para responder las siguientes preguntas recuerde que el corazón se asimila a una bomba. También tenga en cuenta el sentido del recorrido de la sangre en las cámaras del corazón y en los vasos.

Ministerio de Educación del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires

16-07-2025

- a. ¿Cuál es la porción del corazón que actúa como aspirante y cuál como impelente, en cada paso del ciclo cardíaco?
- b. ¿Cuál de los movimientos del ciclo cardíaco sístole o diástole corresponde a la función impelente y cuál a la aspirante?

### Para tener en cuenta:

Muchas veces los estudiantes asignan el nombre de vena a todo vaso por el que circula sangre carboxigenada y arteria a los vasos por donde circula la sangre oxigenada. Pero eso es un error.

Una muestra de que esto no es así es el hecho de que la vena pulmonar transporta sangre oxigenada, mientras que la vena cava superior transporta sangre carboxigenada. Otro ejemplo es que la arteria pulmonar transporta sangre carboxigenada, mientras que la arteria aorta transporta sangre oxigenada.

Una manera de distinguir venas de arterias es que las venas son los vasos sanguíneos que entran al corazón, mientras que las arterias salen del mismo. Esta diferencia tiene que ver con la función de cada uno de estos vasos.

Otra diferencia entre venas y arterias es estructural ya que tiene que ver con el grosor de cada uno y en los tejidos que los componen. Debido a que las arterias tienen una capa elástica soporta mayores presiones de fluido que las venas que carecen de dicha capa.

Revise las diferencias entre las venas y arterias observando atentamente un esquema del sistema circulatorio en la bibliografía sugerida.



### Actividad 12

Las arterias y las venas son los vasos sanguíneos de mayor diámetro.

- a. Nombre otros vasos sanguíneos de diámetro menor.
- b. ¿Cómo se denominan los vasos sanguíneos a través de los cuales se produce el intercambio gaseoso entre la sangre y las células?
- c. ¿Qué características de estos vasos favorecen dicho intercambio?

### El fluido sanguíneo

Todos sabemos que la sangre es, a simple vista, un líquido de coloración roja. También conocemos por experiencia que cuando toma contacto con el aire, este líquido coagula, espesándose paulatinamente y formando, finalmente, un sólido marrón rojizo (la «casarita»).

La sangre, que a simple vista parece homogénea, está formada por diversos componentes con funciones diferenciadas y complejas. La sangre es, sin lugar a dudas, uno de los tejidos más importantes y complejos del organismo, tanto por su estructura como por su función.



### Actividad 13

Para resolver esta actividad busque información en este texto sobre la definición de tejido y su vinculación con los distintos componentes de la sangre.

- ¿Por qué siendo un líquido, la sangre es considerada un tejido?

Tanto la porción líquida de la sangre -plasma sanguíneo- como los distintos tipos celulares que están presentes en ella, determinan las propiedades del fluido sanguíneo y sus diversas funciones.



### Actividad 14

Confeccione un cuadro mencionando las características principales y funciones de cada componente de la sangre.

#### La sangre y su función en la nutrición

El fluido sanguíneo cumple, como vimos, una serie muy importante y diversa de funciones en el organismo. Una de ellas es la función de nutrición celular. Esta función se cubre desde dos aspectos diferentes:

- **Aporte de oxígeno.**
- **Aporte de alimento.**

El aporte de oxígeno es posible debido a la estrecha vinculación entre el sistema circulatorio y el sistema respiratorio (nos referimos a la relación entre capilares sanguíneos y alvéolos). A su vez, el aporte de alimento está posibilitado a través de la íntima conexión que se establece entre el sistema circulatorio y el sistema digestivo (la conexión entre capilares sanguíneos y microvellosidades intestinales).

El oxígeno que proviene del aire que entra a los pulmones difunde hacia los capilares sanguíneos y se incorpora a la sangre. Allí se fija en los glóbulos rojos o hematíes.

Los hematíes contienen una sustancia muy particular, denominada hemoglobina, que les da su color característico.



### Actividad 15

La anemia es una enfermedad causada por la disminución en la cantidad de glóbulos rojos en la sangre respecto del valor normal. Esta enfermedad tiene como síntomas cansancio general, frecuentemente acompañado de somnolencia.

- ¿Cuál será la razón por la que una concentración de glóbulos rojos menor que la normal produce estos síntomas?

*En esta sección, usted ha estudiado conceptos relacionados con la incorporación, transformación, utilización y eliminación de sustancias en el organismo humano. Ha aprendido que existe una estrecha relación entre la estructura de los órganos y la función que cumplen. También, la importancia de la interacción entre diferentes sistemas con distintas funciones que confluyen en una función más compleja: la obtención de materia y energía en el organismo, es decir, el metabolismo.*

*En la próxima sección, analizaremos el proceso de eliminación de desechos que son producto del metabolismo celular.*

## 2.2.4. La eliminación de desechos metabólicos y las estructuras asociadas

### Sistema urinario

El sistema urinario tiene la función de eliminar los productos de desecho del cuerpo es decir es el encargado de limpiar los desechos que acarrea la sangre. Esta función de eliminación de sustancias contenidas en la sangre se denomina «**excreción**».

El sistema urinario también contribuye a mantener las concentraciones adecuadas de los demás componentes de la sangre.

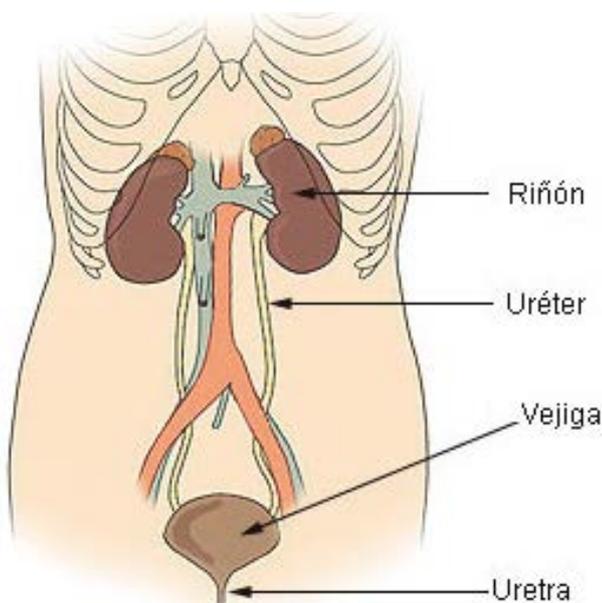
#### Otras de las funciones de este sistema son:

- Eliminación de sustancias tóxicas producidas por el metabolismo celular como la **urea**.
- Eliminación de sustancias tóxicas como la ingesta de drogas.
- Control electrolítico, al regular la excreción sobre todo de sodio (Na) y potasio (K).
- Control de la **presión arterial**, a través de la regulación hídrica.

### Órganos y funciones del sistema urinario

El sistema urinario está constituido por los riñones, los uréteres, la vejiga y la uretra. Los riñones producen orina a partir de sustancias presentes en la sangre. Dentro de ellos se encuentra la unidad funcional del sistema urinario: el nefrón.

Los nefrones son estructuras especializadas en la filtración y reabsorción de sustancias que se encuentran en la sangre. El pasaje de la sangre a través de ellos permite la formación de orina que una vez formada, es conducida a través del uréter a la vejiga, donde se almacena hasta ser eliminada por medio de la uretra. Si bien muchas de las sustancias que se filtran son desechos que se eliminan con la orina, otras son necesarias para el organismo. Esas sustancias necesarias son recuperadas por la sangre y se mantienen en el interior del organismo.



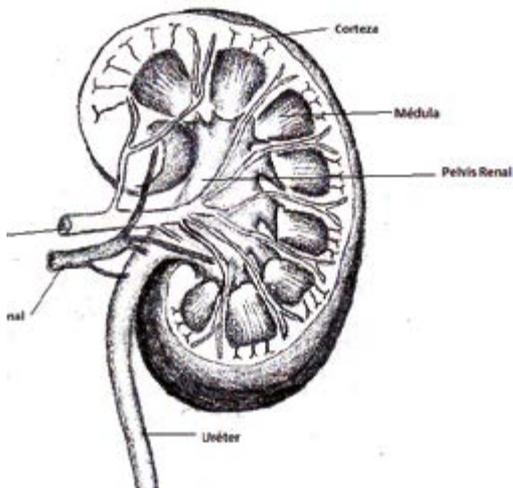
**Riñones:** son dos, en ellos se forma la orina por filtración de la sangre que les llega.

**Uréter:** son dos conductos que conducen la orina de los riñones hasta la vejiga.

**Vejiga:** órgano hueco donde se almacena la orina.

**Uretra:** conducto comunicado con la vejiga a través del cual se elimina la orina al exterior del organismo.

Fuente: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sistemaurinario.png>



**Arteria renal:** vaso sanguíneo a través del cual llega la sangre al riñón. En el interior de este órgano, la arteria se ramifica formando numerosos capilares. Algunas sustancias de la sangre, que atraviesan las paredes de los capilares son retenidas en el riñón y constituyen la orina.

**Vena renal:** vaso sanguíneo a través del cual la sangre, libre de algunas sustancias que contenía, sale del riñón y continúa su recorrido por el cuerpo.

*Corte longitudinal de un riñón*  
Fuente: Dibujo realizado por el Prof. Javier Clusellas. 2015

### En la formación de orina, intervienen varios procesos:

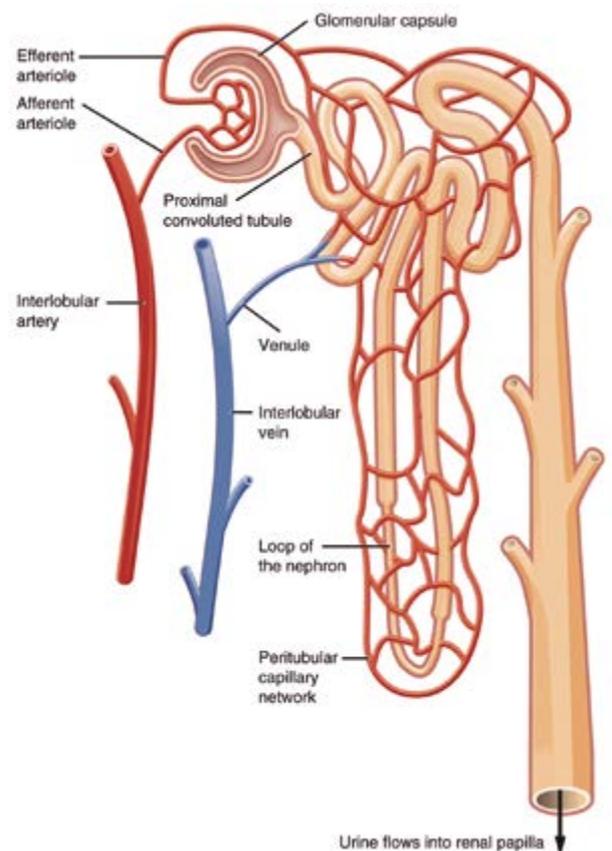
- la **filtración**, que se produce en el glomérulo y determina la formación del filtrado glomerular, constituido por moléculas pequeñas que atraviesan la pared de los capilares y pasan al interior del tubo del nefrón; este tubo se encuentra rodeado por otra red de capilares que sirven para que se lleve a cabo otro proceso.
- la **reabsorción**, que ocurre mientras ese filtrado recorre el tubo.

Entre las sustancias que se filtran en el riñón, se encuentran la glucosa, los aminoácidos, los minerales, la urea y el agua. Solo quedan retenidas en los capilares las moléculas de gran tamaño, como las proteínas y los lípidos.

Entonces pensemos de nuevo al nefrón como un mini colador, que en la zona del glomérulo retiene moléculas grandes como proteínas y lípidos, mientras que las moléculas pequeñas pasan hacia la zona del tubo. Al observar el gráfico del nefrón, se observa que la zona del tubo se pliega lo que le permite maximizar la superficie en contacto con los capilares que lo rodean. Esta cuestión estructural permite una reabsorción más eficiente de dichas moléculas pequeñas que pasaron por el glomérulo (el «colador») y que es importante que no se eliminen en la orina.

Con el proceso de reabsorción se recuperan muchas de esas sustancias filtradas, por ejemplo, el 95 % del agua, la glucosa, los aminoácidos y algunos minerales que se encontraban en exceso en la sangre. En cambio la urea, que es una sustancia de desecho, se mantiene dentro de los tubos del nefrón y no se reabsorbe.

Algunas sustancias son eliminadas por un proceso denominado secreción tubular, por el cual pasan desde los capilares al túbulo.

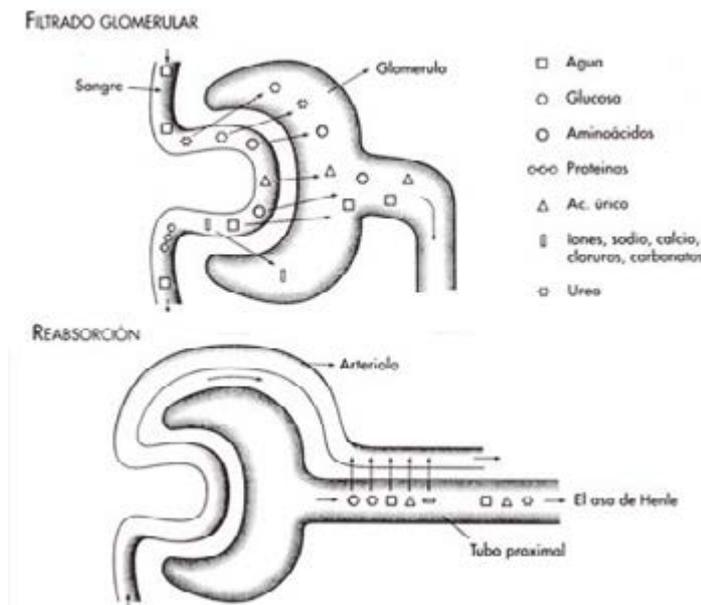


*Esquema de un nefrón*  
Fuente: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:2611\\_Blood\\_Flow\\_in\\_the\\_Nephron.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:2611_Blood_Flow_in_the_Nephron.jpg)

La composición de la orina depende de las sustancias contenidas en la sangre. Algunas drogas que entran al cuerpo llegan a las células y son metabolizadas por ellas, afectando su funcionamiento. La célula transforma dichas sustancias y el producto pasa a la sangre y pueden encontrarse en la orina. Este es el fundamento de los análisis que se realizan, por ejemplo, para controlar el consumo de ciertas sustancias en la actividad deportiva.

Después que se forma la orina en los glomérulos, pasa por los túbulos a la pelvis renal, los uréteres y llega a la vejiga donde se almacena. Cuando la cantidad de orina en la vejiga supera los 250-500 cm, sentimos la necesidad de orinar, debido a las contracciones y relajaciones del esfínter, que despierta el reflejo de la micción. En la frecuencia de las micciones intervienen factores como el estado psíquico de alegría o tensión y el consumo en mayor o menor medida de líquidos y bebidas alcohólicas. La cantidad de orina emitida en 24 horas en el ser humano es de aproximadamente 1500 cm. La vejiga puede acumular hasta 3 litros; cuando una persona padece cistitis aparecen ganas de orinar hasta con 50 ml. El aumento por encima de esta cifra se denomina poliuria y la disminución oliguria.

### Etapas de elaboración de la orina



Fuente: <http://alejandrobiologiamorales.blogspot.com.ar/> Accedido 5/12/15

### Otras formas de excreción

Existen otras vías de excreción. Por ejemplo, a través del sistema respiratorio se elimina el dióxido de carbono y agua en forma de vapor; a través de la piel, se eliminan algunos minerales y agua, en forma de sudor, el cual también contribuye a la regulación de la temperatura corporal.

Una de las condiciones necesarias para la subsistencia de cualquier ser vivo es que, dentro de determinados rangos, se mantengan constantes las condiciones del medio interno. Por ejemplo, durante la respiración celular se produce, constantemente, dióxido de carbono. Si este no fuera eliminado, su concentración aumentaría permanentemente en el organismo, lo cual resultaría extremadamente tóxico.

La eliminación constante de dióxido de carbono a través de los pulmones asegura que se mantenga una mínima concentración de este gas. Desde este punto de vista, la función del sistema respiratorio contribuye con el mantenimiento del medio interno, aunque esa no sea su función principal.

Algunos sistemas de órganos desempeñan un papel preponderante en el mantenimiento de la homeostasis. Los sistemas encargados de esta importante función son fundamentalmente dos: el sistema excretor y el sistema inmunitario.

### Las funciones del sistema excretor son:

- eliminar los productos finales del metabolismo que son potencialmente tóxicos
- mantener el equilibrio hídrico (cantidad de agua) del organismo,
- mantener constantes las concentraciones de iones fundamentales para muchas funciones corporales (tales como los iones de potasio, sodio, calcio, etc.).

En los vertebrados, incluidos los humanos, los órganos de excreción más importantes son los riñones. Estos regulan la cantidad de agua en el organismo y son los responsables de la formación de la orina que consiste en un concentrado de desechos metabólicos (muchos de ellos son tóxicos) y sales de diversos tipos.

### El sistema excretor humano

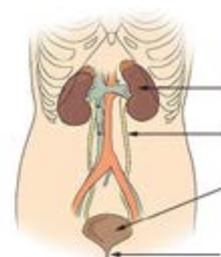
Usted ya sabe que el dióxido de carbono es eliminado de la sangre a través de los pulmones. Pero otros productos del metabolismo, que no son sustancias gaseosas, son eliminados a través de otro sistema: el sistema excretor o sistema urinario. Veremos a continuación cómo es y cómo funciona este sistema en el organismo humano.



#### Actividad 16

Busque en este texto información sobre el sistema urinario humano y un esquema que lo represente. Lea las funciones de los distintos órganos que lo componen e identifíquelos en el esquema.

- a. Sobre la base de su estudio, complete el siguiente esquema con los nombres de cada parte:
- b. Elabore un cuadro en el que pueda volcar el nombre de cada uno de los órganos del sistema urinario y la función que cumple cada uno.



**NOTA:** Probablemente usted encuentre en algunos libros que sobre los riñones están ubicados unos órganos denominados «glándulas suprarrenales». Los mismos no tienen vinculación con el sistema urinario sino que están relacionados con funciones hormonales que no estudiaremos aquí.

*Como usted se habrá dado cuenta, el sistema urinario está formado a su vez por varios órganos que constituyen subsistemas. Cada uno de ellos cumple funciones específicas que contribuyen a la función general: eliminar sustancias del organismo que se encuentran en exceso.*

*Centraremos ahora nuestra atención en uno de estos subsistemas, el riñón, que es donde comienza este proceso, con la formación de la orina.*

## Estructura y función de los riñones.

### La formación de la orina

Desde hace algunos años, se ha hecho cada vez más común la práctica médica del transplante de riñón. Es un error común considerar como órganos vitales al corazón y al cerebro y otorgar un papel secundario a otros órganos: una alteración en el funcionamiento de los riñones (así como el hígado, la médula ósea y tantos otros órganos y sistemas) comprometen seriamente la vida de las personas.

Los **riñones** cumplen un papel fundamental en el mantenimiento del equilibrio homeostático, sin el cual el organismo se descompensa con graves consecuencias para el enfermo incluyendo, dependiendo del daño, la posibilidad de muerte.

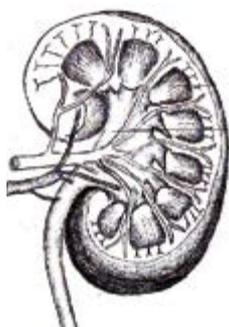
Los riñones están formados, a su vez, por una cantidad de unidades menores llamadas nefrones. Hay aproximadamente 1.300.000 nefrones en cada riñón humano.

Los **nefrones** son los subsistemas básicos del riñón y la función del órgano en su conjunto es el resultado de la función de cada una de estas unidades donde ocurre el proceso de formación de la orina.

Los nefrones son las estructuras clave del proceso de excreción porque conectan el sistema circulatorio que transporta las diversas sustancias con el sistema urinario encargado de filtrar la sangre y formar la orina. Una porción de los nefrones pertenece exclusivamente al sistema urinario y otra pertenece al sistema circulatorio.



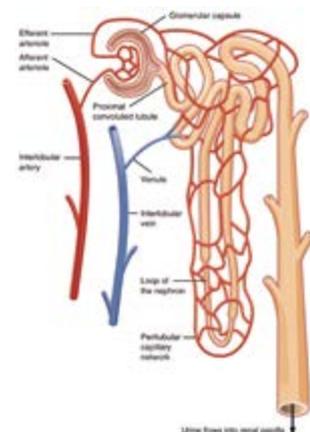
### Actividad 17



Fuente: Dibujo realizado por el Prof. Javier Clusellas. 2015

a. Indiqué en el siguiente esquema qué partes pertenecen al sistema urinario y cuáles al circulatorio.

b. La formación de la orina ocurre en los nefrones, estructuras microscópicas que se encuentran dentro de los riñones. Indique en el siguiente esquema de un nefrón, en qué partes ocurre cada uno de los siguientes procesos en la formación de la orina: filtración, reabsorción y transporte de la orina hacia los uréteres y vejiga.



Esquema de un nefrón

Fuente: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:261\\_Blood\\_Flow\\_in\\_the\\_Nephron.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:261_Blood_Flow_in_the_Nephron.jpg)



### Actividad 18

La orina es un líquido de desecho que tiene una composición compleja. Un alto porcentaje es agua en la cual se encuentran disueltas una cantidad de sustancias que son producto del metabolismo celular: glucosa, sales como las de potasio o fosfatos, ácidos como el ácido úrico o láctico, etc. Incluso, una buena parte de los medicamentos (u otras drogas) que ingerimos se eliminan a través de la orina. Ejemplo de ello son los antibióticos o los psicofármacos.

- Busque en esta guía o en las referencias de un análisis clínico de orina, la lista de sustancias componentes de la orina y los valores considerados normales de cada una de ella.
- Investigue cuál podría ser el diagnóstico de un paciente cuyo análisis de orina da como resultado la presencia de altas concentraciones de glucosa.
- ¿Por qué razón es posible realizar el control antidoping a los deportistas realizando un análisis de orina?

#### Para tener en cuenta:

Un error frecuente es pensar que, al beber, el agua que no es absorbida en el intestino, es eliminada directamente por los riñones. Incluso hay gente que piensa que existe un tubo que conecta el estómago con la vejiga adonde va el agua excedente. Este es un gran error, ya que, como usted ha estudiado, la formación de la orina es un proceso complejo, que resulta de la filtración del agua contenida en la sangre.

**Entonces:** la mayor parte del agua que bebemos pasa del intestino grueso a los capilares sanguíneos y se incorpora a la sangre. Una parte de esa agua es utilizada por las células y la que está en exceso es filtrada en los riñones junto con otros materiales de desecho y pasa a formar parte de la orina.

## 2.3. El organismo humano. Funciones de coordinación y control

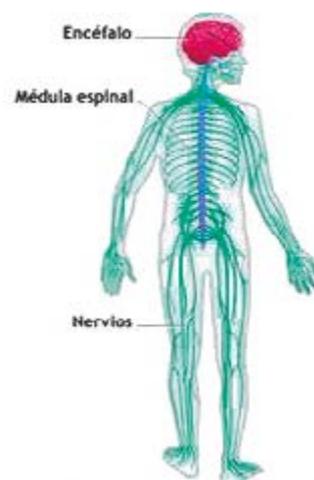
### 2.3.1. Procesamiento sensorial y respuesta motora

#### Sistema nervioso

El sistema nervioso es el sistema encargado de captar los estímulos provenientes tanto del ambiente como de nuestro propio organismo, los procesa y los transforma en señales que se transmiten por todo el cuerpo. De acuerdo a las señales se elabora la respuesta más adecuada para mantener el equilibrio del medio interno.

Las características estructurales de sus componentes permiten que esos estímulos se traduzcan en mensajes que llegan a los centros de información (el cerebro y la médula) a gran velocidad. Esto permite que la información recorra en el organismo grandes distancias en poco tiempo.

Fuente: <https://www.goconqr.com/es/p/3873963-sistema-nervioso>



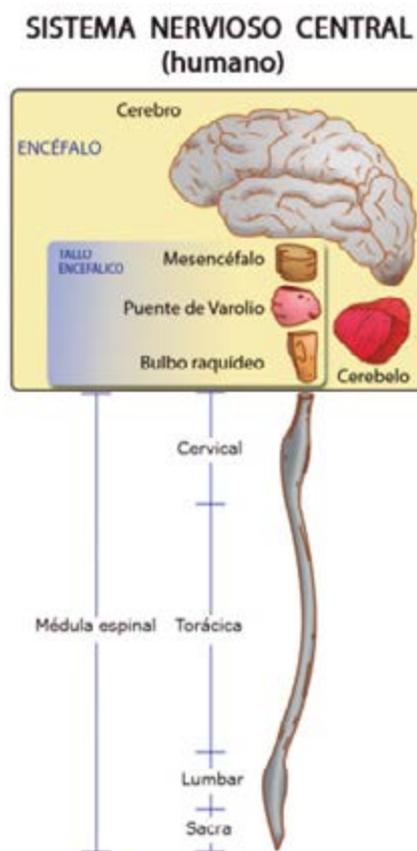
- **Encéfalo:** ubicado en la cavidad craneal, está formado por el cerebro, el cerebelo y el bulbo raquídeo.
- **Medula espinal:** se encuentra en el interior de las vértebras a lo largo de toda la columna, conduce impulsos nerviosos desde y hacia el cerebro, y elabora respuestas.
- **Nervios:** conducen impulsos desde los receptores hasta el sistema nervioso central y desde este hasta los nervios efectores.
- **Cerebro:** controla todas las actividades voluntarias, las funciones motoras y sensoriales y las funciones cerebrales superiores como por ejemplo el habla.
- **Cerebelo:** mantiene el equilibrio, la postura corporal y controla los movimientos finos y coordinados como por ejemplo enhebrar una aguja.

- **Neuronas:** son células del sistema nervioso especializadas en la comunicación de mensajes. Se caracterizan por sus prolongaciones, algunas de las cuales pueden tener hasta un metro de longitud. Se relacionan entre sí, con los efectores y los receptores, y conducen los impulsos nerviosos.

## Órganos y funciones del sistema nervioso

Desde el punto de vista de su estructura, el sistema nervioso se clasifica, para su estudio, en **central** y **periférico**. El **sistema nervioso central** está constituido por órganos ubicados en dos cavidades óseas: el cráneo y el conducto que recorre internamente la columna vertebral. El cráneo aloja al **encéfalo**, constituido por el **cerebro**, el **cerebelo** y el **tronco cerebral**. En la columna vertebral, se ubica la **médula espinal**. Los órganos del sistema nervioso central reciben estímulos, los procesan y elaboran respuestas. El **sistema nervioso periférico** (SNP) está constituido por los nervios que comunican el sistema nervioso central (SNC) con todos los tejidos corporales. Estas estructuras se asemejan a cables, a través de los cuales los estímulos y las respuestas recorren el organismo.

El sistema nervioso recibe estímulos, es decir, información del ambiente, como la luz, a través de estructuras denominadas **receptores**, como los ojos. Esos estímulos se transforman en impulsos nerviosos, que constituyen el lenguaje en el que la información recorre el sistema nervioso. A partir de la información que recibe, el sistema nervioso elabora respuestas, es decir, otros impulsos nerviosos que se conducen hasta estructuras denominadas **efectores**, como los músculos, las cuales ponen de manifiesto dichas respuestas; por ejemplo, la contracción muscular. También existen estímulos provenientes del interior del organismo, como la baja o elevada concentración de dióxido de carbono en la sangre.



Fuente: [https://ast.wikipedia.org/wiki/Sistema\\_nervioso](https://ast.wikipedia.org/wiki/Sistema_nervioso)

## Los tipos de nervios que podemos encontrar en el sistema periférico, de acuerdo a su ubicación, son de dos tipos:

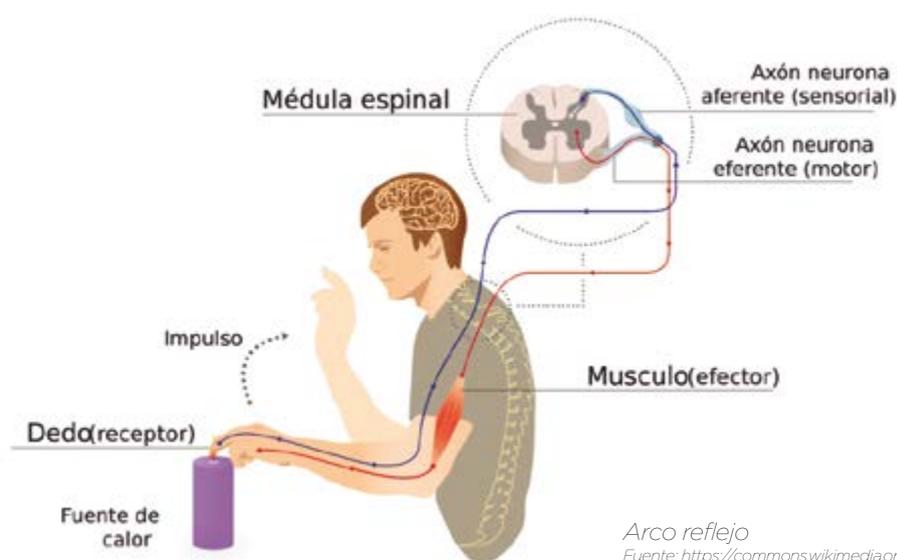
- **Los nervios craneales**, que se conectan directamente con el encéfalo.
- **Los nervios raquídeos**, que se conectan con la médula espinal.

## También se pueden clasificar según su función, en dos tipos:

- Los nervios sensitivos, constituidos por fibras sensitivas, cuya información fluye desde órganos receptores de diferentes estímulos provenientes del medio interno y externo.
- Los nervios motores, constituidos por fibras motoras que transmiten la información nerviosa desde el SNC hacia los músculos del esqueleto y otros órganos a los que se denominan órganos efectores.

## En el sistema nervioso periférico (SNP) se pueden reconocer dos subsistemas:

- **El SNP somático** que recoge información sensitiva desde los receptores sensoriales que captan estímulos desde el exterior y desde las articulaciones y músculos del cuerpo y, por otro lado, envía información motora hacia los músculos esqueléticos. Como lo recién expresado suena muy complejo, mejor entenderlo con un ejemplo: el SNP somático interviene cuando toco algo caliente y retiro la mano para no quemarme. El estímulo (algo caliente) es «leído» por las células especializadas (los receptores) de mi piel, que envían mensajes a otras células. Estas células se conectan con algún músculo que controla el movimiento de mi mano. El músculo al recibir la información de la quemadura, se contrae permitiendo que yo aleje mi mano de la fuente de calor.



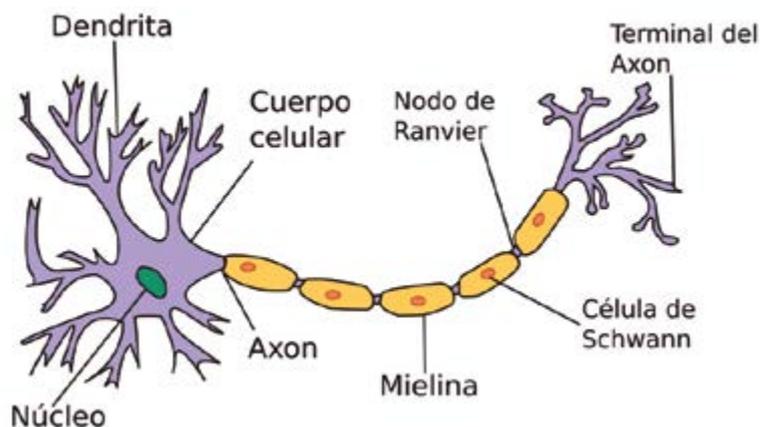
**El sistema nervioso somático controla todos los sistemas musculares voluntarios dentro del cuerpo, con la excepción de los arcos reflejos.** El arco reflejo es una respuesta a un estímulo como los golpes o el dolor. Siempre significa una respuesta involuntaria, y por lo tanto automática, no controlada por la conciencia.

- El **SNP autónomo** se relaciona fundamentalmente con la actividad de los órganos como el estómago, los intestinos, los pulmones, etc. y la regulación homeostática del medio interno. Ejemplo: el SNP autónomo actúa cuando comés algo que el cuerpo considera tóxico y provoca el vómito. Posee dos divisiones principales: una división **simpática**, que prepara al cuerpo para la acción: dilata las pupilas, aumenta la fuerza y la frecuencia de los latidos del corazón, dilata los bronquios, disminuye las contracciones estomacales. Se activa en situaciones de escape, estrés, ejercicio y emergencia. Por otro lado posee una división **parasimpática**, que interviene en la recuperación corporal. Actúa sobre el nivel de estrés del organismo disminuyéndolo. Realiza funciones opuestamente complementarias con respecto al sistema nervioso simpático.

## Las neuronas: células que reciben y transmiten información

El tejido nervioso está constituido por dos clases de células: las neuronas y las células gliales.

Las **células gliales** se ubican entre las neuronas y constituyen un soporte para estas. Colaboran con la nutrición de las neuronas, producen una sustancia grasa llamada mielina la cual forma una cubierta a lo largo del axón.



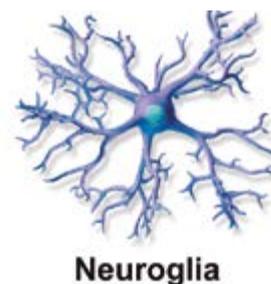
Esquema de una neurona

Fuente: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Neurona.svg>

Las **neuronas** son las células del tejido nervioso que comunican mensajes.

En las neuronas, se reconocen diferentes partes: el cuerpo y las prolongaciones (dendritas y axones). Cada neurona posee varias dendritas, cortas y muy ramificadas, y un único axón, más largo y ramificado solo en su extremo.

En el sistema nervioso, existen dos clases de neuronas: sensitivas y motoras. Las sensitivas reciben estímulos, es decir, información que produce alguna modificación en el organismo. Estas neuronas transforman los estímulos que reciben en impulsos nerviosos, que es el lenguaje en el que la información recorre el sistema nervioso, y conducen esos impulsos hasta el sistema nervioso central, donde son procesados. Las neuronas motoras elaboran respuestas, también en forma de impulsos nerviosos, que conducen hasta diferentes lugares del organismo, donde se ejecutan.



Neuroglia

Célula glial

Fuente: [https://en.wikipedia.org/wiki/Nervous\\_tissue](https://en.wikipedia.org/wiki/Nervous_tissue)

El impulso nervioso es un mensaje eléctrico que entra por las dendritas y recorre toda la neurona en una sola dirección. El impulso nervioso recorre la neurona de a saltos entre las vainas de mielina y no de manera continua; esto le permite recorrer el axón mucho más rápido.

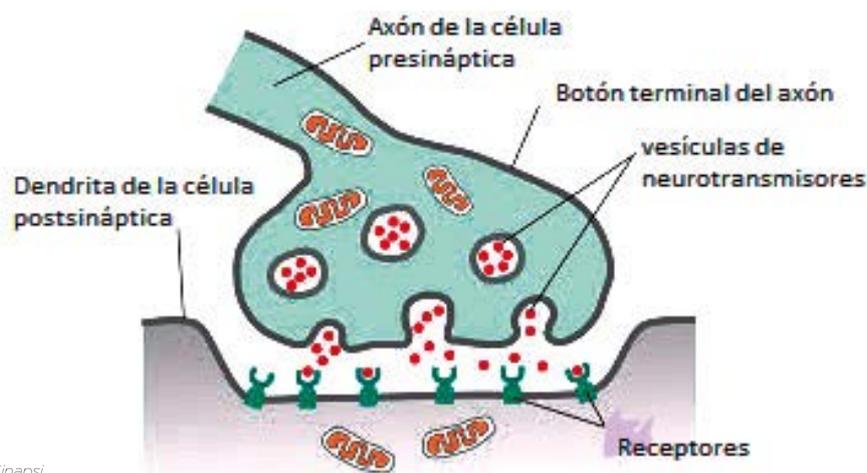
La **mielina** cumple un papel importante en la conducción del impulso nervioso. Esta sustancia grasa que envuelve al axón actúa como un aislante, del mismo modo que el material exterior de un cable, y hace más rápida la conducción del impulso nervioso a través del axón. La importancia de la mielina puede interpretarse, por ejemplo, al analizar la falta de coordinación motora en los bebés. Al nacer, la mayoría de los axones carecen de mielina por lo que la conducción del impulso nervioso es defectuosa. Con el tiempo, los axones se cubren de mielina, la conducción es más eficiente y los movimientos se perfeccionan.



En esta animación vamos a ver cómo trabaja el impulso nervioso en un arco reflejo:  
[http://www.mhe.es/secundaria/cienciasnaturaleza/8448150473/archivos/media/esp/unidad\\_5/5ani.swf](http://www.mhe.es/secundaria/cienciasnaturaleza/8448150473/archivos/media/esp/unidad_5/5ani.swf)

Los axones no se ponen en contacto directo con las estructuras con las cuales se comunican (por ejemplo, las dendritas de otras neuronas), sino que existe un espacio entre ellos. Del mismo modo que sucede en un cable cortado, la corriente eléctrica se

interrumpe y no pasa, por ejemplo, a otra neurona. Existe un mecanismo que permite pasar la información de una neurona a la siguiente: la sinapsis. La **sinapsis** es la forma en que una neurona se comunica con otra. Existen dos tipos de sinapsis: **eléctricas** y **químicas**. En las sinapsis químicas se liberan sustancias denominadas neurotransmisores, que son proteínas fabricadas por las neuronas y que se almacenan en el extremo del axón. Al llegar el impulso nervioso al final de axón, el neurotransmisor sale de él a través de su membrana y atraviesa el espacio que lo separa de la siguiente neurona ingresando en ella, comenzando el mismo recorrido en esta célula.



Unión sináptica

Fuente: <https://ca.wikipedia.org/wiki/Sinapsi>

Una sinapsis eléctrica es aquella en la que la transmisión entre la primera neurona y la segunda no se produce por la secreción de un neurotransmisor, como en las sinapsis químicas, sino por el paso de pequeñas moléculas de una célula a otra. Si bien las sinapsis eléctricas son más rápidas que las sinapsis químicas, también son menos frecuentes.

Los organismos multicelulares son sistemas de alta complejidad funcional ya que desarrollan infinidad de funciones vitales: desde las metabólicas, que regulan los intercambios de materia y energía con el medio y que son comunes a todos los organismos, hasta otras como el comportamiento, el aprendizaje y en el caso de los seres humanos, lo que calificamos como inteligencia.

La realización exitosa de las funciones mencionadas involucra la participación de distintos sistemas y subsistemas, en los distintos niveles de organización. Esto requiere de un preciso intercambio de información y de sistemas que regulen y controlen la circulación de dicha información.

Si bien existen múltiples estructuras y funciones en el organismo humano que cumplen funciones de coordinación y control, existen dos sistemas que cumplen específicamente ese rol: el sistema nervioso y el sistema endocrino. Son estos sistemas los que reciben la información tanto del medio externo como del interior del organismo.

Esta información es procesada y genera respuestas que adecuan las funciones orgánicas a los cambios que se producen o que restablecen el equilibrio perdido o amenazado.

Los sistemas nervioso y endocrino están estrechamente ligados entre sí. Mientras que el sistema nervioso se caracteriza por acciones rápidas y de corta duración, el endocrino se caracteriza por una acción más lenta pero mucho más persistente en el tiempo.

Sintéticamente, podemos considerar que el sistema nervioso funciona a partir de señales de tipo eléctrico, mientras que el endocrino supone el envío de señales químicas, por vía sanguínea, a distintas partes del organismo.

## El sistema nervioso y sus principales funciones

Frente a diversas situaciones solemos decir **«me siento nervioso»**. Esta expresión alude casi siempre a un sentimiento complejo e indefinido, pero del cual podemos detectar algunas manifestaciones orgánicas muy distintivas como por ejemplo, el temblor de las manos o la barbilla, el aceleramiento del corazón, cierta picazón en pies y manos, sudoración excesiva, repentinas ganas de orinar, etc. Atribuimos ese estado a **«algo»** que está pasándonos a nivel de nuestro cerebro: pensamientos inquietantes, emociones fuertes, situaciones de estrés.

El cerebro es considerado por los humanos como el **«órgano maestro»** que dirige los sentimientos y pensamientos, incidiendo directamente sobre nuestras acciones. Además sabemos que una alteración en su funcionamiento normal puede producir, bajo determinadas circunstancias, cambios notables en el conjunto de nuestro organismo sin que podamos controlarlos fácilmente.

• **¿Cuáles son los nexos entre el cerebro y el resto del organismo que producen tales efectos? Analizaremos este tema a continuación.**

A continuación, realice las actividades que te proponemos. Para ello, es conveniente que tenga a mano papel y lápiz o lapicera.

Importante: la resolución de las actividades es recomendable para avanzar en la integración de los temas, pero no deben entregarse para su corrección. Recuerde que el equipo de facilitadores se encuentra a su disposición para que le haga todas las consultas que sean necesarias.



### Actividad 19

Busque en este texto un esquema general del sistema nervioso humano.

a. Identifique en el esquema los siguientes componentes:

- **El cerebro.**
- **La médula espinal.**
- **Los nervios.**

b. ¿Por qué se denomina Sistema Nervioso Central (SNC) a la parte del sistema nervioso formada por el cerebro y la médula espinal?

c. ¿Cómo se llama la porción del sistema nervioso formada por los nervios?

d. ¿Qué tipo de nervios existen? ¿En cuáles de sus características se basa su denominación?

e. ¿Es posible afirmar que el sistema nervioso posee una organización jerárquica? ¿Por qué?



#### Para tener en cuenta:

¡Cuidado! Es frecuente confundir la médula espinal con la médula ósea. Son dos cosas totalmente distintas. La médula espinal ubicada en el interior de las vértebras es parte del sistema nervioso y transmite el impulso nervioso desde y hacia el cerebro. La médula ósea ubicada en los huesos largos, en el esternón y en algunos pocos huesos más es parte de sistema sanguíneo. Allí residen las células generadoras de los glóbulos rojos, glóbulos blancos y plaquetas sanguíneas.



## Actividad 20

El Sistema Nervioso Periférico (SNP) controla las respuestas tanto motoras como sensitivas del organismo. La porción motora del SNP depende, a su vez, de dos subsistemas que se denominan Sistema Nervioso Autónomo y Sistema Nervioso Somático.

- ¿Qué tipo de funciones cumple cada uno de estos sistemas?
- ¿En qué partes se subdivide el Sistema Nervioso Autónomo y qué funciones cumple cada una de estas partes? ¿Por qué se dice que ambas funcionan en forma antagónica?
- ¿Todas las funciones del sistema nervioso somático controlan los movimientos voluntarios? ¿Qué excepciones puede mencionar?

## Las neuronas y el impulso nervioso

La estructura general del sistema nervioso que vimos en el punto anterior, tiene como base estructural y funcional a un tipo celular muy particular: la neurona.

Una neurona es una célula muy especializada en establecer comunicación a través de señales eléctricas.

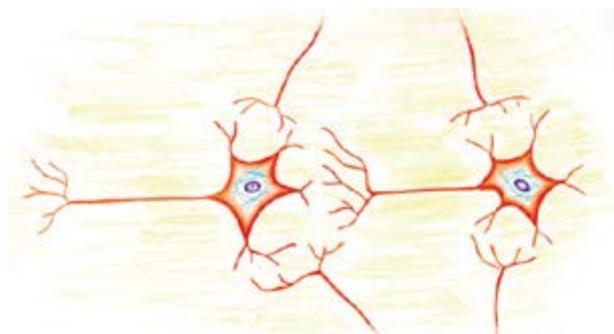
Como toda célula eucariota, las neuronas están rodeadas por una membrana plasmática, posee un núcleo con el material genético y un citoplasma con diversas organelas, entre las que se destacan mitocondrias y vesículas de diverso tipo. Sin embargo, las neuronas tienen una forma muy particular, que está estrechamente relacionada con la función que cumplen.

Todo el sistema nervioso está constituido por millones de neuronas interconectadas, que transmiten señales químicas y eléctricas desde y hacia el SNC. Estas señales se conocen como impulso nervioso.



## Actividad 21

- Busque en esta guía la estructura básica de una neurona y recuerde los nombres y las funciones de sus partes. Luego trate de completar el siguiente esquema.



- ¿Qué significa que el impulso nervioso es unidireccional?
- Indique dibujando flechas en el esquema del punto a) cuál es la dirección de propagación del impulso nervioso.

**Actividad 22**

Busque en este texto los principios elementales de la conducción nerviosa.

El impulso nervioso es una señal eléctrica que se produce por una diferencia en la concentración de las cargas eléctricas a un lado y otro de la membrana de la neurona. Aunque no veremos en detalle la forma en que se produce el impulso nervioso, es importante saber que este tiene lugar de a **«saltos»**. Estos saltos ocurren cuando los axones están recubiertos por una sustancia grasa aislante de la electricidad llamada mielina.

- Compare la conducción **«a saltos»** con la continua.
- ¿Cuál es la ventaja de la conducción a saltos del impulso nervioso?

*Nos queda ahora estudiar cómo se transmite la señal eléctrica que denominamos impulso nervioso de una neurona a otra.*

La transmisión del impulso nervioso se produce a través de lo que se denomina **«la sinapsis»**, que es la zona de contacto entre los botones o vesículas terminales del axón y los cuerpos de otras neuronas o sus dendritas.

**Actividad 23**

Busque información sobre la sinapsis y responda:

- ¿Qué tipos de sinapsis existen?
- ¿A qué se denomina neurotransmisores y en qué tipo de sinapsis actúan?
- ¿Cuál es el tipo de sinapsis más común en los seres humanos?

**Algunas reflexiones sobre el sistema nervioso...**

*Hasta ahora hemos descrito algunas características generales de la organización del sistema nervioso, de las neuronas como la unidad básica de organización de dicho sistema y del impulso nervioso como la señal que se transmite de neurona a neurona para enviar o recibir estímulos en los órganos sensoriales o motores.*

*Es importante detenernos aquí un momento para hacer una reflexión sobre los conocimientos y comprensión real que la ciencia tiene sobre el sistema nervioso, más allá de su descripción.*

El impulso nervioso no lleva la información tal cual la recibe el organismo. Es decir, lo que viaja a través de las neuronas no es ni el sonido, ni el color ni la textura que percibimos, sino impulsos eléctricos y neurotransmisores. Tampoco hay diferencia entre un impulso nervioso que lleva, por ejemplo, información visual de otro que lleva información auditiva, ya que en ambos casos lo que se transmiten son impulsos eléctricos. Es el cerebro el encargado de decodificar la información que llega en forma de estos impulsos, interpretarla y procesarla según el tejido u órgano del cual proviene dicho impulso.

Para comprender mejor la manera en que el cerebro interpreta la información nerviosa, nos permitiremos hacer una analogía con el funcionamiento de una computadora.

La acción del operador al oprimir la tecla **«A»** en el teclado de una computadora, no determina que una «A» recorra el cable del teclado hasta el **«cerebro»** de la máquina. Lo único que viaja a través del cable es un pulso eléctrico.

El «cerebro» de la máquina interpretará ese pulso en función del lugar del teclado de donde proviene y, a través de un complejo sistema de decodificación lo traducirá como una A. Simultáneamente generará otros pulsos eléctricos que nos mostrarán la letra en la pantalla.

Se sabe que la sinapsis de tipo química es más específica que la eléctrica, en cuanto a la forma en que se transmite la información. En primer lugar, se han identificado más de 60 neurotransmisores diferentes, cada uno de ellos con funciones específicas, que desencadenan a su vez diferentes respuestas del sistema nervioso ante los estímulos.

En segundo lugar, la intensidad del impulso puede variar según la cantidad de neurotransmisores que se liberen en la sinapsis. Por ejemplo, la mayor o menor contracción de los músculos ante un mismo estímulo o la percepción más o menos intensa del dolor, dependen de la cantidad de neurotransmisores en la sinapsis.

Finalmente existen neurotransmisores que estimulan una función y otros que la inhiben. Muchas de las drogas actuales que se utilizan en medicina para mitigar el dolor, evitar las alucinaciones u otras alteraciones nerviosas, provocar el sueño, etc. se basan en el bloqueo (impiden la acción) o la estimulación de la acción de ciertos neurotransmisores cuyo efecto ya es bien conocido.

Hoy sabemos que el cerebro humano tiene unos cien mil millones de neuronas, cada una de ellas interconectada, al menos, con otras 10. Esta inmensa red de conexiones es tan compleja que parece escapar a la posibilidad de conocerla estructural y funcionalmente en detalle.

**Por lo tanto, la idea general que se tiene hasta el momento sobre la forma en que los estímulos ingresan al sistema nervioso central, cómo son decodificados y cómo generan determinadas respuestas, nos explica solo algunas de las funciones elementales de ese sistema. Sin embargo, estas teorías no han logrado explicar qué son los sueños, la imaginación, la memoria, el lenguaje, etc. Al parecer todavía falta mucho para que la neurobiología nos provea una explicación sobre esas complejas funciones humanas.**

## 2.3.2. Regulación neuroendocrina

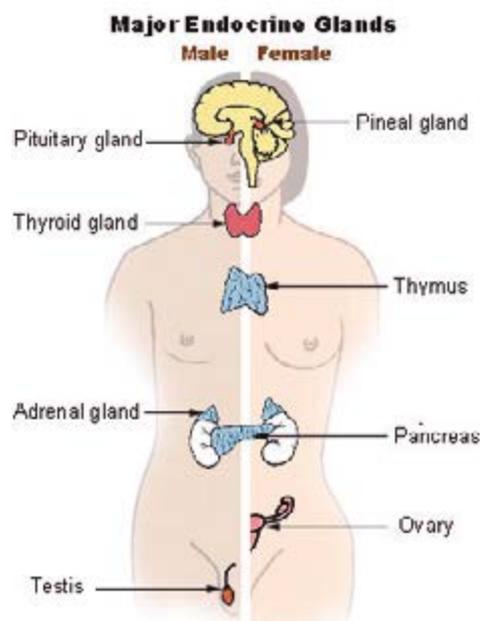
### Sistema endocrino

El sistema endocrino está constituido por un conjunto de glándulas ubicadas en diferentes lugares del organismo y que no se encuentran relacionadas estructuralmente entre sí. Dichas glándulas secretan sustancias mensajeras denominadas «hormonas» que viajan por la sangre hasta su destino.

### Sistema Endocrino Masculino y Femenino

La función del sistema endocrino es regular diferentes funciones del organismo utilizando como mensajeros químicos a las hormonas.

Las hormonas son sustancias químicas elaboradas en las glándulas endocrinas. Básicamente funcionan como mensajeros químicos que transportan información de una célula a otra. Por lo general son liberadas directamente dentro del torrente sanguíneo, solas o asociadas a ciertas proteínas y hacen su efecto en determinados órganos o tejidos a distancia de donde se sintetizaron a los que se denomina tejidos u órganos blanco.

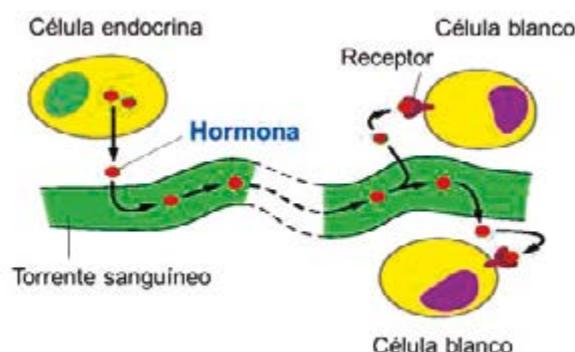


Fuente: [https://gl.wikipedia.org/wiki/Gl%C3%A1ndula\\_pineal](https://gl.wikipedia.org/wiki/Gl%C3%A1ndula_pineal)

El sistema endocrino regula el crecimiento, el desarrollo y las funciones de muchos tejidos. Los órganos endocrinos también se denominan glándulas sin conducto o glándulas endocrinas, debido a que sus secreciones se liberan directamente en el torrente sanguíneo.

El sistema endocrino, al igual que el sistema nervioso, constituye un sistema de señales que frente a un estímulo libera hormonas que viajan hacia una «célula blanco». Al llegar a dicha célula, la hormona desencadena una respuesta específica que puede ser por ejemplo, aumentar la actividad celular, o inhibirla.

**Veamos el proceso con más detalle en la siguiente figura:**



Fuente: <http://mind42.com/mindmap/a8fe432b-f2d4-4fbf-af44-13a42001c7c4?rel=gallery>

Una célula endocrina que forma parte de una glándula endocrina recibe un estímulo y secreta una hormona. Esta hormona viaja por el torrente sanguíneo, alejándose considerablemente de su lugar de origen. En un momento llega a la célula blanco; dicha célula presenta receptores específicos para tal hormona que le permite entender el mensaje químico que la glándula endocrina le mandó a larga distancia.

A continuación, algunas de las glándulas endocrinas que forman el sistema endocrino:

<b>HIPOTÁLAMO</b>	parte del cerebro con la que se conecta la hipófisis. Produce sustancias que relacionan el sistema nervioso con el endocrino.
<b>HIPÓFISIS</b>	produce hormonas que controlan el crecimiento del organismo y el funcionamiento de otras glándulas endocrinas y órganos.
<b>TIROIDES</b>	sus hormonas controlan las reacciones metabólicas que ocurren en las células. Produce tres tipos de hormonas: tiroxina (T4), triyodotironina (T3) y calcitonina. Esta glándula es regulada por la hipófisis.
<b>PARATIROIDES</b>	es la glándula que produce la hormona que regula la concentración de calcio y fósforo en el organismo.
<b>SUPRARRENALES</b>	producen diferentes hormonas. Algunas controlan las reacciones metabólicas que transforman alimentos como proteínas y lípidos y otras determinan respuestas del organismo (como el aumento de las frecuencias cardíaca y respiratoria) frente a situaciones de estrés.
<b>PÁNCREAS</b>	algunas de sus células elaboran hormonas que controlan la concentración de glucosa en la sangre.

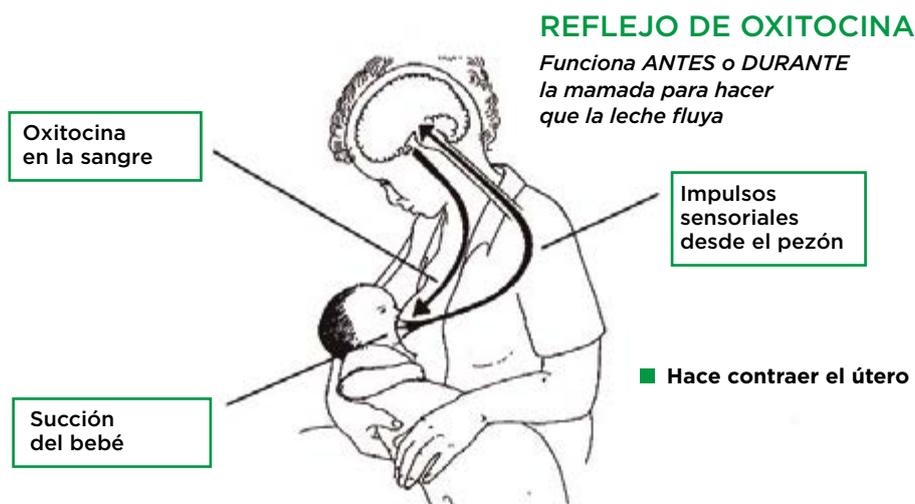
<b>TESTÍCULOS</b>	forman espermatozoides y producen hormonas que determinan las características distintivas del sexo masculino.
<b>OVARIOS</b>	forman óvulos y producen hormonas que determinan las características del sexo femenino y preparan el útero para la gestación.

### Algunos procesos regulados por hormonas:

**Contracciones uterinas en el parto:** la glándula hipófisis libera la hormona oxitocina cuya regulación está a cargo del sistema nervioso. Este recibe estímulos desde el útero durante el período previo al parto y estimula la liberación de oxitocina al torrente sanguíneo por donde llega al útero para producir las contracciones uterinas.

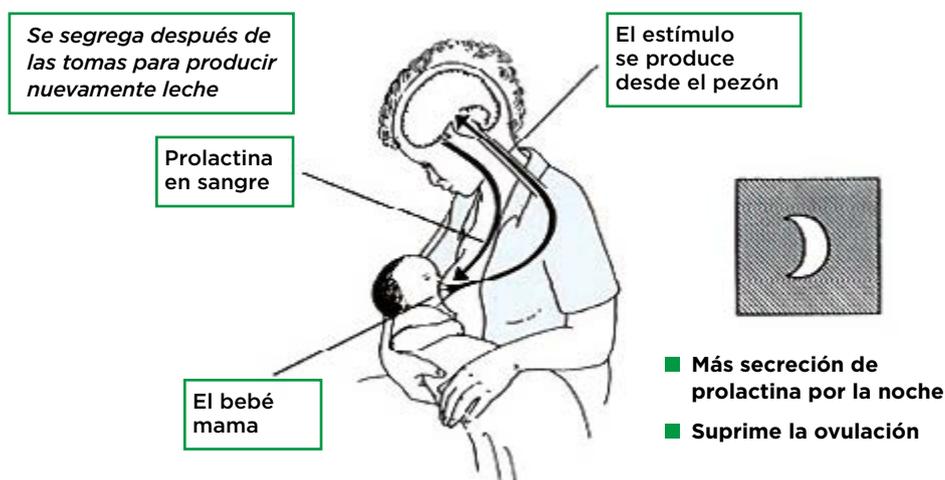
**Producción de leche materna:** la hipófisis produce la hormona prolactina que estimula la producción de leche, el estímulo que recibe la glándula es la succión que ejerce el bebé.

Para que la leche se encuentre disponible para el bebé deben contraerse las células musculares que rodean los alvéolos, este proceso es producido por la oxitocina que es liberada desde la hipófisis por reflejo producido por la succión del pezón.



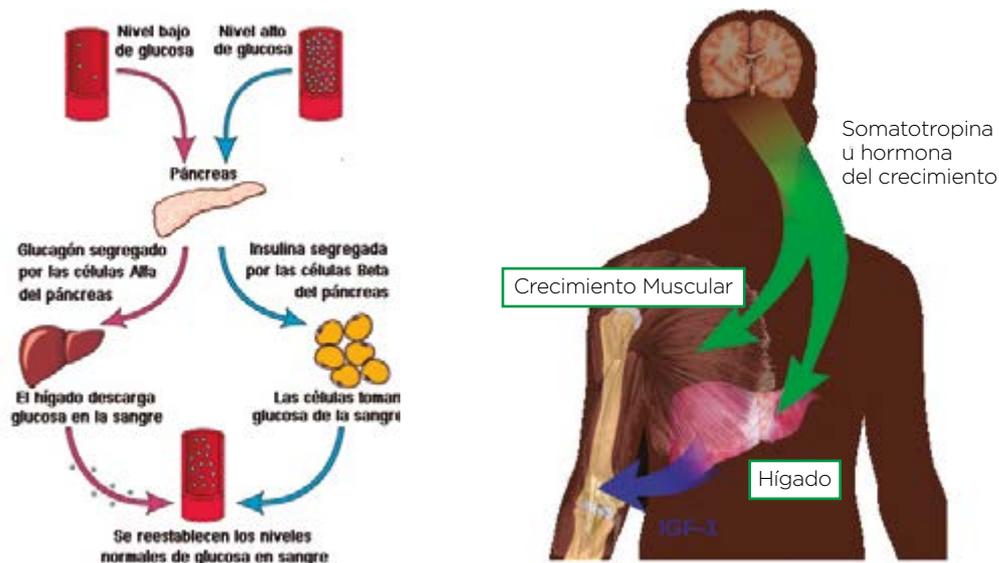
Fuente: [http://www.fmed.uba.ar/fundalac/tips/hormo\\_lm.htm](http://www.fmed.uba.ar/fundalac/tips/hormo_lm.htm)

### Acción de la prolactina



Fuente: <http://www.hospitaldenens.com/guia-de-salut-i-malalties/lactancia-materna>

**Crecimiento óseo:** es promovido por la somatotropina u hormona del crecimiento que es elaborada por la glándula hipófisis.



*Acción de la hormona de crecimiento*

Fuente: [https://en.wikipedia.org/wiki/Growth\\_hormone](https://en.wikipedia.org/wiki/Growth_hormone) Accedido 6/12/15

Regulación del nivel de glucosa en sangre: el páncreas es una glándula mixta ya que produce el jugo pancreático (sistema digestivo) y dos hormonas: la insulina y el glucagón.

Ambas hormonas intervienen en la regulación de la glucosa («azúcar») en la sangre y su aprovechamiento en las células. Cuando el nivel de glucosa se eleva en la sangre, se acelera el ritmo de secreción de insulina y se activa el pasaje de glucosa a las células. El glucagón interviene cuando disminuye la concentración de glucosa en sangre, promoviendo su liberación a la sangre a partir de las reservas hepáticas. La acción conjunta mantiene un nivel normal de glucosa sanguínea.

### Regulación de la concentración de glucosa en sangre

El cuerpo humano posee una serie de glándulas que secretan diversas sustancias que intervienen regulando muchos de los eventos que ocurren en nuestro organismo. Algunos de esos eventos son tan simples e íntimos, como la absorción de agua por parte de los riñones y otros tan delatadores como los cambios corporales o de la voz a través de los años. Esas sustancias son mensajeros químicos denominados hormonas y su producción está a cargo de una serie de glándulas que, en conjunto, conforman el sistema endocrino.

Hace más de dos mil años, el filósofo griego Aristóteles observó que la castración de animales machos alteraba muchas de las características visibles de los mismos. Siglos después (hacia el 1800) otros experimentos demostraron que los testículos y los ovarios secretaban sustancias que determinaban algunos de los rasgos característicos del sexo de su portador. Dichas sustancias son las hormonas sexuales.

Actualmente se conocen cerca de una decena de glándulas (glándulas endocrinas) que secretan hormonas con funciones diferentes.



## Actividad 24

- ¿Cómo llegan las hormonas desde su lugar de origen al denominado «**órgano blanco**» donde ejercen su efecto?
- Nombre por lo menos cinco procesos vitales regulados por hormonas.



## Actividad 25

Lea atentamente el siguiente artículo periodístico, aparecido en el diario Clarín y luego responda las preguntas que se le plantean.

48 • SALUD • CLARIN • Sábado 18 de setiembre de 1999

# Diabetes: La padece un millón y medio de argentinos

**L**a hormona insulina es imprescindible para el cuerpo. Cuando el organismo no la produce, o no la utiliza como sería esperable, aparece la diabetes... [Uno de los tipos de diabetes]... afecta a entre un 5 y un 10 por ciento de los diabéticos, y se da mayormente en chicos y adultos jóvenes. Este tipo de diabetes es insulino-dependiente, es decir que los pacientes necesitan inyectarse diariamente insulina para sobrellevar la enfermedad.

En la Argentina hay un millón y medio de diabéticos, pero no todos saben que la padecen: un 30 por ciento no ha sido diagnosticado, y otro 25 por ciento o no se trata o no lo hace adecuadamente. "Del total de enfermos, menos del 10 por ciento sufre diabetes insulino-dependiente". Se calcula que 20 de cada cien mil argentinos mueren por causas vinculadas a la diabetes.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) calcula que, para el año 2025, la diabetes aumentará en un 122 por ciento, y trepará de los 135 a los 300 millones de enfermos. La mayor cuota del aumento se dará en los países en desarrollo, en donde ya vive el 76 por ciento de las personas diabéticas.

La diabetes se anuncia con cinco síntomas clave frente a los cuales hay que hacer una consulta médica: orinar más de lo habitual, tener una sed intensa, presentar un cansancio general y tener antecedentes familiares de diabetes y obesidad.

Busque en este texto información sobre el mecanismo de regulación hormonal de la cantidad de azúcar en sangre.

**Sobre la base de su estudio y teniendo como referencia el artículo del diario, responda las siguientes preguntas:**

- ¿Cuál es la glándula que secreta la insulina y qué función cumple esta hormona en el organismo?
- ¿Qué otras hormonas están relacionadas con la regulación de la cantidad de azúcar en la sangre?

c. ¿Cuál es el tratamiento que se lleva adelante para superar las dificultades que causa dicha enfermedad?

d. ¿Cuál sería el efecto además del aumento de azúcar en la sangre o hiperglucemia sobre una persona insulino dependiente, si no se le administrara la hormona?

Como ya adelantamos, las hormonas no solo actúan estimulando o inhibiendo procesos químicos dentro del organismo, sino que también tienen efecto en su apariencia y comportamiento. Un ejemplo es la acción de las hormonas adrenalina y la noradrenalina.

Dichas hormonas son segregadas por las glándulas suprarrenales ubicadas sobre los riñones y están directamente vinculadas con el Sistema Nervioso Central (SNC).

Ciertos estímulos (visuales, táctiles, olfativos o propios del cerebro como evocaciones, sueños o pensamientos) que provocan alarma o pánico, actúan sobre las glándulas suprarrenales estimulando la liberación de adrenalina y noradrenalina.

**Estas hormonas permiten incrementar la actividad corporal, preparando las condiciones para que ante las situaciones de estrés (como el temor ante un peligro inminente), el organismo pueda reaccionar (defenderse o huir). Dichas condiciones fisiológicas se caracterizan por la aceleración del ritmo cardíaco, la elevación de la presión arterial y de los niveles de azúcar en la sangre.**

### Para tener en cuenta:

A lo largo de esta unidad usted ha tenido oportunidad de estudiar las funciones de nutrición y de regulación y control del organismo humano. Estas funciones son realizadas por un conjunto de sistemas y subsistemas que, para ello, interactúan de manera coordinada.

El estudio de cada una de estas funciones puede realizarse focalizando la atención en distintos niveles de organización: desde los órganos que se reúnen en sistemas y cumplen una función determinada (como podrían ser los vasos sanguíneos y el corazón que cumplen la función de circulación) hasta los tejidos que componen a dichos órganos (como pueden ser los tejidos de las venas y de las arterias y cuyas diferencias nos permiten entender las diferencias en las funciones de cada uno de esos vasos sanguíneos).

Cualquiera sea la función que estemos analizando, encontraremos que existe una estrecha relación entre esa función y el nivel más básico, el sistema vivo más simple: las células que componen nuestro organismo. Al tratar las funciones de nutrición, estudiamos que los órganos y sistemas implicados, actúan en conjunto proporcionando nutrientes a las células y eliminando sus desechos.

En el caso de los sistemas de regulación y control, hemos visto cómo el impulso nervioso es transmitido de neurona a neurona e incide ya sea en las células musculares contrayéndolas, ya sea en las células de una glándula provocando la fabricación y secreción de determinada hormona, ya sea en otras células del sistema nervioso provocando dolor o distinto tipo de sensaciones.

# UNIDAD 3: REPRODUCCIÓN Y HERENCIA

## 3.1. La reproducción humana

### 3.1.1. La reproducción. Reproducción asexual y sexual en los seres vivos

#### Introducción

La información genética de cada persona es única. Salvo en el caso de los gemelos, que se originan de un único huevo, no existen dos seres humanos que compartan la totalidad de sus genes. Sin embargo, en general los integrantes de una misma familia de origen se parecen más entre sí que a los de otras familias.

A su vez, todas las personas son más parecidas entre sí que si se las compara con otros mamíferos.

Estamos hablando de similitudes y diferencias y, en parte, el estudio de la genética trata de explicar justamente estas cuestiones: el porqué de los parecidos y, por lo tanto, el porqué de las desigualdades.

En Biología A, usted ha aprendido que el código genético es universal y que también es universal el mecanismo a través del cual dicho código se expresa en los organismos. La gran variedad de seres vivos se debe a las diferencias en la información genética, es decir, a las diferencias en la secuencia de nucleótidos del material genético contenido en sus células.

Hoy sabemos que en todos los organismos que se reproducen sexualmente, la información genética se transmite a través de las células sexuales, y que, luego de la fecundación, se forma una célula huevo que se divide sucesivamente hasta originar un individuo completo. En cada una de esas divisiones se cumple un ciclo celular y el material genético pasa de una célula a la otra por el mecanismo de mitosis.

A lo largo de este capítulo nos centraremos en el proceso de reproducción y en la transmisión de la información genética en organismos multicelulares.

Estudiaremos también algunas consecuencias de los cambios que pueden ocurrir en la información genética.

#### Trataremos algunos interrogantes tales como:

- Cómo se transmite la información de padres a hijos a través de las gametas.
- A qué se deben las similitudes entre los organismos de una misma familia. Por qué algunos individuos son más parecidos a algún abuelo que a sus propios padres.
- Por qué los organismos de una misma especie son más parecidos entre sí que a los de otras especies.

Como usted ha visto en el capítulo anterior, la reproducción es la formación de nuevos individuos, los hijos, a partir de los progenitores. En el caso ya estudiado de los organismos unicelulares, es todo el organismo el que participa de la reproducción, de manera tal que, al final del proceso, se originan dos células hijas, entre las cuales ya no es posible distinguir entre el progenitor y la descendencia.

Cada una de esas células hijas, al cabo de un tiempo, pasa a ser un progenitor que nuevamente originará descendencia.

En el caso de los organismos pluricelulares la cuestión es diferente, ya que solo una parte del organismo participa del proceso de reproducción, y el individuo progenitor queda invariante luego del mismo.

En la mayor parte de los animales y de las plantas la reproducción involucra la concurrencia de dos individuos de sexo diferente. En ese caso se habla de reproducción sexual.

Sin embargo, los organismos de algunas especies pueden generar descendencia a partir de una parte del mismo. En ese caso el proceso se denomina reproducción asexual. La mayor parte de los organismos multicelulares que se reproducen asexualmente también pueden hacerlo sexualmente. Por lo tanto existen dos tipos de reproducción en organismos pluricelulares: sexual y asexual. La reproducción sexual es aquella en la cual participan dos células sexuales (gametas) producidas por dos individuos de sexos diferentes o por un individuo con los dos sexos (hermafrodita). La reproducción asexual, por el contrario, es aquella en la cual se genera descendencia a partir de una parte de un individuo.

### 3.1.2. Reproducción sexual: meiosis

En Biología A vimos que cada especie posee un número característico de cromosomas, que es igual para todas las células que forman a los organismos de esa especie. Pero no solo el número es característico, también lo es la forma y el tamaño de los cromosomas.

Todos los individuos de una misma especie tienen el mismo número, forma y tamaño de cromosomas y se mantiene a lo largo de las generaciones. En la actualidad existen técnicas muy precisas gracias a las cuales se pueden observar y fotografiar los cromosomas de las células a través del microscopio. La representación gráfica o fotográfica del número, tamaño y forma de los cromosomas de una especie se denomina cariotipo. En el humano, el cariotipo está formado por 46 cromosomas, que pueden agruparse en 23 pares.



**Normal Karyotype**

*Cariotipo humano*

Fuente: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Karyotype\\_\(normal\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Karyotype_(normal).jpg)

Del total de los cromosomas de cada célula, una mitad proviene de la madre y la otra mitad proviene del padre. Por cada cromosoma materno hay uno paterno equivalente. Esto permite ordenarlos por pares de igual forma y tamaño. A cada uno de estos pares se lo denomina **par de cromosomas homólogos**. En la ilustración del cariotipo humano presentada anteriormente, vemos los 23 pares de cromosomas (es decir, 46 cromosomas totales) característicos de nuestra especie.

Si presta atención a la numeración, observará que solo están numerados 22 de los 23 pares. El par 23 no tiene número sino que lleva dos letras: una x y una y. Este par representa los **cromosomas sexuales**, es decir, aquellos cuya información indica si el individuo es varón o mujer. Si el par 23 está formado por dos cromosomas **X (XX)** entonces esa célula pertenece a un individuo de sexo femenino, en cambio si el par 23 está formado por un cromosoma **X** y otro cromosoma **Y (XY)**, el individuo es de sexo masculino. A los 22 pares de cromosomas se los denomina cromosomas somáticos o autosomas, para distinguirlos del par 23, que son los cromosomas sexuales.

### Células diploides y haploides

Las células que poseen dos cromosomas de cada tipo reciben el nombre de **células diploides** (dos juegos de cromosomas), por ejemplo en la especie humana las células diploides tienen 46 cromosomas (23 pares). En otras especies el número diploide es diferente, algunos ejemplos son:

<b>Chimpancés</b>	48
<b>Orangután</b>	48
<b>Gatos</b>	38
<b>Perros</b>	78
<b>Maíz</b>	20
<b>Cebada</b>	14

Cuando las células poseen un solo cromosoma de cada clase se llaman **células haploides** (un solo juego de cromosomas), por ejemplo en la especie humana las células haploides tienen 23 cromosomas. Tomando en cuenta los ejemplos anteriores, el número haploide de cromosomas es:

<b>Chimpancés</b>	24
<b>Orangután</b>	24
<b>Gatos</b>	19
<b>Perros</b>	39
<b>Maíz</b>	10
<b>Cebada</b>	7

Las células haploides son las células sexuales o gametas.

### Las células sexuales

El repaso de lo estudiado hasta ahora sobre la reproducción sexual dejará al descubierto una contradicción que, como veremos a continuación, es solo aparente.

Si la cigota se forma por la unión de dos núcleos, uno proveniente de una gameta masculina y otro de una femenina, ¿resultaría entonces que el núcleo de la cigota tendría 92 cromosomas (46 del padre y 46 de la madre)? No, de ningún modo. Si esto fuera así, ese número aumentaría de generación en generación.

Nosotros sabemos que todos los organismos de la misma especie tienen células con la misma cantidad de cromosomas y que este número se mantiene constante a lo largo de las generaciones.

• ¿Cómo se explica esto?

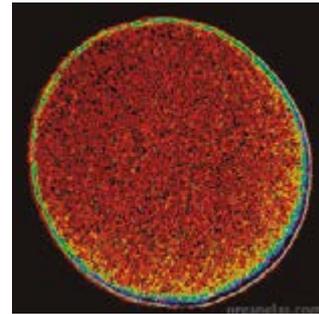
Las gametas son las únicas células que poseen la mitad del número de cromosomas característico de la especie. Por ejemplo, tanto los óvulos como los espermatozoides humanos poseen en su núcleo solo 23 cromosomas. Al unirse estos núcleos en la fecundación, vuelve a reestablecerse la cantidad de 46 cromosomas típicos de la especie.

A las células sexuales, por poseer la mitad del número de cromosomas característico de la especie, se las llama **células haploides**, mientras que al resto de las células del organismo, que poseen un doble juego de cromosomas, se las denomina **células diploides**.



Espermatozoide

Fuente: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e7/Esperma.jpg>



Óvulo de un equinodermo

Fuente: <https://www.flickr.com/photos/helas/457296245>



Para que se fabriquen las gametas existen órganos específicos, llamados **gónadas**. En los humanos, las gónadas, son los ovarios y los testículos. En ellas ocurre una división celular especial, que se llama **meiosis**.



**Actividad 1**

Teniendo en cuenta lo estudiado sobre los términos «haploide» y «diploide».

- Explique el significado de cada término.
- ¿A cuál de ellos se le asigna el valor  $n$  y a cuál el valor  $2n$ ? Justifique su respuesta.
- Según esta clasificación, ¿cómo calificaría a las células de la piel, de los músculos, del hígado humanos? ¿y a las gametas humanas? ¿y a la cigota humana? Justifique sus respuestas.

## La formación de las células sexuales

### Meiosis

Este tipo de división celular ocurre en las gónadas, y parte de una célula diploide (células germinales: espermatogonio u ovogonios) para originar cuatro células haploides, las gametas (espermatozoides y ovocitos). Es decir que mediante la meiosis ocurre la **gametogénesis**. En los humanos, las gametas son los óvulos (en la mujer) y los espermatozoides (en el hombre).

### La meiosis posee las siguientes características:

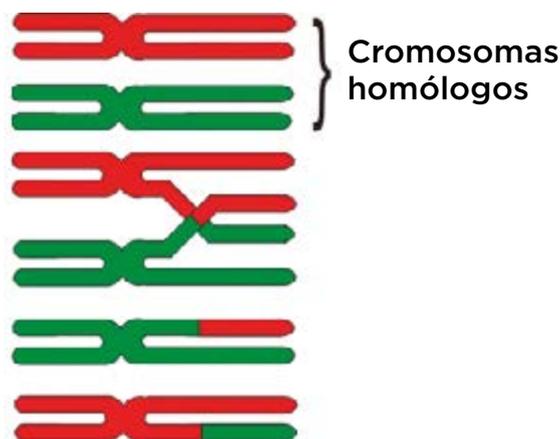
- Se producen dos divisiones sucesivas.
- Como resultado se forman 4 células hijas.
- Cada célula hija tiene la mitad de los cromosomas que la célula progenitora.
- Antes de que comience la meiosis la información genética se duplica (etapa S del ciclo celular). Por lo tanto, cada cromosoma está formado por dos cromátides hermanas, que son dos copias exactas. Luego ocurren dos divisiones celulares sucesivas: la **meiosis I** y la **meiosis II**.

Las fases de cada división celular son las mismas que en la mitosis: profase, metafase, anafase y telofase. Sin embargo, hay algunas diferencias que veremos a continuación.

### Meiosis I

**Profase I.** Es más larga y compleja que la de la mitosis. Se condensa la cromatina y los dos cromosomas homólogos (o sea, la copia materna y la paterna) se acercan y aparean, forman una **tétrada**. Como las cuatro cromátides quedan juntas, tienen la posibilidad de intercambiar material genético, mediante un proceso que se denomina **entrecruzamiento** o **crossing-over**. Este proceso es fundamental ya que el intercambio de información genética genera variabilidad, es decir, la posibilidad de nuevas combinaciones de características.

Durante la Profase I de la meiosis ocurre el entrecruzamiento. Una parte de los cromosomas homólogos se entrecruzan e intercambian material genético, lo que genera nuevas combinaciones de características. En cada región del cromosoma se aloja el mismo tipo de información, por ejemplo color de ojos. Suponiendo que el cromosoma rojo corresponde a una persona de baja estatura, rubia; y el verde a una persona de alta estatura, morocha.



Fuente: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Meiosis\\_crossover.png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Meiosis_crossover.png)

Si la porción de ADN que se intercambia corresponde a «**estatura**», como resultado obtendremos una combinación que implican dos variantes nuevas: una persona de baja estatura, morocha, y una persona de alta estatura, rubia.

**Metafase I.** Los cromosomas homólogos apareados se disponen en el plano medio de la célula (como si fuera el ecuador del planeta).

**Anafase I.** Los cromosomas homólogos, formados cada uno por las dos cromátides, migran hacia los extremos (polos) de la célula. En este paso, entonces, se reduce el número de cromosomas de cada célula hija, ya que migra a cada polo un solo cromosoma del par, que tiene dos cromátides.

**Telofase I.** Es parecida a la de la mitosis, solo que cada célula hija tiene la mitad del número de los cromosomas del núcleo original formados por dos cromátides.

**Interfase.** Según la especie, se vuelven a formar las envolturas nucleares o no, y no siempre ocurre una citocinesis (división del citoplasma) completa. No hay duplicación del ADN.

## Meiosis II

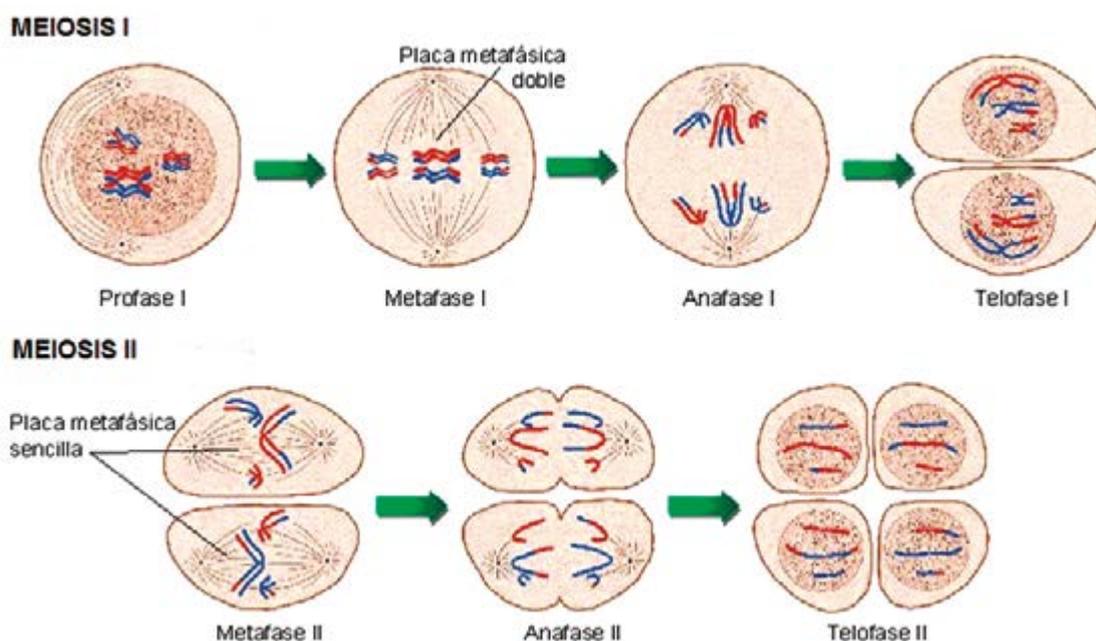
**Profase II.** Las envolturas nucleares se desintegran y comienzan a formarse nuevas fibras del huso acromático, la guía por donde viajan los cromosomas. En esta profase no ocurre entrecruzamiento.

**Metafase II.** Cada cromosoma formado por dos cromátides se dispone en el plano ecuatorial o medio de la célula.

**Anafase II.** Igual que en la mitosis, las cromátides hermanas se separan y se dirigen hacia los extremos (polos) de la célula. Ahora cada cromátide puede ser llamado cromosoma.

**Telofase II.** Se forman las membranas nucleares y se observan los cuatro núcleos, cada uno tiene un número haploide de cromosomas.

**Citocinesis.** Se produce la división del citoplasma, igual que como ocurre después de la mitosis.



Fases de la meiosis en una célula con seis cromosomas, es decir  $2n=6$ .

Fuente: <http://slideplayer.es/slide/316047/>

Ministerio de Educación del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires

16-07-2025



Sugerimos el siguiente video para complementar lo aprendido sobre meiosis  
<http://www.educ.ar/sitios/educar/recursos/ver?id=40660>

## Gametogénesis

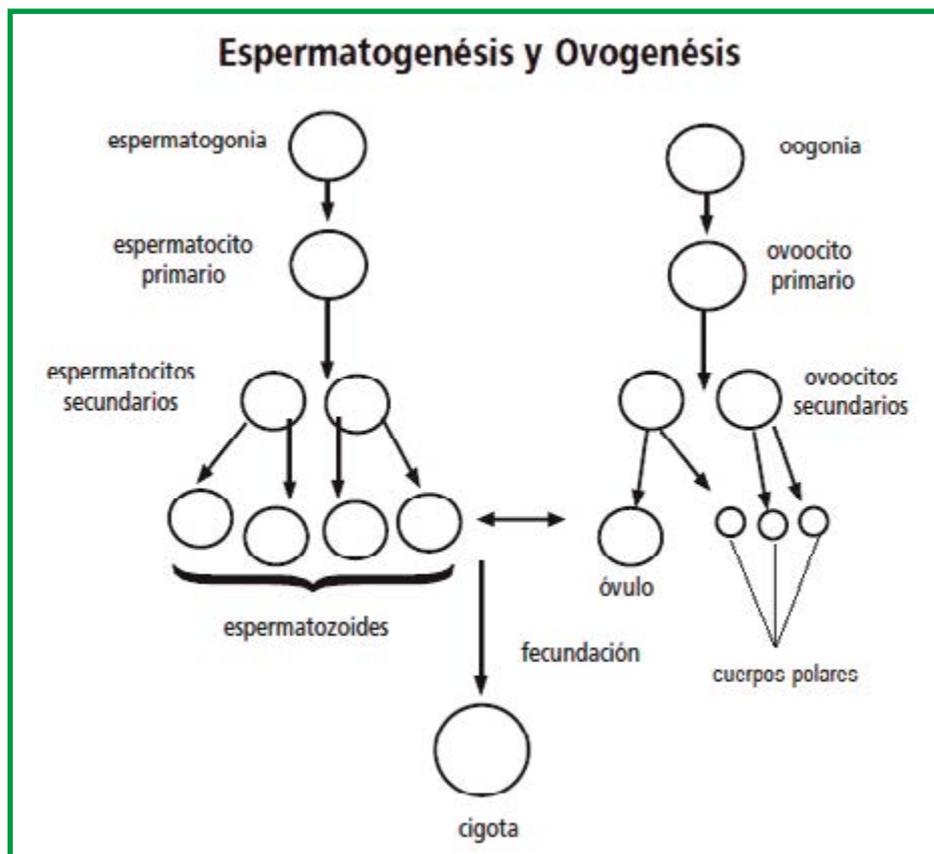
Usted ya ha estudiado que, en la mayor parte de los animales, las células sexuales o gametas se originan en unos órganos específicos, las gónadas: los óvulos, en los ovarios y los espermatozoides, en los testículos.

En los tejidos que forman las gónadas, se encuentran las células germinales o células madre de las gametas, todas ellas diploides, con un número **2n** de cromosomas. A partir de la división de las células germinales se originan las gametas que son haploides ya que tienen un número **n** de cromosomas.

**En el caso de los testículos, las células germinales se denominan espermatogonios que, al dividirse, dan lugar a los espermatozoides. En los ovarios, los oogonios u ovogonio se dividen y originan los ovocitos.**

**El proceso de formación de gametas se denomina gametogénesis, que en el caso de los espermatozoides se llama espermatogénesis y de los óvulos, ovogénesis.**

A continuación se representa esquemáticamente este proceso.



Para ver la meiosis en movimiento ingrese a <http://www.johnkyrk.com/meiosis.esp.html> y haga «clic» en el núcleo. Arriba a la izquierda, donde dice meiosis, hay unas flechitas que te permiten buscar otras animaciones.



**Actividad 2**

Lea la información brindada sobre meiosis y luego responda:

- a. ¿En cuál de las dos divisiones meióticas se produce la reducción en el número de cromosomas?
- b. En el siguiente cuadro le presentamos una serie de eventos de la meiosis. En cada evento, señale si corresponde a la meiosis I o a la meiosis II.

Eventos	Meiosis I	Meiosis II
Separación de cromátidas hermanas		
Apareamiento de cromosomas homólogos		
Separación de cromosomas homólogos		
Migración de las cromátidas hacia los polos		

- c. ¿En cuál de las dos divisiones meióticas el material genético se reparte de la misma forma que en la mitosis?



**Actividad 3**

Vuelva a revisar el proceso de gametogénesis esquematizado anteriormente y relaciónelo con el proceso de división meiótica:

- a. ¿En cuál de las flechas del esquema de ovogénesis y espermatogénesis ubicaría a la meiosis I? Justifique su respuesta.
- b. ¿En cuál de las flechas del esquema de ovogénesis y espermatogénesis ubicaría a la meiosis II? Justifique su respuesta.



**Actividad 4**

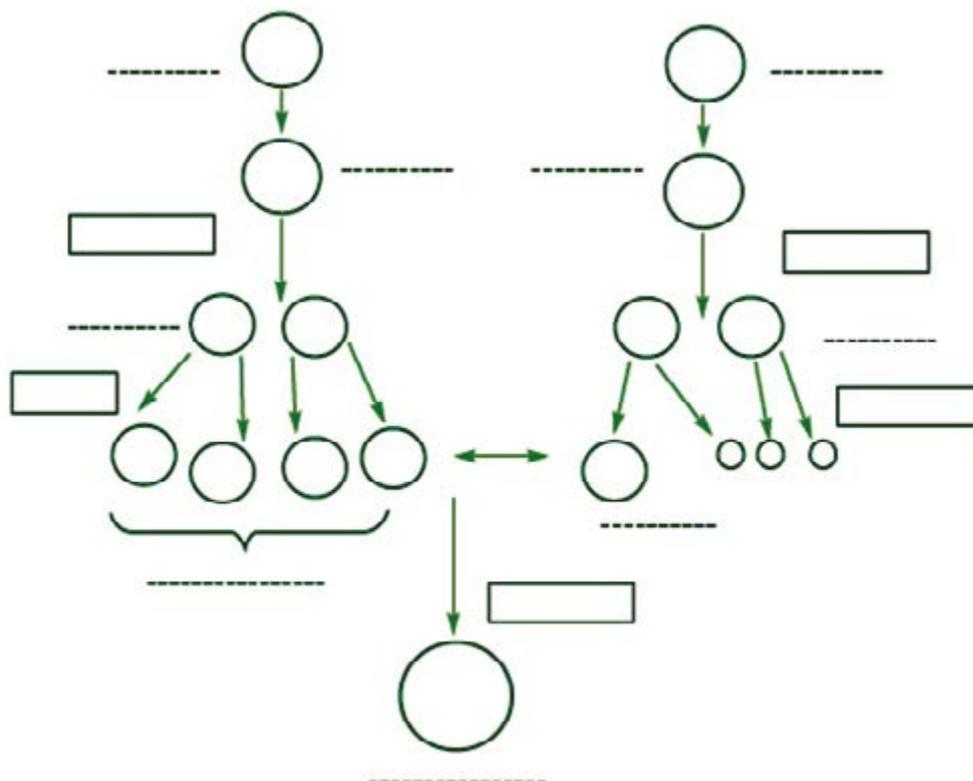
En el siguiente esquema se representa el proceso completo a través del cual se forma un individuo por reproducción sexual.

- a. Escriba en los recuadros del esquema los siguientes términos: **fecundación, meiosis II, meiosis I.**

- b. Escriba sobre las líneas punteadas los siguientes términos:

ovocito secundario - óvulo - cigota - ovocito primario- espermatozoides - oogonia  
 - espermatozocito secundario - espermatozocito primario.

Escriba junto a cada término (n) o (2n) según corresponda.



c. Si el proceso descrito correspondiera a un organismo con  $2n = 4$ . Esquematice cómo se verían los cromosomas en metafase I y en metafase II.

d. Analice si la siguiente frase es correcta o incorrecta. Justifique su respuesta.

*La meiosis hace posible la conservación del número de cromosomas de la especie.*



### Actividad 5

- ¿A qué se denomina autosoma?
- ¿Cómo se denominan los cromosomas sexuales en humanos?
- Los siguientes esquemas representan 2 óvulos y 2 espermatozoides.
  - Represente los cromosomas sexuales que podrían encontrarse en cada uno de ellos.



óvulos



espermatozoides

d. Los siguientes círculos representan una cigota.

- Represente dentro de cada uno cómo sería la combinación de cromosomas sexuales si se tratara de una cigota femenina o masculina.



e. Analice si la siguiente frase es correcta o incorrecta. Justifique su elección.

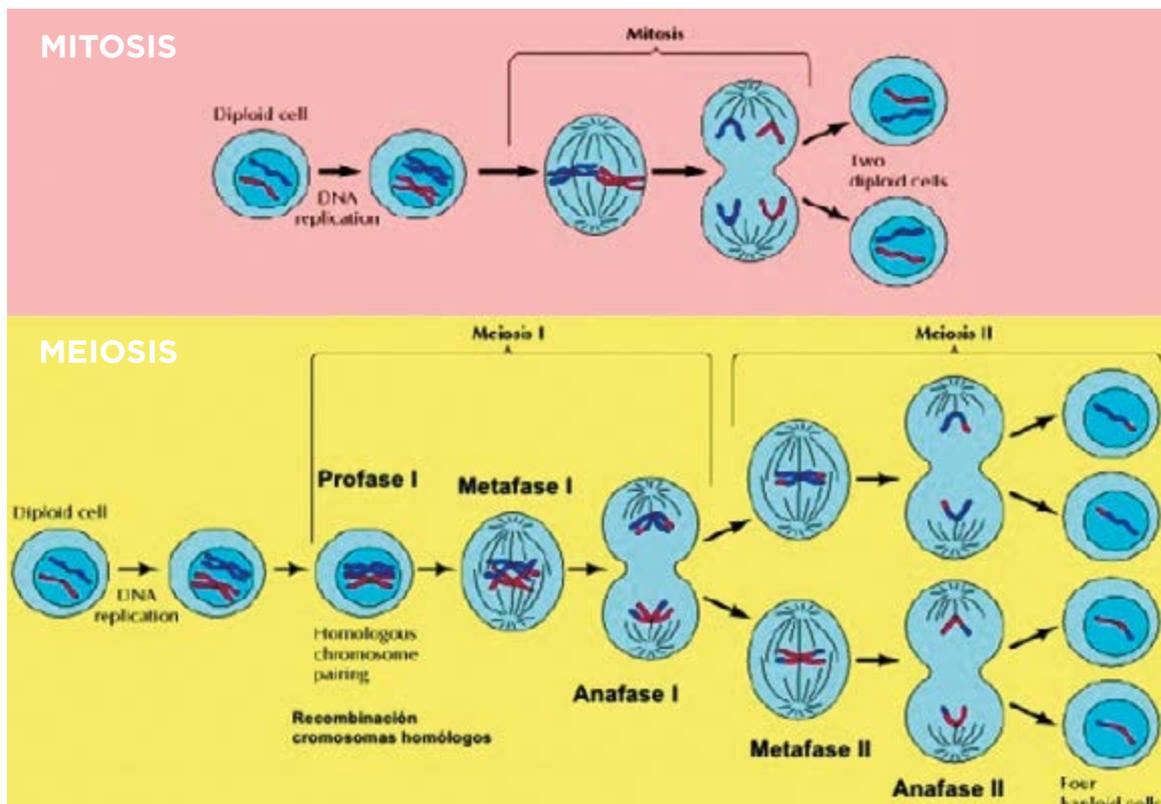
**Los cromosomas sexuales son los que se encuentran en las células sexuales.**

f. ¿Es posible que haya hermanos gemelos con sexos distintos? Justifique su respuesta

**Diferencias entre la mitosis y la meiosis:**

	MITOSIS	MEIOSIS
Tipo celular en las que ocurre	Células somáticas o corporales.	Células germinales que producirán gametas o células sexuales.
Cantidad de células producidas	Dos	Cuatro
Número de cromosomas de la célula madre	2n	2n
Número de cromosomas de las células hijas	2n	n
Tipos de células producidas	Somáticas (por ej. piel)	Gametas o células sexuales
Función	Crecimiento de individuos, regeneración de células, reproducción asexual.	Producción de células sexuales o gametas.
Características de las células formadas	Células genéticamente idénticas	Células genéticamente diferentes

**Comparación entre la mitosis y la meiosis.**



Fuente: <http://es.slideshare.net/braulioalejandro/fases-del-ciclo-celular>

### Para que no queden dudas

**Al comenzar la meiosis, en la fase denominada profase I, ocurre un evento fundamental: los cromosomas homólogos (uno del padre y uno de la madre) se aparean, y sus cromátides intercambian material genético. Este intercambio se denomina entrecruzamiento o *crossing-over*.**

- Durante la metafase I, los cromosomas homólogos se ubican apareados en la placa ecuatorial de la célula, de manera que uno de los homólogos mira hacia un polo y el otro mira hacia el otro. Esto permite que cuando se separen, cada célula hija reciba igual cantidad de cromosomas del mismo tipo, como lo muestra el siguiente esquema.

- La separación de los cromosomas homólogos en la anafase I no sigue una regla fija en relación con cuál es el miembro del par que migra hacia cada lado. Por ejemplo, en una célula cuyo  $2n = 6$ , pueden migrar todos los cromosomas maternos hacia un polo y todos los paternos para el otro; pero también pueden migrar 2 maternos y uno paterno hacia un polo y 2 paternos y 1 materno hacia el otro. En el esquema anterior se presentan todas las alternativas posibles:

- La reducción en el número de cromosomas ocurre en la primera división meiótica, cuando en la anafase I se separan los cromosomas homólogos, como quedó representado en el esquema.

- Al concluir la meiosis II, el resultado final es la formación de 4 células con un número  $n$  (la mitad del número diploide) de cromosomas.

### La determinación del sexo en los seres humanos

Para saber cómo se define el sexo durante la fecundación, analizaremos qué ocurre con los cromosomas sexuales durante la meiosis.

*En este punto le sugerimos que repase lo estudiado hasta ahora prestando especial atención para no confundir las células sexuales con los cromosomas sexuales. En particular, recuerde que los cromosomas sexuales se encuentran en todas las células de los organismos y no solo en las gametas.*

### Para que no queden dudas

- Las células sexuales o gametas (óvulos y espermatozoides) se forman en unos órganos llamados gónadas.

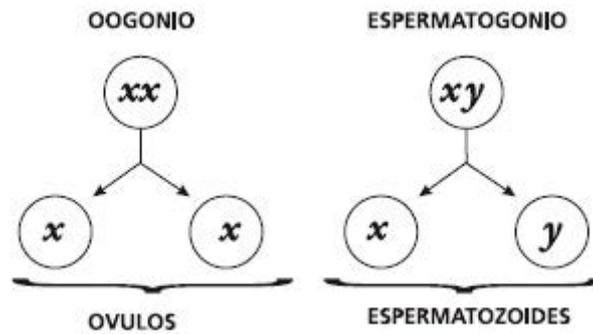
- Las células sexuales se forman a partir de la división meiótica de los oogonios y espermatogonios.

- Los oogonios y espermatogonios poseen un número diploide de cromosomas. En el caso de los seres humanos, ese número es 46 (22 pares de autosomas y 1 par de cromosomas sexuales).

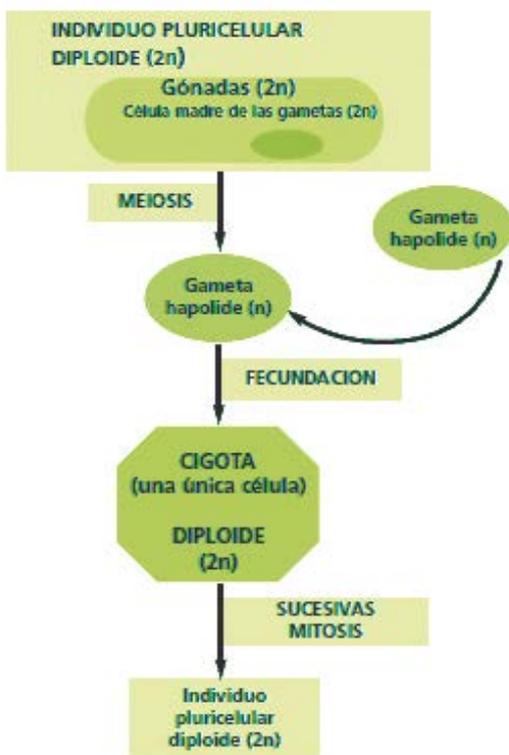
- El número de cromosomas de los óvulos y espermatozoides es haploide. En el caso humano, cada óvulo y cada espermatozoide posee 22 autosomas y un cromosoma sexual (x o y).

- Al unirse un óvulo con un espermatozoide, durante la fecundación, se forma una cigota en la cual se restituye el número diploide; es decir, 22 pares de autosomas y 1 par de cromosomas sexuales. Esto significa que todas las células del organismo que se formen a partir de la cigota por mitosis, poseerán los 22 pares de autosomas y el par de cromosomas sexuales.

En el siguiente esquema representamos sintéticamente el proceso por el cual se originan las gametas (gametogénesis), que usted ya ha estudiado. Para no complicar el dibujo solo representaremos los cromosomas sexuales, **pero no olvide que en los oogonios y los espermatogonios, al igual que en todas las células del cuerpo, hay 23 pares de cromosomas que se separan para dar lugar a las gametas haploides.**



Como puede verse, los óvulos siempre llevan un cromosoma x; en cambio, los espermatozoides pueden llevar un cromosoma x o uno y.



A lo largo de esta sección usted estudió los sucesos que ocurren en diferentes niveles de organización: la gametogénesis (nivel celular) en los organismos pluricelulares (nivel organismo), la fecundación (niveles celular y subcelular), la formación del cigoto (nuevamente en el nivel celular) y la formación de un nuevo organismo pluricelular por división mitótica de la cigota.

En el siguiente esquema le presentamos una síntesis de los aspectos más importantes relacionados con los procesos mencionados.

Al finalizar esta sección es probable que usted se esté formulando una pregunta inevitable:

Si todas las células de un individuo se forman por división mitótica a partir de una única célula, la cigota, ¿cómo es que nuestras células son tan diferentes entre sí?

Obviamente, si todas las células derivan por mitosis de la cigota, todas nuestras células deben tener la misma información. Sin embargo sabemos, por ejemplo, que las células nerviosas tienen una forma particular y cumplen funciones bien distintas a las de las células de la piel, cuya forma y función en nada se parecen a las neuronas. La respuesta a esta pregunta es:

**Si bien todas las células de un organismo poseen la misma información genética, esta información no está igualmente disponible en todas las células. En cada tipo celular (neuronas, glóbulos blancos, células epiteliales, células musculares, etc.) solo se expresa una parte de la información total y el resto está «reprimida».**

Los mecanismos por los cuales ciertas zonas del ADN se reprimen o desreprimen a lo largo del desarrollo de un organismo son muy complejos y escapan al nivel de este curso. Por otra parte, este es un tema que aún se está estudiando.

### 3.1.3. El ciclo de vida del ser humano desde la perspectiva biológica

#### Introducción

En los capítulos anteriores usted ha estudiado los mecanismos generales a través de los cuales los organismos generan descendencia y, junto con ello, cómo se transmite la información genética de una generación a otra. A través de ese análisis, hemos puesto de manifiesto aquellos aspectos que son universales, presentes en todos los seres vivos: la función de reproducción, la existencia de información genética, la forma en que esta se encuentra codificada y los mecanismos a través de los cuales se expresa. Pero también desarrollamos aquellos aspectos que muestran la diversidad en los seres vivos en cuanto a las formas de reproducción y a las características particulares de las distintas especies.

Dentro de esta diversidad, el estudio de la reproducción humana cobra particular interés, ya que su conocimiento constituye una importante herramienta para que podamos tomar decisiones de manera autónoma y fundamentada acerca de nuestro propio cuerpo y de las relaciones con los demás. Al tratar el tema de la reproducción no podemos desconocer que esta función biológica está muy modulada e influenciada, en el caso de los humanos, por aspectos culturales y afectivos. Así por ejemplo, la edad reproductiva biológicamente establecida por la maduración de los órganos involucrados, puede o no coincidir con la edad en que las distintas sociedades establecen y consideran aceptable que sus miembros tengan hijos. Del mismo modo, «lo femenino» y «lo masculino» son conceptos que cobran distintos significados dependiendo del medio sociocultural.

En este capítulo, centraremos nuestra atención en el estudio de la reproducción humana en los aspectos específicamente biológicos, tanto anatómicos como fisiológicos. Pero en el último punto, abordaremos también algunos de los modos en que, a partir de los desarrollos científicos, es posible intervenir sobre los procesos biológicos, en particular, sobre el ciclo reproductivo.

#### Guiarán nuestro trabajo preguntas tales como:

- Cuáles son las características principales del sistema reproductor humano.
- Cómo participan las hormonas en el proceso reproductivo.
- Cuáles son los sucesos que ocurren cuando la cigota se ha formado y comienza el desarrollo del embrión.
- Qué posibilidades existen actualmente, a partir del conocimiento biológico y la tecnología médica, para intervenir en el proceso reproductivo humano.

#### El sistema reproductor masculino y femenino

Usted ya ha estudiado en el capítulo anterior que la función del sistema reproductor –en los organismos que se reproducen sexualmente– es la de producir los óvulos y los espermatozoides que, al unirse mediante el proceso de fecundación, darán lugar a un nuevo individuo. En el caso de los organismos que poseen fecundación interna, también se desarrollan unas estructuras, llamadas órganos copuladores, que facilitan el encuentro entre ambas gametas.

## Sistema reproductor masculino

El sistema reproductor masculino está organizado para producir semen y transportarlo a la vagina, desde donde podrá dirigirse hacia el óvulo y entrar en contacto con él para fecundarlo.

Las estructuras más importantes del sistema reproductor masculino son los **testículos**, el **epidídimo**, los **conductos deferentes**, la **uretra**, las **vesículas seminales**, la **próstata**, las **glándulas bulbouretrales** y el **pene**.

■ **Los testículos** son las gónadas masculinas. En ellos se encuentran los túbulos seminíferos que forman los espermatozoides, y además se produce la hormona testosterona, encargada de determinar los caracteres sexuales del hombre. Los testículos se encuentran dentro de una bolsa de tejido que se denomina escroto.

La maduración de los espermatozoides producidos en los testículos ocurre en el **epidídimo**, dos conductos cuya longitud desenrollada es aproximadamente 7 metros. En este paso, los espermatozoides adquieren la movilidad que les permitirá alcanzar al óvulo en el aparato reproductor femenino.

■ El **epidídimo** se continúa en el **conducto deferente**. Su función es transportarlos espermatozoides desde el testículo hasta otro conducto denominado uretra.

■ Las **glándulas bulbouretrales** producen un líquido lubricante que ayuda al movimiento de los espermatozoides en la uretra y a la penetración del pene en la vagina.

■ La **uretra** es un conducto que transporta los espermatozoides por el interior del pene, para permitir su salida al exterior (eyaculación). A través de la uretra también se excreta la orina.

■ El **líquido seminal** se produce en las **vesículas seminales**. Se trata de un líquido viscoso donde flotan los espermatozoides. Es rico en azúcares, y provee una fuente de energía para el movimiento de los espermatozoides.

■ La **próstata** es una glándula que segrega el líquido prostático que también forma parte del semen. Este fluido alcalino permite la supervivencia de los espermatozoides en la vagina femenina que es un medio ácido.

■ El **pene** es el órgano copulador masculino. Está formado por un tejido esponjoso que al llenarse de sangre se separa del cuerpo en un proceso denominado erección. El pene erecto tiene la posibilidad reproductiva de introducir los espermatozoides del varón dentro del sistema reproductor femenino, función que se realiza durante el acto sexual o cópula.



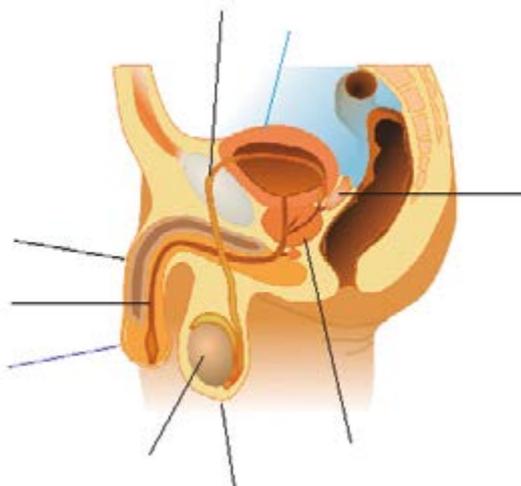
### Actividad 6

A continuación, le presentamos un conjunto de esquemas que representa al sistema reproductor masculino, en los que señalamos algunas de sus partes.

a. Complete las líneas punteadas con las palabras que aparecen debajo de cada uno de los esquemas.

**Esquema 1: Sistema reproductor masculino (y su relación con el sistema urinario)**

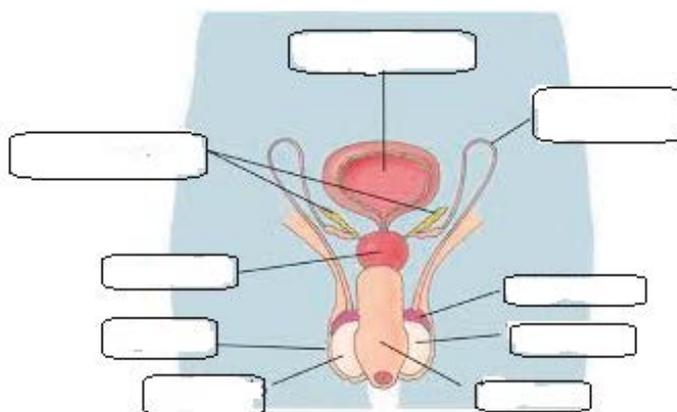
*Vista lateral*



vejiga urinaria - próstata - vesículas seminales - testículo  
canal o conducto deferente - escroto - pene - uretra

**Esquema 2: Sistema reproductor masculino (y su relación con el sistema urinario)**

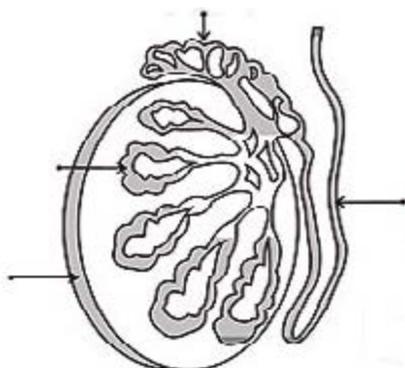
*Vista de frente*



vejiga urinaria - pene - conductos deferentes - vesículas seminales  
próstata - escroto - testículo (dos referencias) - epidídimo

**Esquema 3: Vista de un testículo**

*Corte longitudinal*



túbulos seminíferos - epidídimo - conducto deferente - escroto

## Sistema reproductor femenino

El sistema reproductor de la mujer está organizado para la producción de óvulos en los ovarios, y para alojar y nutrir en el útero al feto en crecimiento durante nueve meses, hasta el parto. Además, produce las hormonas femeninas.

El aparato reproductor de la mujer tiene los siguientes órganos: **ovarios, trompas de Falopio, útero, vagina y vulva**. Como dijimos, los ovarios son las gónadas, y dentro de ellos se encuentran **folículos** que contienen en su interior óvulos inmaduros (ovocitos). Son dos, y se ubican en la zona abdominal. Cada uno mide aproximadamente tres centímetros, y además produce dos hormonas sexuales, el **estrógeno** y la **progesterona**.

- Los **ovarios** se conectan al útero mediante dos conductos llamados **trompas de Falopio u oviductos**, que miden unos 10 cm de largo. Su función es llevar los óvulos hacia el útero, y en ellos se produce la fecundación.
- El **útero** tiene forma de pera, mide unos 8 cm y su función es alojar al feto en el caso de embarazo. Tiene una pared muscular y alta irrigación sanguínea en su tejido interno llamado endometrio. Mes a mes este tejido crece y se prepara para alojar un embrión. Si no hay fecundación, este tejido (endometrio) se desprende y sale a través de la vagina, durante la menstruación. En el extremo inferior, el útero se conecta a la vagina mediante el **cuello del útero o cérvix**, que es una abertura en forma de anillo.
- La **vagina** es un conducto elástico que conecta el útero con el exterior. Es el órgano receptivo del pene durante el acto sexual y el canal de salida del feto durante el parto.
- La **vulva** es el órgano sexual externo de la mujer. Está formado por los labios mayores, que son pliegues de piel que a partir de la pubertad se cubren con vello púbico y que protegen a los labios menores y al clítoris. El clítoris es un órgano sensible y con tejido eréctil. Su estimulación induce la producción de una sustancia mucosa que lubrica la vagina durante el acto sexual.



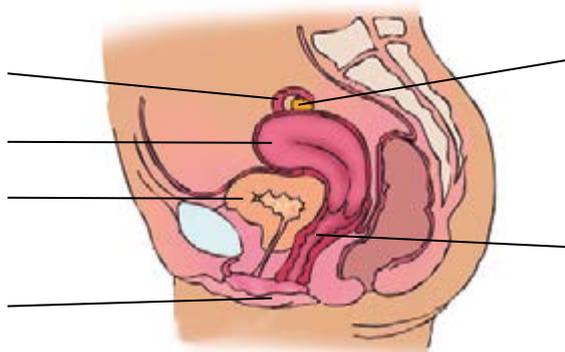
### Actividad 7

A continuación, le presentamos un conjunto de esquemas que representa el sistema reproductor femenino, en los que señalamos algunas de sus partes.

- a. Complete las líneas punteadas con las palabras que aparecen debajo de cada uno de los esquemas.

### Esquema 1: Sistema reproductor femenino (y su relación con el sistema urinario)

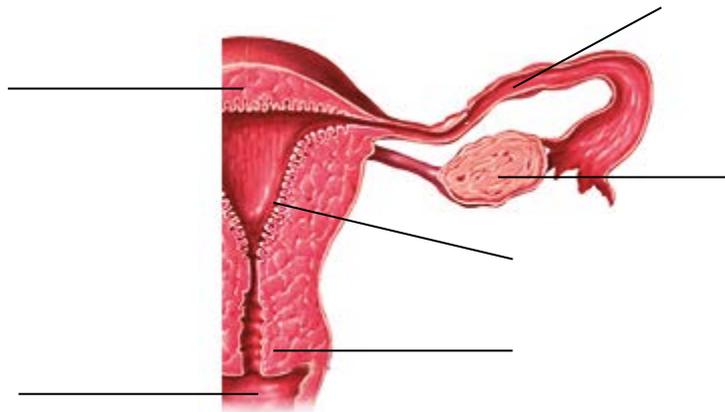
*Vista de perfil*



vejiga urinaria - ovario - trompas de Falopio - útero - vagina - vulva.

## Esquema 2: Sistema reproductor femenino

Vista de frente

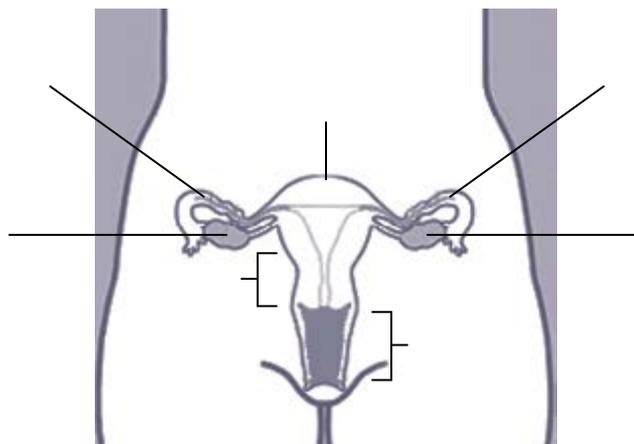


Fuente: <https://es.wikipedia.org/wiki/Metrorragia>.

vagina - útero - ovarios - trompas de Falopio - cuello del útero

## Esquema 3: Ovarios y trompas de Falopio

Vista de frente



ovario - trompa de Falopio - endometrio - cuello del útero o cérvix

b. ¿Cuáles de las partes mencionadas son los órganos copuladores femenino y masculino?



### Actividad 8

De acuerdo a lo leído sobre el sistema reproductor masculino responda las siguientes preguntas:

- Además de la fabricación de espermatozoides, ¿qué otra función tienen los testículos?, ¿cuál es la importancia de esta función?
- Describa esquemáticamente el camino que siguen los espermatozoides desde los tubos seminíferos, donde son producidos, hasta que llegan a la uretra, por donde son eyaculados.
- ¿Cómo está compuesto el semen o fluido seminal?, ¿qué función cumplen la próstata y las vesículas seminales?



**Actividad 9**

De acuerdo a lo leído sobre el sistema reproductor femenino responda las siguientes preguntas:

- a. Además de la fabricación de óvulos, ¿qué otra función tienen los ovarios?; ¿cuál es la importancia de esta función?
- b. Describa esquemáticamente el camino que siguen los óvulos desde el ovario, donde son producidos, hasta que llegan al útero.
- c. ¿En qué parte del recorrido de los óvulos tiene lugar la fecundación?
- d. ¿Cuál es la función del útero?

**Sexo, genes y hormonas**

Ya hemos visto que el sexo de un individuo está determinado genéticamente. También aprendió que la información genética se expresa en los individuos a través de la síntesis de proteínas, ya sea porque estas actúan directamente (como en el caso de algunos pigmentos o de algunas hormonas), o porque participan como enzimas en la síntesis de la mayor parte de las sustancias que forman el organismo. En las siguientes actividades le propondremos vincular los conceptos aprendidos con el tema de la determinación del sexo en los seres humanos.



**Actividad 10**

Lea el siguiente texto:

*Aproximadamente 38 días después de la fecundación comienzan a formarse las gónadas, y dentro de ellas, las células madre de las gametas. Hasta ese momento del desarrollo, las gónadas no se han diferenciado en testículos o en ovarios, es decir, aún no se distingue entre varón o mujer. Es en esta etapa en la que se va a manifestar la información genética contenida en los cromosomas sexuales. Si en las células embrionarias está presente el cromosoma Y, este cromosoma dirige la síntesis de una sustancia que actúa sobre las células de las gónadas, y hace que estas se desarrollen en los testículos. Los testículos secretarán hormonas masculinas o andrógenos, que coordinarán el desarrollo de los genitales masculinos externos. Si en las células embrionarias no está presente el cromosoma Y (es decir si el par 23 es XX) dicha sustancia no se sintetizará, y el desarrollo será femenino.*

- a. Complete el siguiente cuadro que compara el proceso de formación de las gametas femenina y masculina.

	Cromosomas XX	Cromosomas XY
Nombre de la célula germinal		
Nombre de la gameta		
Etapas del desarrollo en que las células germinales comienzan a dividirse por meiosis		

## 3.2. Regulación hormonal de la reproducción

### 3.2.1. La regulación neuroendocrina de la reproducción

Los órganos sexuales resultantes de la combinación de la información genética de un individuo son llamados características sexuales primarias y se evidencian desde la etapa embrionaria. Los cambios que se inician en la pubertad determinan las características sexuales secundarias. En el hombre algunas de estas características son el cambio en la voz, el aumento en la masa muscular, el crecimiento de la barba y el pelo en las axilas, el pecho y el abdomen, y el crecimiento del pene. En la mujer, los cambios implican el crecimiento de las mamas, el ensanchamiento de la cadera, el crecimiento de vello púbico y pelo en las axilas y el comienzo de la menstruación. A partir de la primera menstruación comienza el período fértil en la vida de la mujer, que finaliza con la menopausia.

Las hormonas son mensajeros químicos que viajan por la sangre a distintas partes del cuerpo para llevar a cabo sus funciones. En el caso del sistema reproductor hay varias glándulas y estructuras con funciones glandulares que fabrican hormonas para regular la actividad del mismo.

El **hipotálamo** (que forma parte del sistema nervioso) y la **hipófisis**<sup>9</sup> intervienen activamente en la regulación hormonal sexual mediante la elaboración de hormonas, tanto en varones como mujeres.

El hipotálamo secreta una hormona factor liberador de la gonadotropina que llega a la glándula hipófisis, para que ella a su vez fabrique dos hormonas: la hormona **foliculoestimulante**<sup>10</sup> (**HFE**) y la hormona **luteinizante**<sup>11</sup> (**HL**).

#### Regulación hormonal masculina

Algunas neuronas del hipotálamo elaboran el factor liberador de gonadotropina, circula por vía sanguínea hacia la glándula hipófisis. La llegada de esta hormona estimula la formación de las hormonas hipofisarias (HFE y HL) que viajan por la sangre y llegan a los testículos. La HL (hormona luteinizante) induce a los testículos a secretar su propia hormona, la testosterona. La HFE (hormona foliculo estimulante) conjuntamente con la testosterona, determinan la producción de espermatozoides. La testosterona también influye sobre las características sexuales secundarias, detalladas anteriormente. Los testículos producen otra hormona denominada inhibina que junto con la **testosterona** detienen la acción de la hipófisis y el hipotálamo. Ambos dejan de elaborar hormonas mientras se mantiene elevado el nivel de concentración de testosterona.

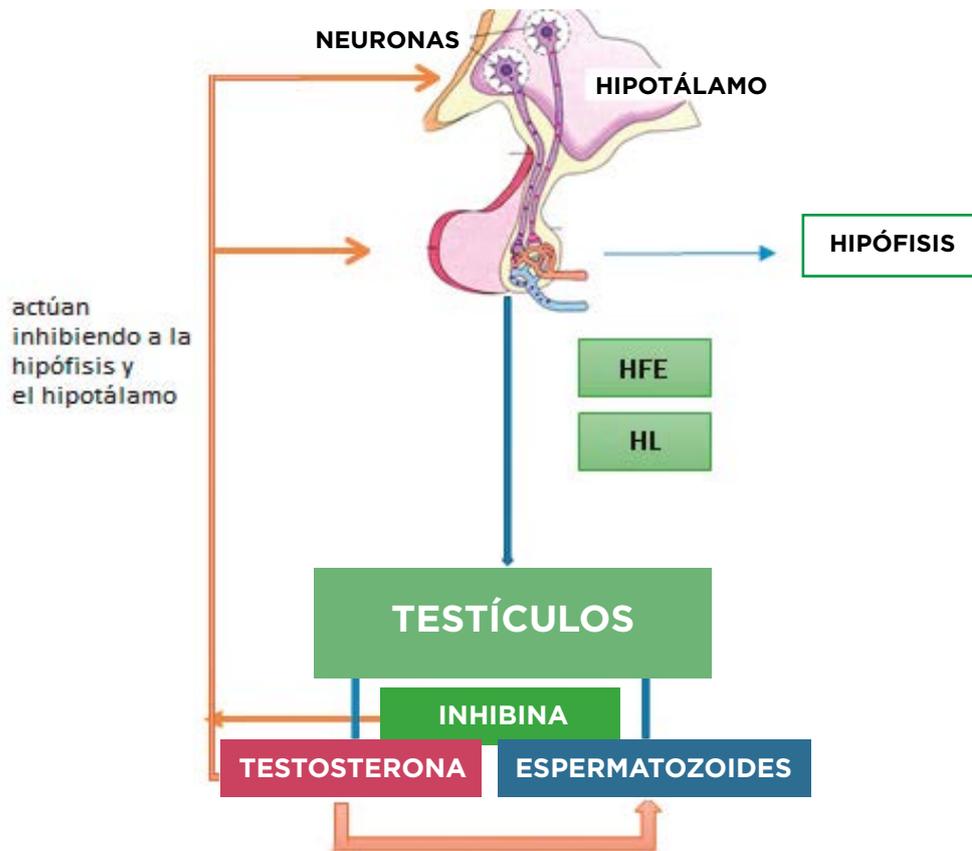
---

<sup>9</sup> La hipófisis es una glándula que se ubica en la base del cerebro y elabora diversas hormonas que actúan en distintos órganos y glándulas.

<sup>10</sup> En algunos libros la encontrará como FSH (foliculo stimulant hormone), ya que responde a su nombre en inglés.

<sup>11</sup> En algunos libros la encontrará como LH (luteinizan hormone), ya que responde a su nombre en inglés.

El siguiente esquema representa la regulación hormonal masculina

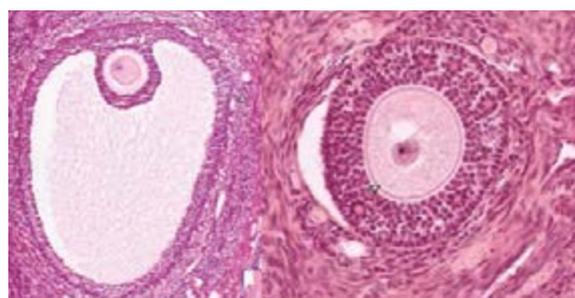


### Regulación hormonal femenina

Del mismo modo que en los varones, el hipotálamo y la hipófisis también intervienen en la regulación hormonal sexual. El hipotálamo, a través de sus neuronas, produce el factor liberador de gonadotropina que al llegar a la glándula hipófisis induce la elaboración de la HFE (hormona folículo estimulante) la cual viaja por la sangre hasta los ovarios y estimula la maduración de un folículo donde se desarrolla el ovocito. La otra hormona hipofisaria HL (hormona luteinizante) induce la liberación del ovocito (**la ovulación**). Las células que formaban parte del folículo, forman ahora el **cuerpo lúteo**.

En el ovario se encuentran miles de folículos cada uno de ellos contiene un ovocito rodeado de un grupo de células. Van madurando a lo largo del ciclo femenino hasta liberar el ovocito (ovulación).

En las fotografías se observan dos momentos en la maduración de los folículos ováricos.

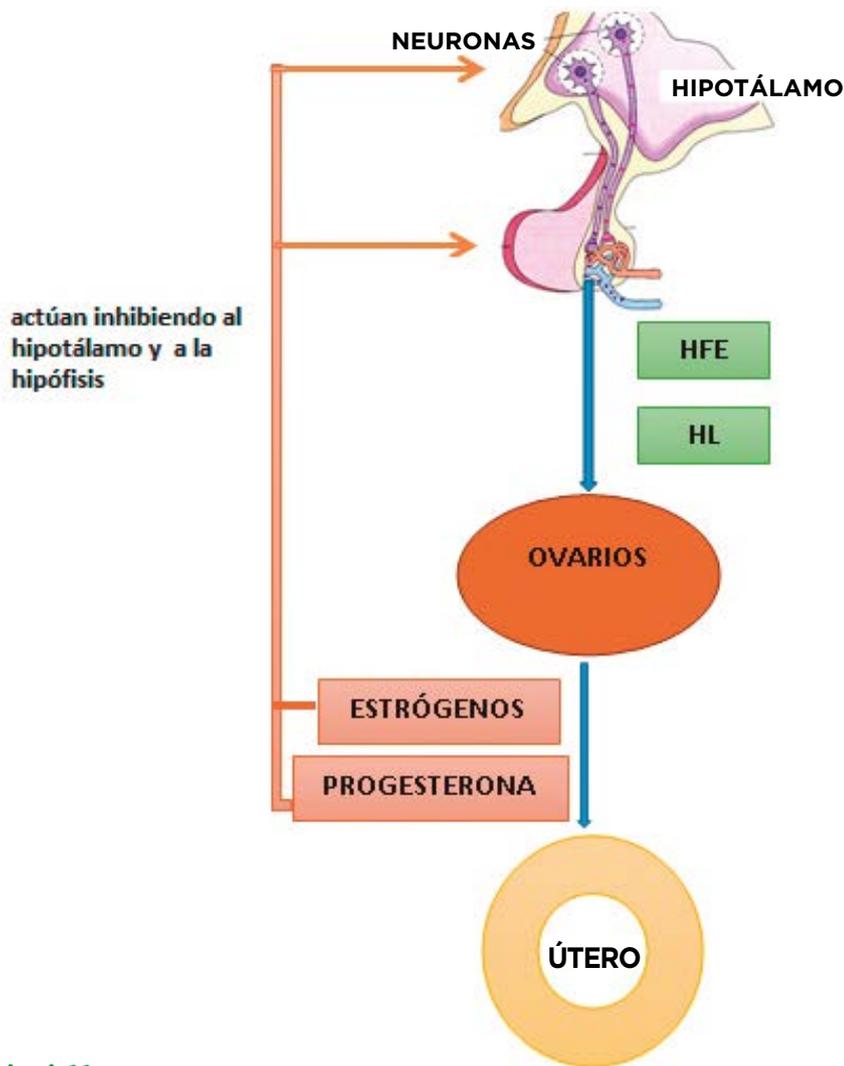


Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=oTq6eHFYdcQ>

Las hormonas secretadas por la hipófisis también estimulan a los ovarios a producir las hormonas ováricas: el estrógeno secretado por el folículo y la progesterona secretada por el **cuerpo lúteo**. El estrógeno y la progesterona actúan sobre el endometrio del útero, preparándolo para la posible implantación del embrión (en caso de haber fecundación). Dicha preparación consiste en aumentar el grosor y la irrigación sanguínea del endometrio, a través del cual se nutrirá el embrión.

Asimismo el estrógeno y la progesterona influyen en las características sexuales secundarias femeninas.

### El siguiente esquema representa la regulación hormonal femenina



#### Actividad 11

Con la información acerca de las hormonas que intervienen en la reproducción responda las siguientes preguntas:

- ¿En qué órgano se producen los factores liberadores de gonadotropinas o gonadotropinas? ¿Sobre qué órgano actúan?
- ¿En qué glándula se producen la HL (hormona luteinizante) y la HFE (hormona foliculoestimulante)? ¿Cuáles son sus órganos blanco<sup>12</sup>?
- ¿En qué momento del desarrollo comienzan a secretarse estas hormonas?
- ¿En qué momento del desarrollo (comenzando desde la formación del embrión) se manifiestan las características sexuales primarias?, ¿y las secundarias?

<sup>12</sup> Los órganos blanco o células blanco son aquellos a los cuales dirigen su acción las hormonas.

### 3.2.2. Ciclo menstrual. Desarrollo puberal. Embarazo y parto

#### Ciclo menstrual y ciclo ovulatorio

A continuación analizaremos en detalle la ovulación y la menstruación. Veremos que es un proceso que ocurre de manera cíclica en las mujeres e involucra la combinación de distintas hormonas.

Si bien el estudio del sistema reproductor que usted ha realizado hasta el momento le servirá para lograr una adecuada comprensión del presente tema, presentamos otros conceptos que deberá tener en cuenta:

- Las gónadas, tanto masculinas como femeninas, se desarrollan muy tempranamente en el embrión.
- La maduración de las células sexuales ocurre durante la pubertad, bajo la acción conjunta de las hormonas hipofisarias y las hormonas producidas por las gónadas.
- Las espermatogonias (células germinales masculinas) comienzan su proceso de división meiótica recién cuando el individuo llega a la pubertad. A partir de ese momento, esta producción se renueva continuamente durante toda la vida.
- Las oogonias (células germinales femeninas) comienzan la división meiótica muy tempranamente en el embrión, dando lugar a oocitos u ovocitos primarios que permanecen en el estadio de profase I hasta la pubertad. A partir de ese momento, una vez cada mes, un oocito primario completa su división liberando un óvulo. A este proceso se lo denomina ciclo ovulatorio.

La mujer inicia sus ciclos sexuales en la pubertad, esto ocurre entre los 11 y los 16 años de edad y la primera menstruación se la llama menarca. A partir de ese momento, todos los meses, el cuerpo de la mujer se prepara para un embarazo. Si el embarazo no ocurre, el endometrio que se ha desarrollado se elimina durante la menstruación, luego de la cual el ciclo comienza nuevamente.

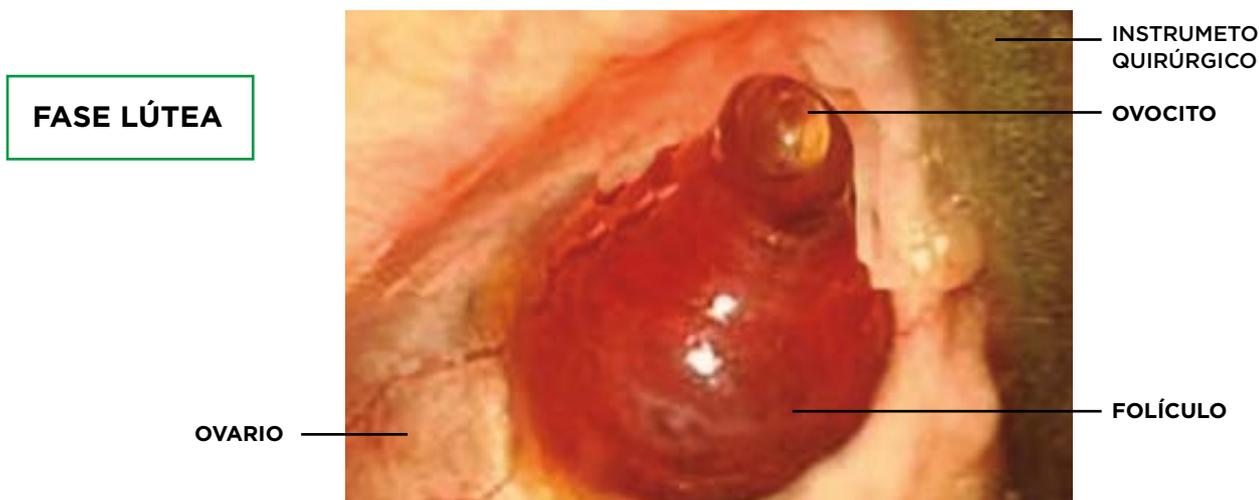
El ciclo menstrual dura en promedio 28 días, pero en algunas mujeres puede ser más corto o más largo (de 23 a 35 días aproximadamente). También puede variar un poco entre los distintos meses, debido a cambios normales que ocurren en el cuerpo a lo largo de la vida.

Se toma como día uno del ciclo a aquel en el que comienza la menstruación. El ciclo termina el día anterior al inicio de la siguiente menstruación. Además, el ciclo tiene dos fases, la primera ocurre hasta el día de la ovulación y se llama fase folicular. La segunda ocurre desde la ovulación hasta la menstruación, y se llama fase lútea. Para que el ciclo ocurra es necesario que se liberen distintas hormonas que tienen funciones definidas.

#### Fase folicular

Comienza el primer día de la menstruación. Los ovarios liberan estrógenos, cuya función es la de engrosar el endometrio. Este tejido recubre al útero internamente y permite que se implante el óvulo fecundado. Además, la hipófisis libera la hormona folículo estimulante (HFE), que favorece la maduración de los folículos que contienen en su interior a los óvulos (ovocitos). Cuando la concentración de estrógeno es alta, la hipófisis libera otra hormona, la hormona luteinizante (HL). Cuando la concentración de HL es alta se produce la ovulación, y empieza la siguiente fase. La ovulación es la salida del óvulo del ovario, hacia la trompa de Falopio.

**Fotografía del momento de ovulación de una mujer.  
Esta foto fue tomada por el médico belga Jacques Donnez**



Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=X7sxNoj0ZPg>

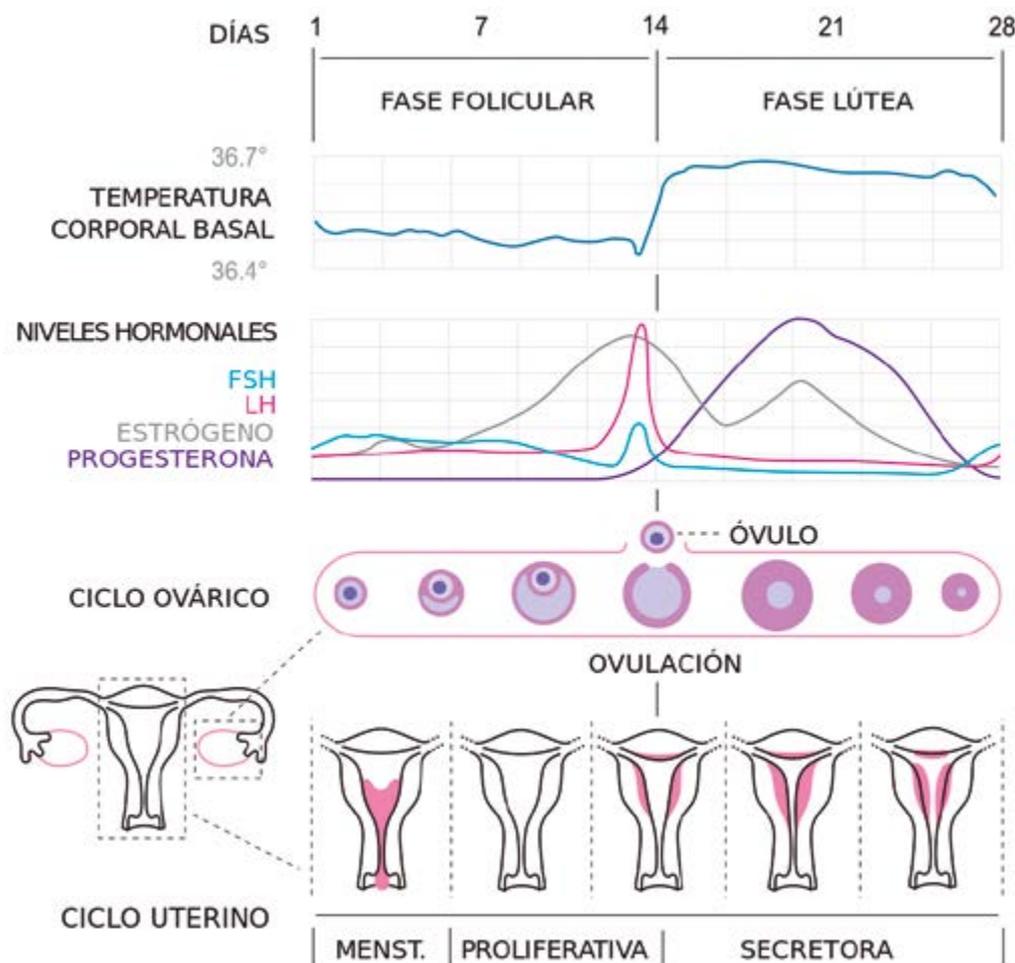
A partir de la ovulación, el folículo se transforma en cuerpo lúteo. Este cuerpo lúteo es una estructura que se forma cuando un folículo madura y libera su ovocito, las células que lo formaban lo transforman en un órgano que secreta hormonas, como la progesterona que engrosa el endometrio y prepara al cuerpo para un embarazo.

La alta concentración de estrógenos y progesterona actúa sobre el hipotálamo y la hipófisis inhibiendo la secreción de HFE y HL lo que trae aparejado que no se produzcan las hormonas ováricas. La inhibición de la secreción de hormonas es transitoria ya que la misma se reanuda cuando el nivel de hormonas ováricas disminuye.

Si no ocurre el embarazo, el cuerpo lúteo se desintegra y deja de producir hormonas. Como desciende la concentración de progesterona y de estrógeno en el cuerpo, ya no se estimula el engrosamiento del endometrio. A continuación, el endometrio se desprende y se elimina durante la menstruación. Por lo tanto, la menstruación es la pérdida de un tejido, no solo de sangre. Se observa sangre porque el endometrio está muy irrigado, de manera que poca cantidad de sangre tiñe el resto del tejido. De hecho a lo largo de toda la menstruación, que dura unos cinco días, se pierden tan solo 50-100 ml de sangre.

Por el contrario, si ocurre la fecundación el óvulo que se fecundó en la trompa de Falopio se implanta en el endometrio. A partir de este momento la segregación de hormonas cambia para permitir el desarrollo del embrión.

Debido al ciclo menstrual, existen algunos días en los cuales es más probable que se produzca el embarazo. Como la fecundación ocurre en la trompa de Falopio, el momento de la ovulación es el de mayor fertilidad. Sin embargo, los espermatozoides pueden vivir hasta cuatro días dentro del cuerpo de la mujer, por lo cual los días más fértiles se extienden entre los tres días anteriores y los tres posteriores a la ovulación. Debido a los cambios hormonales naturales, es difícil predecir la fecha exacta de la ovulación, aunque ocurre aproximadamente a la mitad del ciclo.



Fuente: [https://es.m.wikipedia.org/wiki/Ciclo\\_sexual\\_femenino#](https://es.m.wikipedia.org/wiki/Ciclo_sexual_femenino#)

En la figura anterior se muestra el ciclo sexual femenino, en la parte superior se indica la temperatura basal<sup>13</sup> de la mujer durante el mismo. Luego se observan las curvas que indican la concentración de cada hormona a través del tiempo. Por debajo de este gráfico se señalan los cambios que se producen en el folículo ovárico y por último las distintas etapas por las que atraviesa el endometrio del útero.

El final de la vida reproductiva de la mujer, cuando deja de tener sus ciclos mensuales se denomina menopausia. Es una etapa que se produce, en promedio, a partir de los 45 años de edad. Durante ese período se dejan de secretar estrógenos y progesterona.



### Actividad 12

- ¿Por qué se produce la menstruación en las mujeres?
- ¿Qué relación hay entre la ovulación y la menstruación?
- ¿Qué relación hay entre la fecundación y la menstruación?
- ¿Por qué durante el embarazo no se produce la menstruación?
- ¿Qué es la menarca?
- ¿Qué es la menopausia?

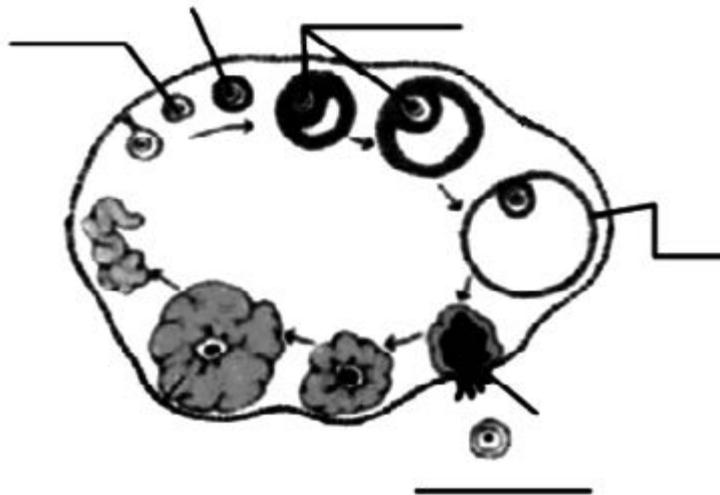
<sup>13</sup> Temperatura basal es la temperatura más baja que alcanza el cuerpo en reposo.  
Ministerio de Educación del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires



### Actividad 13

Busque en la Bibliografía información sobre la maduración del óvulo o ciclo ovulatorio.  
a. Complete el siguiente esquema<sup>14</sup> con los nombres que se presentan en la lista:

#### Ovario. Ciclo ovulatorio



folículo inmaduro – folículo en maduración – oocito primario – oocito secundario – ovulación – óvulo – cuerpo lúteo (o cuerpo amarillo)

- b. ¿Qué hormonas estimulan la maduración del folículo?
- c. ¿Qué hormona es producida por el folículo durante su maduración?
- d. ¿Qué hormona es producida por el cuerpo lúteo?

Junto con la ovulación, el organismo femenino se prepara para la gestación. Es decir que, luego de la fecundación del óvulo, la cigota se implanta en el útero donde ocurrirá su desarrollo hasta el nacimiento.

El proceso de ovulación y los cambios hormonales que lo acompañan están estrechamente relacionados con los cambios que ocurren en el útero.



### Actividad 14

Como hemos visto, la ovulación es un proceso cíclico que ocurre aproximadamente cada 28 días. Por medio de esta actividad usted estudiará la relación entre los principales sucesos de la ovulación y la preparación del organismo materno para la gestación.

- a. ¿Qué es el endometrio?
- b. ¿Cuál es la acción de las hormonas ováricas sobre el endometrio?
- c. ¿Qué sucede con el cuerpo lúteo si no se produce el embarazo? ¿Qué consecuencias trae este hecho sobre la producción de hormonas y sobre el endometrio?
- d. ¿Qué relación existe entre la producción de hormonas y la menstruación?

<sup>14</sup> Aljanati y otros; *op. cit.*



### Actividad 15

La ovulación es un proceso cíclico y por lo tanto cualquier día puede ser tomado como el inicio del ciclo, ya que al cabo de todo el proceso se llegará nuevamente a dicho momento. Sin embargo, por convención se ha establecido el inicio del ciclo ovulatorio en el comienzo de la menstruación. De esta forma, el día en que empieza la menstruación se toma como día uno de todo el ciclo y se empieza a contar el resto de los días a partir de ese momento.

- ¿Cuáles son los días del ciclo menstrual en los que es más probable que ocurra la fecundación? **Justifique su respuesta.**
- ¿Cuáles son los días del ciclo menstrual en los que es menos probable que ocurra la fecundación? **Justifique su respuesta.**

### Concepción, embarazo y parto. Desarrollo del embrión

Luego de la ovulación puede producirse fecundación si hay espermatozoides presentes. Este proceso ocurre en la primera mitad de las trompas de Falopio penetrando el núcleo de un solo espermatozoide por la membrana del óvulo, de esta forma se unen los 23 cromosomas paternos con los maternos y se restablecen los 46 cromosomas de la especie. A partir del ingreso del núcleo masculino la membrana que recubre el óvulo se torna impermeable para el resto de los espermatozoides.

Luego de la fecundación -encuentro entre el óvulo y el espermatozoide- se forma la cigota que es la primera célula de la persona en formación, comienza el proceso de desarrollo del embrión.

Recuerde que la cigota es una célula cuyo citoplasma y organelas citoplasmáticas provienen del óvulo materno y cuyo núcleo está formado por la fusión entre el núcleo del óvulo y el del espermatozoide. Así, se restablece el número diploide de cromosomas, que en el caso de los humanos es 46.

La fecundación se produce en la trompa de Falopio. A continuación, el óvulo fecundado desciende hasta el útero, y, dentro de los 7 a 9 días de producida la fecundación, se implanta en el endometrio. Durante este desplazamiento comienzan las divisiones celulares (mitosis) y el embrión empieza a formarse, sus células se nutren de las sustancias de reserva que se encontraban en el óvulo. Es necesario no solo que aumente la cantidad de células, sino también que se diferencien para cumplir distintas funciones (por ejemplo, tejido muscular, óseo, neuronas, etc.).



**Video sugerido:** [https://www.youtube.com/watch?v=I5we9a\\_jeEw](https://www.youtube.com/watch?v=I5we9a_jeEw)

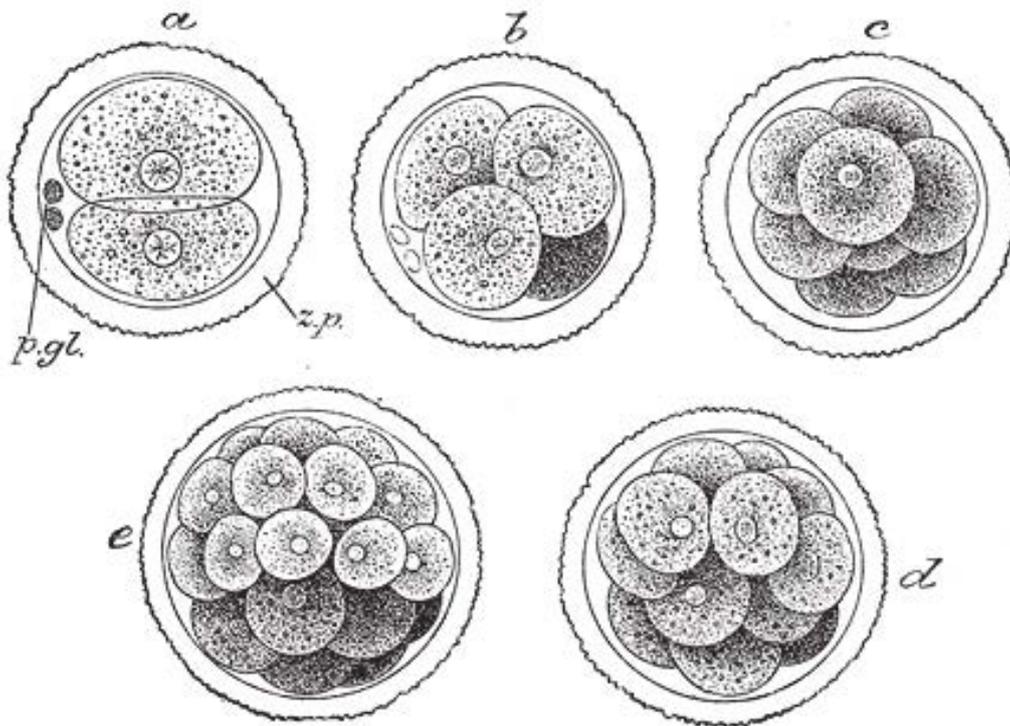


## Actividad 16

A partir de lo explicado anteriormente, responda las siguientes preguntas:

- ¿Cuánto tiempo transcurre desde que se forma la cigota hasta que se implanta en el endometrio?
- ¿Qué le sucede a la cigota durante ese tiempo?
- ¿Cuál es su fuente de energía?

Al cabo de una semana aproximadamente, la cigota ya ha sufrido unas cuantas divisiones y como resultado se ha formado un conjunto de aproximadamente 120 células.



Multiplicación celular en un embrión

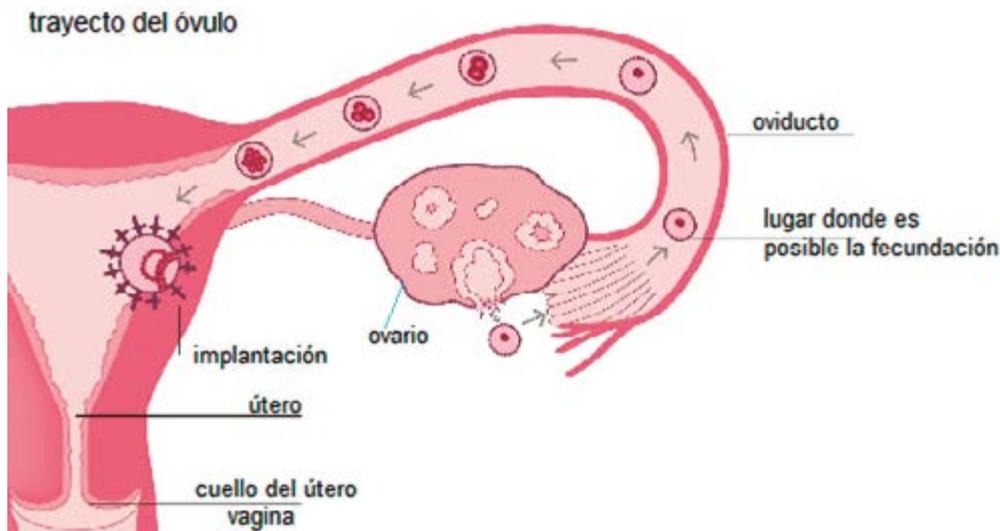
Fuente: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/c4/Gray9.png>

Algunas células de este conjunto comenzarán a diferenciarse dando lugar, por un lado, al embrión propiamente dicho y por otro lado, a una serie de membranas que lo protegerán y nutrirán.

Las reservas alimenticias que proveía el óvulo desde que se forma la cigota hasta que se implanta en el endometrio se están agotando y, a partir de ese momento, el embrión se nutrirá a través de la placenta.

Para que le quede más claro, observe los siguientes esquemas, en los cuales se muestran las etapas iniciales de la implantación del embrión en las paredes del útero materno, antes de que se forme la placenta.

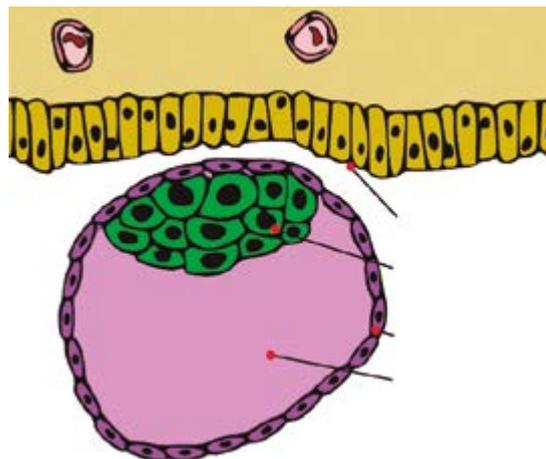
## IMPLANTACIÓN DEL EMBRIÓN



Fuente: <http://www.educa.ar/sitios/educar/recursos/ver?id=14311>

El embrión «flota» en un líquido llamado **líquido amniótico**. Este líquido permite el libre movimiento del embrión, lo protege de los movimientos o golpes y permite el buen desarrollo de los huesos y los órganos. La bolsa que contiene el líquido amniótico y al embrión se llama **saco amniótico**. Esta bolsa está formada por dos capas, un tejido interno llamado **amnios**, y uno externo llamado **corion**.

La **placenta** es un tejido que permite el intercambio de oxígeno y nutrientes entre la madre y el embrión. También la eliminación de desechos como el dióxido de carbono y la urea. Además, secreta hormonas específicas que permiten que el embarazo llegue a término, lo protege de golpes, cambios de temperatura e infecciones.



Fuente: <https://en.wikipedia.org/wiki/Blastocyst>

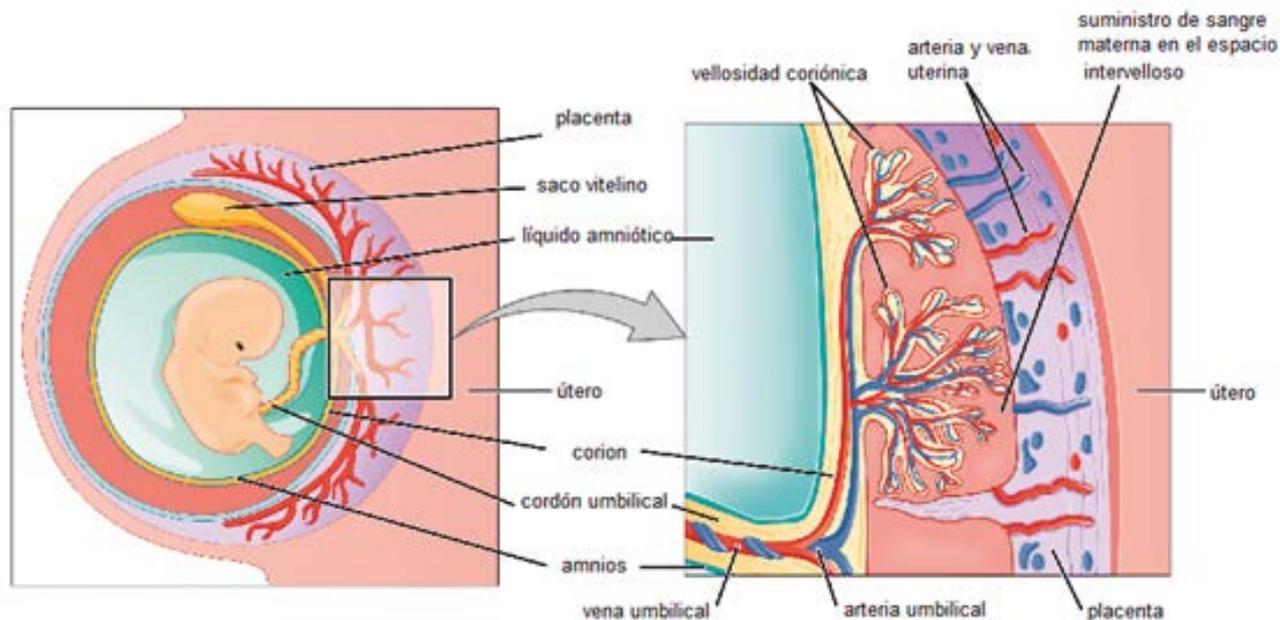
El **cordón umbilical** une el abdomen del embrión con la placenta materna. Mide unos 50 cm de largo, y unos 2 cm de espesor. A través suyo recircula la sangre de la madre hacia el feto, transportando oxígeno y sustancias nutritivas y del feto a la madre llevando productos de desecho fetales. Su corte al cabo del nacimiento deja una pequeña cicatriz, el ombligo. Dado que todas las sustancias presentes en la sangre materna llegan al feto, es de suma importancia no consumir tabaco, drogas o alcohol durante el embarazo, ya que estas sustancias causan defectos de desarrollo y ponen en peligro la vida del feto.

Ministerio de Educación del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires

16-07-2025

La hormona **gonadotrofina coriónica** (HCG) es producida por el embrión, por lo cual solo está presente durante el embarazo. Dada su especificidad, su presencia es medida en los tests de embarazo de venta libre. Su concentración es máxima durante el primer trimestre del embarazo, y puede tener influencia en la aparición de náuseas en ese período. Los estrógenos y la progesterona también están presentes durante el embarazo, y comienzan a ser secretados por la placenta además de los ovarios.

La figura representa la placenta, el amnios, líquido amniótico, cordón umbilical, vellosidades coriónicas y la relación entre la sangre fetal y la materna.



Fuente: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:2910\\_The\\_Placenta-02.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:2910_The_Placenta-02.jpg)



### Actividad 17

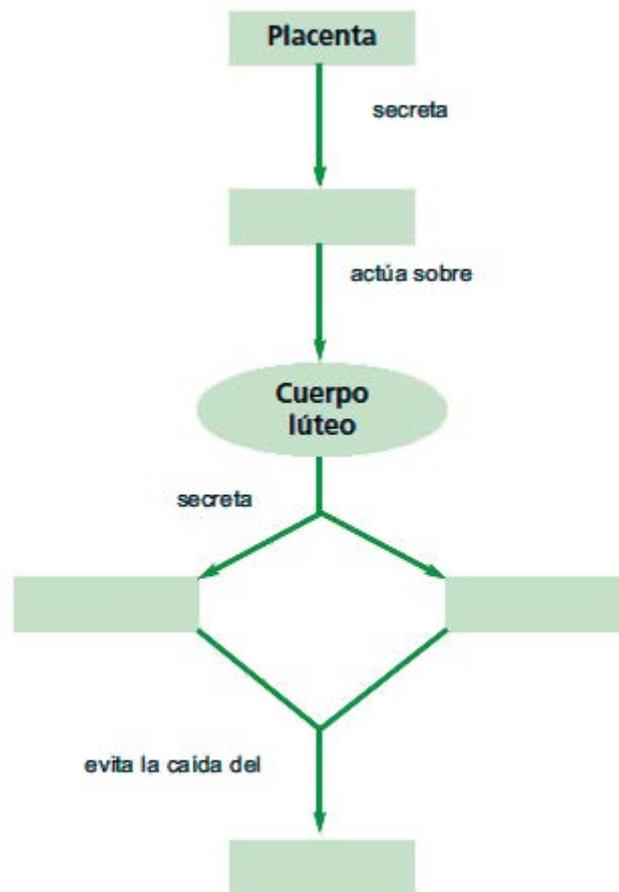
Teniendo en cuenta lo estudiado responda las siguientes preguntas:

- ¿Qué es el amnios y qué función cumple?
- ¿Qué es el corion y qué función cumple?
- ¿Cuál es la función de la placenta?, ¿cómo se forma?
- ¿Cuál es la función del cordón umbilical?, ¿cómo está constituido?



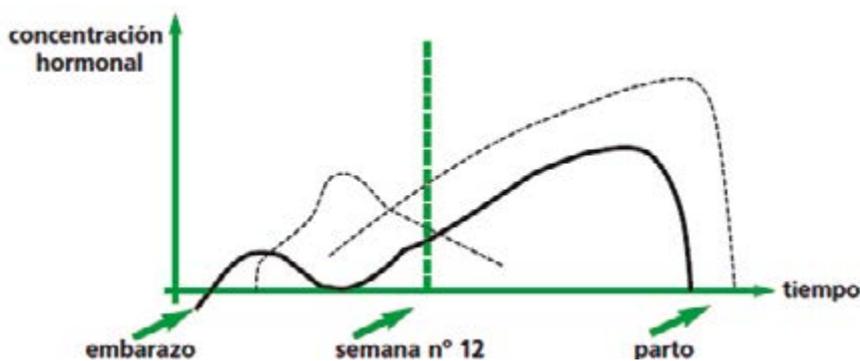
### Actividad 18

- Complete los cuadros vacíos con los términos que se encuentran más abajo:



estrógenos - endometrio - gonadotrofina coriónica - progesterona

El siguiente gráfico muestra la variación en las concentraciones de distintas hormonas sexuales durante el embarazo. Las líneas punteadas representan a la progesterona; mientras que la llena, a los estrógenos.



b. A partir del análisis del gráfico anterior, complete el cuadro colocando una X en las hormonas que se segregan antes y después de la semana N° 12.

	Estrógeno de origen ovárico	Estrógeno de origen placentario	Progesterona de origen ovárico	Progesterona de origen placentario
Antes de la semana N° 12				
Después de la semana N° 12				

c. ¿Qué datos le permitieron decidir cuáles hormonas son de origen ovárico y cuáles de origen placentario? Para responder tenga en cuenta el análisis del gráfico, la acción hormonal y el desarrollo embrionario.

d. ¿Por qué durante el embarazo se interrumpen las menstruaciones?

### El desarrollo del embrión

Durante los 9 meses que dura el embarazo, el embrión se va desarrollando. El desarrollo implica varios procesos entre los cuales podemos destacar los siguientes:

**a) División celular:** da como resultado el crecimiento.

**b) Diferenciación celular:** se inicia a los pocos días de formada la cigota, cuando comienzan a diferenciarse grupos de células que van a cumplir funciones diferentes. Está relacionada con la especialización celular. Este proceso continúa con la formación de los tejidos y de los órganos.

**c) Morfogénesis:** es una consecuencia de la diferenciación y especialización celular y consiste en la adquisición de la forma humana, es decir del plan general característico del cuerpo humano.

**El embarazo puede dividirse en tres trimestres. Cada uno de ellos se caracteriza por los eventos que ocurren en el desarrollo del embrión y el feto.**

### Primer trimestre



En esta etapa se forma la estructura del cuerpo. Empezando con solo una célula, que se va dividiendo por mitosis formando un conjunto de células, que toman forma de una esfera, llamada mórula, y luego se desarrolla el embrión. Durante el primer mes del desarrollo del embrión, se forma la columna vertebral, el cerebro y la médula espinal. En la cuarta semana, se forma el corazón, que empieza a latir. Además, se observa el hígado y los ojos.

Durante el segundo mes, empiezan a formarse los brazos y las piernas, y los rasgos faciales. También, empiezan a formarse las gónadas.

Durante el tercer mes el embrión comienza a tener un completo aspecto humano, y a partir de este momento le llamamos feto. Queda definido el sexo del feto, que mide entre 9 y 10 cm.

Fuente: [http://www.educar.com/sitios/educar/recursos/listar?etiqueta\\_id=92175&referente=docentes](http://www.educar.com/sitios/educar/recursos/listar?etiqueta_id=92175&referente=docentes)

### Segundo trimestre



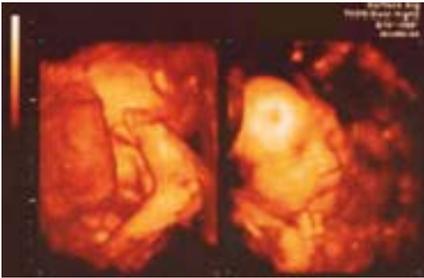
Durante el cuarto mes, el feto mide de 16 a 21 cm y pesa cerca de 250 g. Tiene pelo y lanugo, y ya funcionan el hígado, el estómago y los riñones.

En el quinto mes la madre empieza a sentir los movimientos del feto. Ha crecido a unos 500 g y se escuchan los latidos del corazón. Tiene cejas, pestañas y se chupa el dedo, y duerme de 18 a 20 horas por día.

Durante el sexto mes el feto desarrolla su musculatura y se mueve mucho. Pesa aproximadamente 1 kg y mide unos 30 cm.

Fuente: [http://www.educar.com/sitios/educar/recursos/listar?etiqueta\\_id=92175&referente=docentes](http://www.educar.com/sitios/educar/recursos/listar?etiqueta_id=92175&referente=docentes)

**Tercer trimestre**



En el séptimo mes el tamaño del feto aumenta hasta unos 40 cm y 1,800 kg de peso. Su sistema nervioso está completamente desarrollado y sus ojos pueden distinguir fuentes de luz.

Durante el octavo mes el feto pierde el lanugo y mide aproximadamente 45 cm. Su peso puede llegar a 2,500 kg. El esqueleto se sigue osificando.

El noveno mes es el último del embarazo. El feto llega a medir unos 50 cm y a pesar entre 2,500 y 3,800 kg. Con un desarrollo ya completo, fortalece su sistema inmunológico tomando los anticuerpos de su madre. Con su cabeza encajada en la pelvis de la mujer, se prepara para el momento del parto.

Fuente: [http://www.educ.ar/sitios/educar/recursos/listar?etiqueta\\_id=92175&referente=docentes](http://www.educ.ar/sitios/educar/recursos/listar?etiqueta_id=92175&referente=docentes)



**Actividad 19**

Teniendo en cuenta lo visto anteriormente resuelva:

a. Escriba los sucesos que recuerde según la secuencia que se plantea en el cuadro (transcriba el cuadro al cuaderno):

Etapas de desarrollo	Sucesos
Primer trimestre	
Segundo trimestre	
Tercer trimestre	

b. Revise si ubicó los siguientes sucesos en el cuadro anterior. Si no lo hizo, inclúyalos:

- Se perciben los latidos del corazón y la madre percibe los movimientos del feto.
- Los nervios desarrollados permiten que el feto reaccione frente a los estímulos externos.
- El corazón puede bombear sangre y ya se puede distinguir el sexo.

**El parto**

Culminado el desarrollo del embrión llega el momento del **parto**, es decir del nacimiento del bebé. Este comienza con las contracciones de las paredes del útero y la dilatación del cuello del útero, que alcanza los 10 cm. A veces el primer signo de que se acerca el momento del parto es la pérdida del **tapón**, una estructura mucosa que mantiene cerrado el cuello del útero.

A veces, se **rompe bolsa**. Esto quiere decir que se abre el saco amniótico y se pierde el líquido amniótico. Por lo general esto ocurre cuando el parto es inminente y la dilatación está completa.

El proceso de parto completo puede llevar entre 8 y 12 horas. Al principio con contracciones cada 20-30 minutos y al final cada 5 minutos o menos. Es importante acudir al médico y que provea la ayuda necesaria para transitar este momento. Cuando las contracciones sean lo suficientemente seguidas, él indicará pujar, y el bebé habrá nacido al cabo de pocos instantes. Algo después, se expulsará la placenta.

Las contracciones del útero son estimuladas por una hormona llamada oxitocina, que es secretada por la hipófisis. Esta hormona puede ser administrada por **goteo** para inducir al parto si la velocidad de dilatación es lenta. Luego del parto, aumentará la concentración de la hormona prolactina (elaborada por la hipófisis), que induce la producción de leche en las mamas.

En ocasiones el parto puede ser complicado o puede atrasarse poniendo en riesgo la integridad física de la madre o del niño. En estos casos, el médico indicará realizar una cesárea. La cesárea es una intervención quirúrgica de rutina, mediante la cual se ingresa al útero y se da a luz al bebé.



**Sugerimos que para comprender mejor el tema mire el siguiente video**

<https://www.youtube.com/watch?v=BtAwMw6tRuc&feature=related>



## Actividad 20

Con la información recibida acerca del parto responda las siguientes preguntas:

- ¿Cuáles son los sucesos que indican que un parto es inminente?
- ¿Qué función cumple la hormona oxitocina durante el parto? ¿En qué casos se administra esta hormona por vía endovenosa?
- ¿Cuál es la posición normal de parto del bebé?
- ¿Qué cambios hormonales provoca la expulsión de la placenta? ¿Cómo influyen estos cambios en la posibilidad de que se produzca una nueva fecundación?

Todas las personas poseen ideas y creencias sobre el embarazo, el parto y el cuidado del bebé. Muchas de estas creencias se transmiten de boca en boca, de madres experimentadas a madres novatas y por lo general son útiles porque orientan y contienen a quienes tienen hijos por primera vez.

Pero también, muchas veces, se dicen cosas que no son del todo correctas. A veces estas creencias pueden generar temor en los padres primerizos y no les permite disfrutar de este período tan importante de la vida. Otras veces, las falsas creencias y las recomendaciones erróneas pueden poner en riesgo la vida de la madre y del bebé.

Por esa razón, para completar este tema le sugerimos que concurra al hospital o sala de primeros auxilios más cercano y se interiorice sobre las siguientes cuestiones:

- Cuidados prenatales de la madre y el bebé (alimentación de la madre, actividad física, el papel del padre, los controles médicos periódicos, vacunación de la embarazada, etc.).
- Riesgos y prevención durante el embarazo y el parto.
- Preparación para el parto. Parto y puerperio.
- Cuidados del recién nacido. La lactancia. Cuidados de la madre durante la lactancia. El rol del padre.
- Controles médicos de la madre y el bebé en el primer mes de vida.
- Planes existentes de asistencia social para la embarazada, la madre y el niño.

## Intervención sobre los procesos de reproducción y desarrollo en humanos

Al comienzo de este capítulo mencionábamos la importancia de los conocimientos sobre la reproducción, porque nos ponen en mejores condiciones para tomar decisiones personales y fundamentadas sobre nuestro cuerpo. En las secciones anteriores usted ha podido aprender nociones sobre la anatomía y fisiología humana relacionadas con la reproducción, el embarazo y el parto. En esta última sección, abordaremos los modos de intervención sobre ellos.

En los últimos años la ciencia y la tecnología, puestas al servicio de la salud, han aportado una gran cantidad de métodos y técnicas que permiten intervenir sobre los procesos de reproducción y desarrollo humano.

Al hablar de intervención, estamos haciendo referencia a un conjunto de acciones de lo más diversas, que van desde la intervención para obtener datos (como puede ser el test de embarazo) o para modificar una situación (por ejemplo evitar el embarazo).

### Las diferentes tipos de intervenciones se abordan en la guía de educación para la salud.

- Intervención con fines de diagnóstico (test de embarazo).
- Intervención para evitar embarazos (métodos anticonceptivos).
- Intervención para favorecer el embarazo (reproducción asistida).



### Actividad 21

Revise sus conocimientos relativos al embarazo y responda las preguntas.

- ¿Cuál es el primer síntoma que permite sospechar que una mujer está embarazada? Justifique su respuesta.
- ¿En qué consiste el test hormonal de embarazo?, ¿por qué no se utiliza la presencia de altas concentraciones de progesterona y estrógenos para diagnosticar el embarazo?

## 3.3. Genética y leyes de la herencia

### 3.3.1. Los mecanismos de la herencia y la genética.

#### Relación entre ADN, cromosomas y genes.

#### Las leyes de la herencia de Mendel

Muchas veces nos preguntábamos sobre las similitudes entre los miembros de una misma familia y sobre la manera en que se transmite la información genética. En esta sección reflexionaremos sobre algunas respuestas a esas preguntas, teniendo en cuenta los conocimientos adquiridos en Biología A y en este capítulo. Para ello usted debería recordar:

- La relación entre ADN, cromatina, cromosoma.
- La noción de información genética y su relación con la síntesis de proteínas.
- El proceso de formación de las gametas, la recombinación de la información durante el entrecruzamiento y la reducción del número de cromosomas durante la meiosis.
- El proceso de fecundación, la fusión de los núcleos y la restitución del número diploide de cromosomas en la cigota.

Si bien la información genética determina las características de los organismos, no todas las características de los individuos son una consecuencia directa de la información genética.

Por ejemplo, la formación de tejido muscular y las propiedades de este tejido que hacen que aumente y se fortalezca con el ejercicio, son ambas características que tienen su origen en la información genética. Pero el grado de fortaleza que alcancen los músculos, dependerá en gran medida de las condiciones y del medio en que cada individuo se desarrolle (calidad de la alimentación, ejercitación, etc.).

### **Así, se distingue entre características hereditarias y características adquiridas.**

**Las características hereditarias son aquellas cuya información se encuentra en los genes y por lo tanto pueden transmitirse a la descendencia, mientras que las características adquiridas no se transmiten a la descendencia.**

En el ADN, no solo está codificada la información relacionada con características estructurales; también, está codificada la información relacionada con el comportamiento de las diferentes especies. Por ejemplo, algunas arañas construyen telas con las cuales atrapan insectos, pero la forma de la tela es particular y diferente en cada especie, y la información sobre cómo tejer la tela también está codificada en el ADN de las células de las arañas: nadie enseña a las arañas a tejer. A este tipo de comportamiento que está determinado genéticamente se lo denomina comportamiento innato, y se diferencia del comportamiento adquirido, que es aquel que ha sido aprendido.

Cuando se habla de la relación entre la conducta o comportamiento y la herencia, es necesario tener en cuenta la influencia del aprendizaje en la conducta. En aquellos animales cuyo sistema nervioso es tan simple que prácticamente no admite ningún tipo de aprendizaje (como la araña), casi la totalidad de la conducta está determinada genéticamente. Esto trae como consecuencia que estas especies no puedan modificar su conducta frente a situaciones nuevas o diferentes de las habituales. Pero cuando se trata de animales más complejos, que pueden aprender y entonces adecuar sus conductas a situaciones diferentes, se hace más difícil establecer los límites entre lo que es innato y lo que es adquirido.

Así, podemos reconocer en los animales domesticados ciertas conductas que son compartidas por todos los individuos de su misma especie (conductas innatas, determinadas genéticamente) y otras que son el resultado del aprendizaje y, que por lo tanto, dependen de las condiciones en que ese individuo se desarrolle y que no son compartidas por el resto de la especie.

En el caso de los seres humanos, salvo algunas conductas reflejas, es extremadamente difícil definir qué aspectos del comportamiento son innatos. Hay que tener en cuenta que una característica distintiva de la especie humana es la capacidad de crear cultura y los comportamientos humanos son fundamentalmente resultado de dicha cultura. En ese caso, como la cultura y los comportamientos culturales se transmiten de generación en generación por medio de la enseñanza y del aprendizaje, se habla de herencia cultural.

Pero las maneras en que esta herencia se transmite y las leyes que las explican no corresponden al campo de la biología, sino al de ciencias sociales. Aquí haremos un estudio de la herencia y por lo tanto, en lo que sigue, solo haremos referencia a las características que están determinadas genéticamente y que se transmiten a través de los genes de una generación a otra.

## Las leyes de la herencia

En los organismos que se reproducen asexualmente, los individuos resultantes son idénticos a sus progenitores. Esto es así porque hay un único progenitor que, mediante el proceso de mitosis produce nuevos individuos de manera que la información genética heredada por los descendientes es idéntica a la del progenitor.

Pero cuando se trata de organismos cuya reproducción es sexual los resultados ya no son tan sencillos de explicar y merecen un estudio más detallado.



### Actividad 22

Teniendo en cuenta lo estudiado en relación con la formación de gametas y la fecundación, responda las siguientes preguntas:

- Como resultado de la reproducción sexual se forma un nuevo organismo. ¿Cómo es ese organismo respecto de sus progenitores (idéntico, similar o totalmente distinto)?
- ¿Cómo son entre sí los distintos descendientes de un mismo par de progenitores (idénticos, similares o totalmente distintos)?
- Lea la siguiente información relativa a mellizos y gemelos luego responda.

#### ¿Existen hermanos iguales?

Los gemelos idénticos son genéticamente iguales. Esto se da porque cuando la primera célula que se forma con la fecundación se divide en dos, las dos células se separan. Cuando cada una de estas células se sigue dividiendo se forman dos individuos completos; que como se originaron de la misma célula tienen la misma información genética. Si las primeras células no se separan completamente puede ocurrir que se desarrollen dos personas completas, que están unidas por una zona del cuerpo: los siameses.

Los mellizos, en cambio, son el producto de dos fecundaciones diferentes. Es decir que la mujer tenía dos óvulos maduros y ambos fueron fecundados, por dos espermatozoides diferentes. A diferencia de los gemelos, existen dos placentas. Por eso los mellizos son parecidos como hermanos, e incluso pueden ser un hombre y una mujer.

**¿Cómo son los mellizos entre sí? ¿Cómo son los gemelos entre sí?, ¿y respecto de sus padres? Justifique sus respuestas.**

## Características hereditarias y adquiridas

Cada especie tiene características particulares que la identifican como tal. Por ejemplo, los perros tienen su cuerpo cubierto con pelos de determinados colores. De la misma forma los seres humanos presentan características comunes, algunas visibles como el color de los ojos, la forma de la nariz, etc. y otras que requieren de diferentes técnicas para poder determinarlas como el factor sanguíneo, la forma de los órganos, etc.

**Las características que identifican a una especie son hereditarias porque se transmiten de generación en generación. Estas características pueden tener variables de un individuo a otro, por ejemplo:**

Factor sanguíneo. Las variantes que se presentan en la población humana son: factor Rh+ y factor Rh-. A estas distintas opciones se las denomina **ALELOS**. Es decir que para el ejemplo anterior hay dos alelos posibles: Rh+ y Rh-

Es importante destacar que la expresión de muchas de las características hereditarias está influenciada por el ambiente que puede afectar la manifestación de las mismas. Por ejemplo, un niño mal nutrido que heredó el potencial para ser alto, no lo será ya que las condiciones ambientales desfavorables limitan su crecimiento.

Existen otras características que permiten identificar a una persona y son las que se adquieren y aprenden a lo largo de la vida pero no se heredan. Por ejemplo, los orificios para colocarse aros, piercings, los tatuajes, el color de cabello teñido, aprender a conducir un automóvil o un nuevo idioma, etc. A este grupo se las denomina **características adquiridas**.

## Los mecanismos de la herencia

A fines del siglo XIX, el monje Gregor Mendel realizó una serie de experimentos para tratar de explicar el mecanismo de la herencia. A través de ellos pudo demostrar que las características hereditarias son transmitidas por factores individuales que se distribuyen de diferente manera en cada generación.

## Experiencias de Mendel

Para llevar a cabo sus experimentos eligió las arvejas, una especie vegetal que reúne condiciones favorables para poder trabajar con ella. Observó siete características con las cuales decidió experimentar de a una por vez. Estas son: color de la flor, ubicación de la flor en la planta, color de la semilla, textura de la semilla, altura de la planta, color del fruto y forma del fruto.

Si consideramos por ejemplo, el color de las semillas, las alternativas o variedades posibles son: amarillo o verde. Mendel logró cultivar **líneas puras**<sup>15</sup>, es decir plantas que al sembrarse solo daban flores lilas y otras plantas que solo producían flores blancas. Una vez que dispuso de estos lotes los cruzó de la siguiente manera:

## Plantas con flores lilas X Plantas con flores blancas

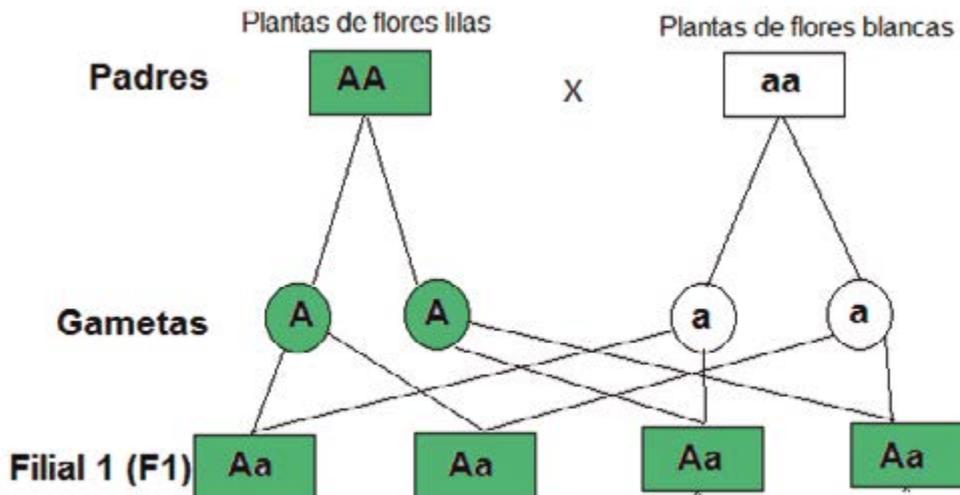
A este cruzamiento lo denominó **generación parental o P**. Los resultados observados mostraron que todas las plantas hijas obtenidas presentaban el carácter **lila**, a esta generación la llamó **Filial 1 o F1**.



Mendel representaba los factores (más tarde denominados alelos) con letras, cada individuo poseía un par de factores (un factor proveniente del progenitor masculino y otro del femenino) por lo tanto se simbolizaba con dos letras. La letra mayúscula correspondía al factor que se manifestaba siempre que estaba presente y por ello se lo llamó **«dominante»**. La letra minúscula se utilizaba para representar al factor que podía quedar enmascarado («tapado») por el dominante o que para expresarse tenía que heredarse tanto de la madre como del padre, a este factor se lo denominó **«recesivo»**.

<sup>15</sup> Una planta pertenece a una línea pura cuando al autofecundarse produce 100% de descendientes con las mismas características de la planta madre. Esto se logra luego de varias generaciones de autofecundación.

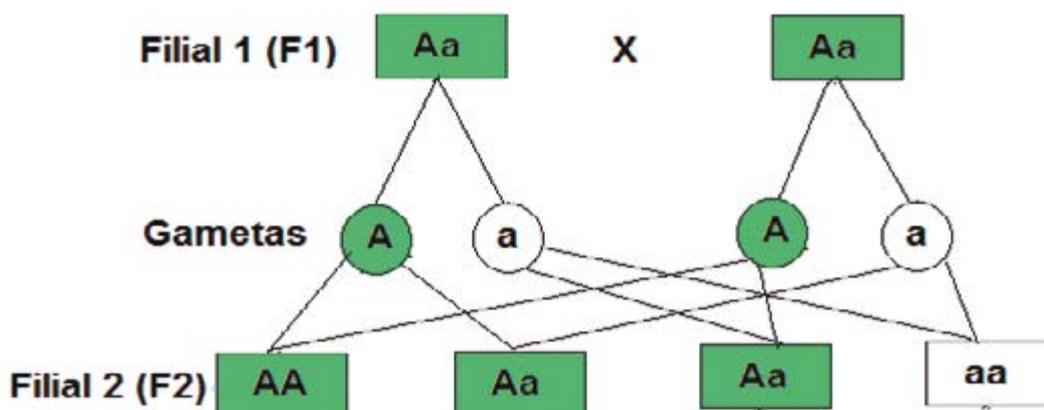
Volviendo al ejemplo anterior, si al color lila se le asigna la letra **A** y al blanco la letra **a**, se puede elaborar un esquema como el siguiente para comprender el cruzamiento indicado:



Este tipo de experimento lo repitió para otras características, obteniendo resultados similares, es decir, del cruzamiento de dos líneas puras se obtenía una generación F1 con individuos de apariencia idéntica entre sí y a uno de los progenitores. Retomando el ejemplo, la F1 está conformada por individuos de color lila, iguales a uno de los padres que les dio origen.

A partir de lo visto anteriormente se establece la **primera ley de Mendel**:

*«Todo individuo tiene en sus células un par de factores que determina una cierta característica. Durante la formación de las gametas, esos factores se separan<sup>16</sup>. Al producirse la fecundación el nuevo individuo heredará uno de los factores de cada progenitor para cada una de sus características».*



Luego Mendel cruzó las plantas que obtuvo en la F1 entre sí dando como resultado una nueva generación a la que llamó Filial 2 o F2. Los resultados obtenidos son:

Del cruce anterior obtuvo, en la Filial 2 o F2, flores lilas y blancas en la proporción 3:1, es decir lilas y blancas. Si bien en la primera generación (F1) todas las flores eran lilas, las flores blancas volvieron a aparecer en la siguiente generación. Este experimento demostró que los caracteres de los progenitores no se pierden, sino que a veces no se manifiestan.

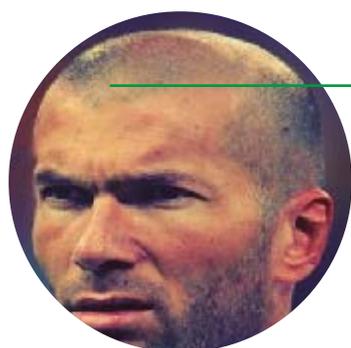
<sup>16</sup> La separación de los factores ocurre durante la meiosis.  
 Ministerio de Educación del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires  
 16-07-2025

## Factores, genes, alelos

Lo que Mendel designaba «par de factores» que determinaban una característica es lo que actualmente se conoce como **gen** y cada uno de los factores que integra el par es un **alelo**. Por ejemplo: para el gen color de semilla de las arvejas, los alelos posibles son: amarillo y verde.

En la siguiente tabla se muestran algunas características humanas reguladas por un solo gen y sus alelos:

GEN	ALELOS
Oyuelo en el mentón	Con oyuelo o sin oyuelo
Forma del lóbulo de la oreja	Separado de la mejilla o pegado a la mejilla
Factor Rh	Rh + o Rh -
Línea frontal del cabello	En forma de pico o recto
Sentido del «remolino» de la coronilla	En el sentido de las agujas del reloj o sentido en contra del reloj
Capacidad de enrollar la lengua longitudinalmente	Capacidad de enrollarla o sin capacidad de enrollarla



PICO



RECTO



remolino en sentido a las agujas del reloj



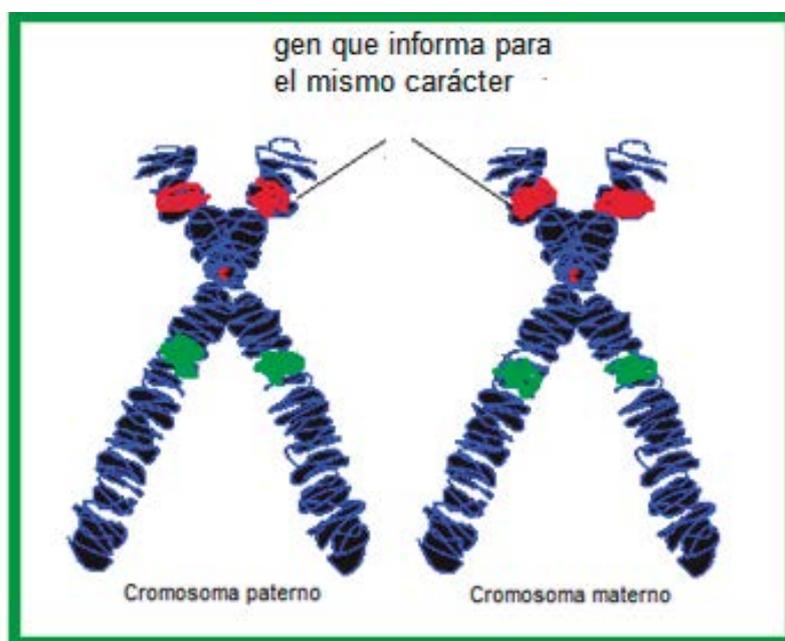
remolino contrario al sentido de las agujas de reloj

En la figura se observan los genes forma de la línea frontal del cabello y la coronilla.

Fuente: <http://irispress.es/mqciencia/2011/05/19/genetica-zurda/>

Si se observa el esquema de los cromosomas homólogos, se puede ver que están señalados un par de genes con distintos colores, correspondiendo cada color a un gen distinto.

### ¿Cuántos alelos puede haber para cada gen en un individuo?<sup>17</sup>



### Genotipo y fenotipo

Se llama genotipo a la combinación de alelos de un gen. Cuando los dos alelos para una determinada característica son iguales el genotipo es **HOMOCIGOTA**, si ambos alelos son dominantes se denomina: **HOMOCIGOTA DOMINANTE** y si ambos son recesivos: **HOMOCIGOTA RECESIVO** para dicha característica.

Cuando los dos alelos para una determinada característica son distintos (uno dominante y otro recesivo) el genotipo es **HETEROCIGOTA** para dicha característica.

Para el ejemplo del gen color de las flores, los genotipos de las primeras plantas que se cruzaban eran:

**AA:** homocigotas dominantes y

**aa:** homocigotas recesivas

Mientras que el genotipo de la descendencia (F1) era **Aa:** heterocigota.

El término **genotipo** también puede ser utilizado cuando se habla de la constitución genética general de un individuo sin especificar a qué gen se refiere.

Se denomina **fenotipo** a la característica que se expresa o manifiesta en el individuo, va a depender del genotipo y no siempre se puede deducir el genotipo a partir del fenotipo. En el caso que estamos estudiando, el fenotipo se refiere al color que presentaban las flores.

Así por ejemplo los fenotipos de las plantas cruzadas anteriormente eran: plantas con flores lilas (AA) y plantas con flores blancas (aa) mientras que la descendencia (F1) eran todas plantas con flores lilas (Aa). Tanto el genotipo AA (homocigota dominante) como Aa (heterocigota) son plantas con flores lilas (presentan el mismo fenotipo) ya que ambos tipos llevan el alelo dominante A, mientras que las plantas con el genotipo aa (homocigota recesivo) eran plantas con flores de color blanco.

<sup>16</sup> La separación de los factores ocurre durante la meiosis.  
Ministerio de Educación del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires  
16-07-2025

Para el ejemplo anterior:

 fenotipo lila	Genotipo homocigota dominante (AA) Genotipo heterocigota (Aa)
 fenotipo blanco	Genotipo heterocigota (Aa)



### Actividad 23

A continuación le presentamos desordenadas, algunas características y sus variantes, correspondientes a las plantas estudiadas por Mendel:

textura de la semilla - largo o corto - axial o terminal - color de las flores -  
color de la semilla - blanca o lila - longitud del tallo - lisa o rugosa  
amarillo o verde -posición de las flores.

a. Ordénelas en el siguiente cuadro (transcriba el cuadro al cuaderno):

Características	Alelos

b. ¿Cuáles serían algunos alelos posibles para el color de ojos en la población humana? Menciones al menos cuatro.

c. ¿Cuál es el número máximo de estos alelos que puede encontrarse en un mismo individuo?

d. ¿Cómo se relaciona su respuesta a la pregunta c. con la existencia de cromosomas homólogos?



**Actividad 24**

a. Busque en la Bibliografía información sobre los siguientes términos y escriba su definición:

Fenotipo - Genotipo - Alelo dominante - Alelo recesivo  
Individuo homocigota - Individuo heterocigota.

b. Imagine tres plantas:

**Planta A**, cuya flor es roja.

**Planta B**, cuya flor es blanca.

**Planta C**, cuya flor es roja.

Sabiendo que el genotipo para el color de la flor de la planta **C** es **Rr**, ¿cuál es el alelo dominante?, ¿cuál es el alelo recesivo?

c. Complete los siguientes cuadros:

**CUADRO 1.** Escriba en los casilleros los genotipos y fenotipos correspondientes al color de la flor (tenga en cuenta que para cada casillero puede haber más de una posibilidad).

	Genotipo	Fenotipo
Planta A		
Planta B		
Planta C	Rr	

**CUADRO 2.** Marque con una cruz en los casilleros que corresponda, teniendo en cuenta el color de la flor (para cada casillero puede haber más de una posibilidad).

	Heterocigota	Hemocigota recesivo	Hemocigota dominante
Planta A			
Planta B			

d. ¿Cuál es el único caso en que es posible estar seguro del genotipo de un individuo?



A continuación le sugerimos ver el siguiente video para reforzar los conceptos estudiados:

[https://www.youtube.com/watch?v=h5WbrOVX5\\_g](https://www.youtube.com/watch?v=h5WbrOVX5_g)

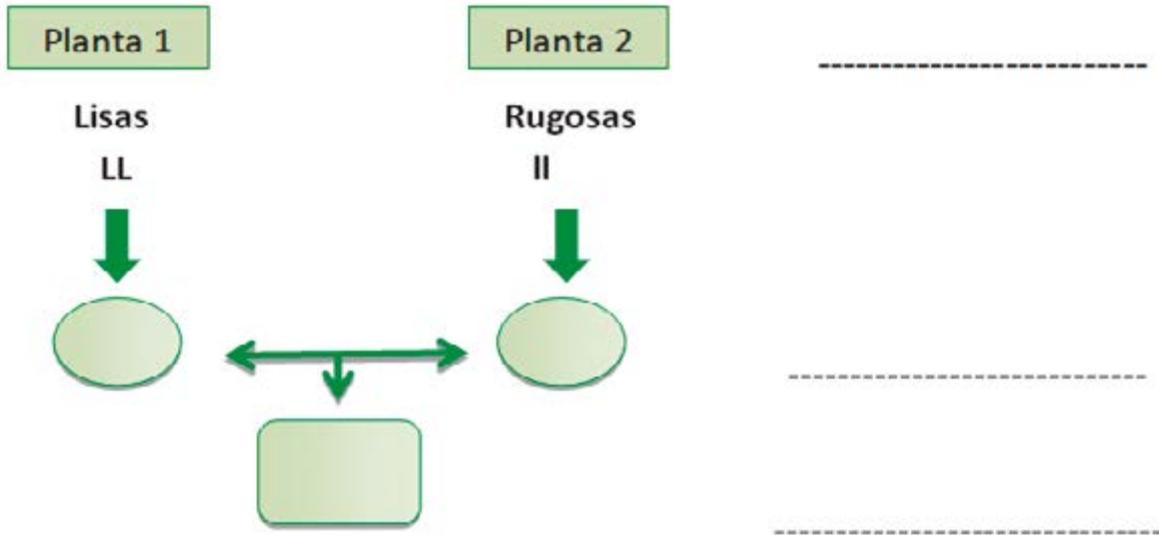


### Actividad 25

Observe el siguiente esquema que representa un cruzamiento entre arvejillas:

a. Ubique sobre las líneas punteadas los siguientes términos donde corresponda:

**gametas, filial 1(F1), parental (P).**



b. ¿Cuál es el alelo dominante y cuál es el alelo recesivo?

c. ¿Cuántas gametas distintas podrá originar la F1? ¿Cómo sería cada una?

d. Tomando los datos del esquema anterior, complete el siguiente cuadro:

	Planta 1	Planta 2	Planta 3
Fenotipo			
Genotipo			

e. Escriba en las líneas punteadas los genotipos que correspondan para el carácter «textura de la semilla»:

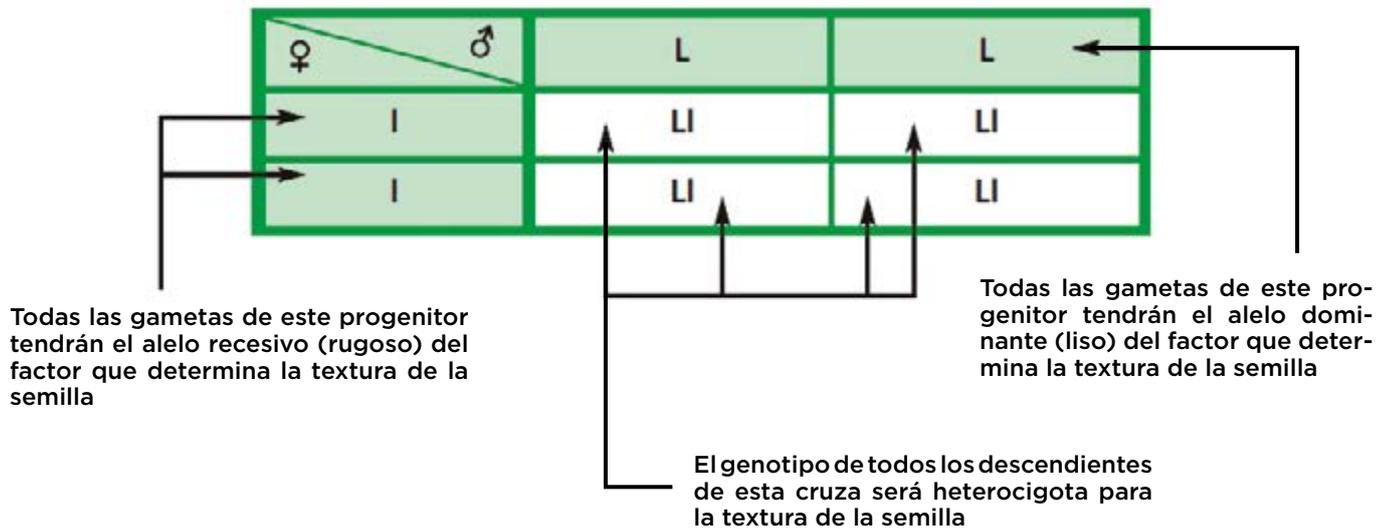
**Homocigota recesivo:** .....

**Heterocigota:** .....

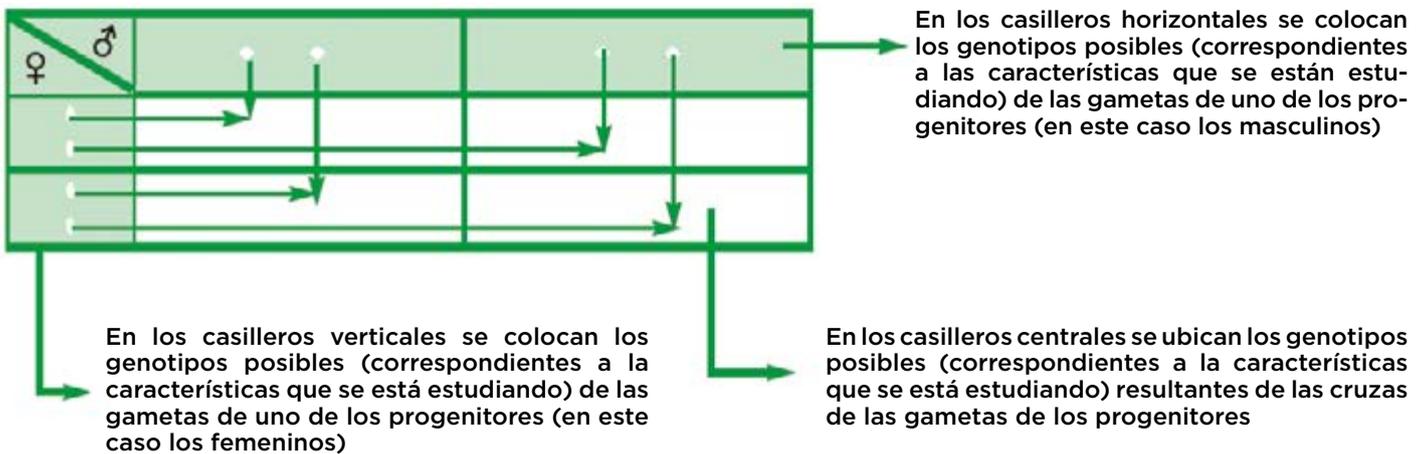
**Homocigota dominante:** .....

En la actividad anterior esquematizamos la cruce entre dos individuos homocigotas (un homocigota dominante y otro recesivo). En estos casos, la única posibilidad es que la descendencia sea heterocigota. Todos los individuos resultantes de esa cruce serán heterocigotas. En otros tipos de cruces, los genotipos de los descendientes son más variados.

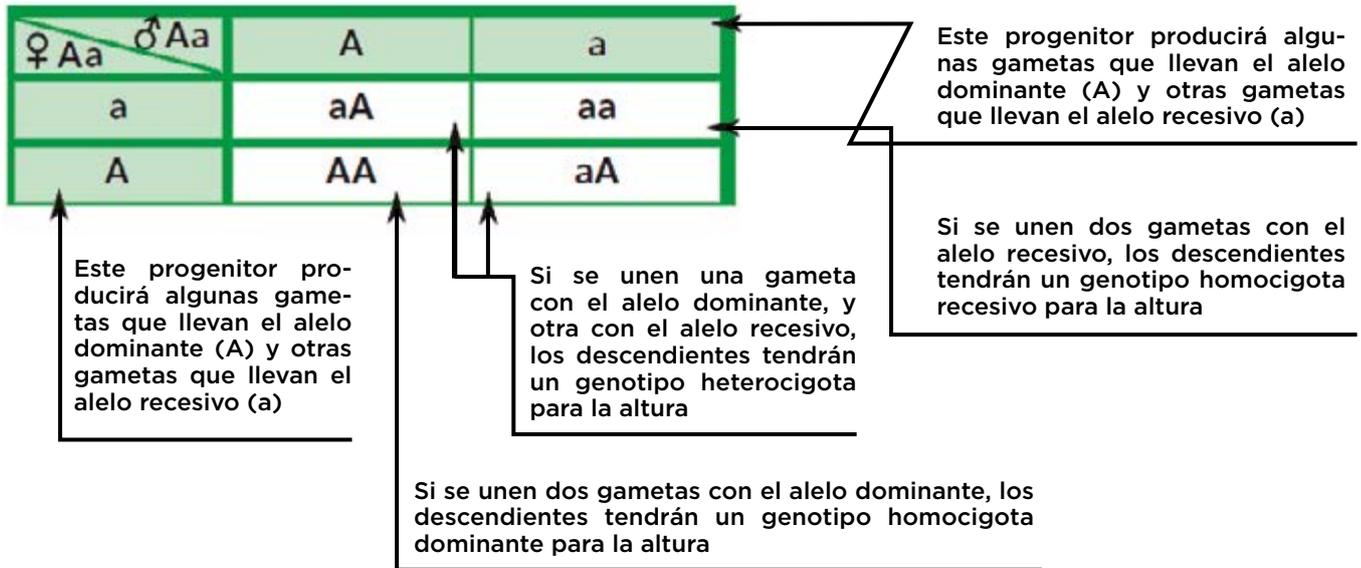
Para visualizar mejor todos los posibles genotipos de los descendientes de una cruce, se utiliza el llamado cuadro de Punnet, formado por varios casilleros como se representa a continuación:



Por ejemplo, la cruce de la actividad anterior quedará representada de la siguiente manera:



Veamos ahora cómo se representaría la cruce de dos individuos heterocigotas para la altura. A: es el alelo dominante (alto) y a: es el alelo recesivo (enano)



### Actividad 26

Considere un progenitor femenino homocigota dominante para el carácter «color de la semilla» y otro progenitor heterocigota para ese mismo carácter. (Para el carácter color de la semilla, el alelo dominante es el que determina el color amarillo (Y) mientras que el recesivo es el que determina el color verde (y))

- Represente la cruce de ambos progenitores indicando los genotipos de los padres y de sus gametas, así como también los genotipos posibles de sus descendientes.
- Represente la misma cruce completando el cuadrado de Punnet que se encuentra a continuación:

♀	♂		



### Actividad 27

**La primera ley de Mendel** puede resumirse en la siguiente frase: «Todo individuo tiene en sus células un par de factores que determina una cierta característica. Durante la formación de los gametos, esos factores se separan. Al producirse la fecundación, el nuevo individuo heredará uno de los factores de cada progenitor para cada una de sus características».

Aunque en la época de Mendel (siglo XIX) no se conocían los genes, ni los cromosomas ni el proceso de meiosis, hoy es posible explicar la primera ley que él enunció con los conocimientos actuales.

- Revise lo que ya ha estudiado hasta el momento y responda las siguientes preguntas:
- ¿A qué corresponde, según las teorías actuales, lo que Mendel denominó «factores»?
  - ¿Cómo se explica actualmente que esos factores se encuentren de a pares en cada individuo?
  - ¿En qué etapa de la formación de los gametos se separan los factores de Mendel?
  - Tomando la característica referida a la textura de las semillas, esquematice el proceso de formación de gametas (meiosis) a partir de un espermatogonio de un individuo heterocigota para ese carácter.

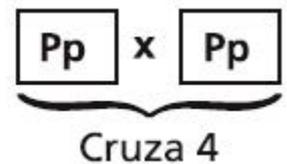
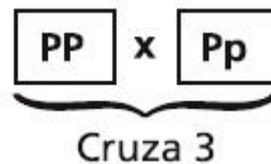
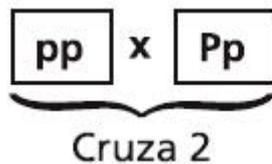
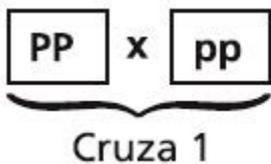


### Actividad 28

Lea el siguiente texto:

*La fibrosis quística es una enfermedad hereditaria que afecta a los pulmones. La enfermedad consiste en la acumulación de una mucosidad espesa en los pulmones que provoca dificultades respiratorias. La causa es la alteración del gen que posee la información para la síntesis de una proteína de la membrana celular. En condiciones normales, esta proteína de las células pulmonares permite el equilibrio hídrico, de tal manera que la mucosidad es fluida. Al sintetizarse una proteína defectuosa, las células se deshidratan y la mucosidad se hace más espesa. La enfermedad se expresa solamente en los individuos que son homocigotas recesivos para el alelo que codifica dicha proteína.*

- ¿Cuántos alelos hay para la proteína de la membrana mencionada? ¿Cuáles son?
- ¿Cómo piensa que será el alelo defectuoso, dominante o recesivo? ¿En qué se basa para responder?
- Si llamamos P al alelo dominante y p al recesivo. Intente dar alguna razón por la cual un individuo Pp no manifestará la enfermedad. (Para hacerlo, utilice sus conocimientos sobre genes y síntesis de proteínas).
- Tomando en cuenta las siguientes cruzas:



- Indique cuáles de ellas tienen alguna probabilidad de dejar descendencia que padezca fibrosis quística. Justifique su respuesta.

### Para tener en cuenta

- Para cada característica de un individuo existe un par de alelos. Por lo tanto, cada individuo posee en sus células un enorme número de alelos que corresponden a todas las características de un individuo.

- Cuando se dice que un individuo es homocigota o heterocigota, siempre se está haciendo referencia a un determinado carácter. Así, una planta puede ser homocigota dominante para el color de la flor, pero puede ser a la vez homocigota recesiva para la textura de la semilla, y también heterocigota para el color de la misma semilla.

- Cuando Mendel realizó sus primeros experimentos, eligió solo algunas características para centrar su atención, y analizó cada una sin tomar en cuenta qué sucedía con las otras. De esos experimentos deriva la primera ley de Mendel.

**Mendel se interesó por estudiar qué sucedía cuando analizaba la herencia simultánea de dos características a la vez. Por ejemplo, cómo era la herencia de la textura de las semillas al analizarla junto con la herencia del color de las mismas.**

**Podría haberse formulado preguntas como las siguientes: ¿hay alguna relación entre la herencia de la textura y la del color? Si las semillas resultantes de una cruce son rugosas y amarillas, ¿siempre que las semillas sean rugosas serán también amarillas, es posible que haya descendientes con semillas rugosas y verdes?**

El resultado de estas observaciones fue la segunda **ley de Mendel**.

### Segunda Ley de Mendel (o principio de la distribución independiente)

Hasta ahora se han considerado cruzamientos de un solo gen, Mendel trabajó también con cruzamientos de dos o más genes. De sus experiencias dedujo lo siguiente: en la formación de las gametas, los alelos de un gen para una característica dada se segregan (se separan) independientemente de los alelos del gen para otra característica.

Por ejemplo, se consideran ahora dos genes:

Color de las flores cuyos alelos son lila (**A**) y blanco (**a**)

Textura de la semilla cuyos alelos son lisa (**R**) y rugosa (**r**)

Se realiza el cruzamiento de dos plantas con el siguiente fenotipo y genotipo:

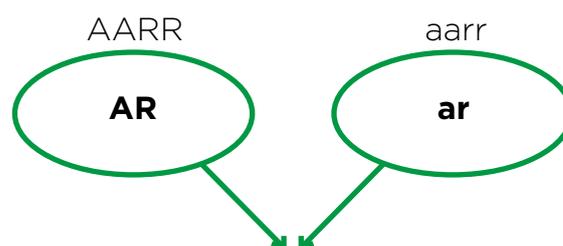
#### Planta 1

Flores lilas y semillas lisas

#### Planta 2

Flores blancas y semillas rugosas

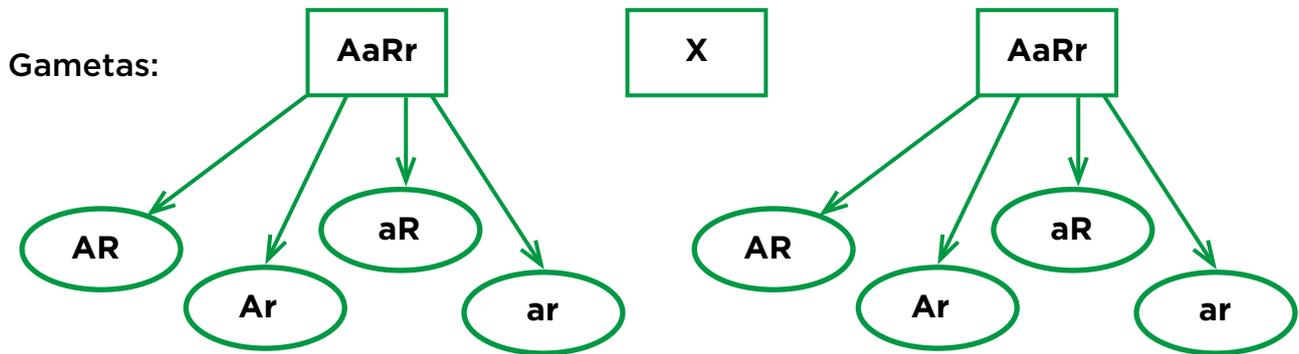
Gametas(G):



Filial 1 o F1

AaRr

Se cruzan, ahora, las plantas de la F1 entre sí:



Para obtener la Filial2 se realiza el Cuadrado de Punnet, que facilita la resolución del

		Gametas masculinas			
gametas		AR	Ar	aR	ar
Gametas femeninas	AR	AARR Lilas y lisas	AARr Lilas y lisas	AaRR Lilas y lisas	AaRr Lilas y lisas
	Ar	AARr Lilas y lisas	AArr Lilas y rugosas	AaRr Lilas y lisas	Aarr Lilas y rugosas
	aR	AaRR Lilas y lisas	AaRr Lilas y lisas	aaRR Blancas y lisas	aaRr Blancas y lisas
	ar	AaRr Lilas y lisas	Aarr Lilas y rugosas	aaRr Blancas y lisas	Aarr Blancas y rugosas

En la primera fila y la primera columna de este cuadro de Punnet se presentan las gametas de los progenitores de la F1, heterocigotas para color de la flor y rugosidad de semilla, A es flor lila (dominante), a es flor blanca (recesivo); R es semilla lisa (dominante) y r es semilla rugosa (recesivo). En la intersección de los cuadros se observa el fenotipo y genotipo de la descendencia (F2).

**Para que no queden dudas**

- La primera ley de Mendel explica cómo se heredan las características de una generación a otra. Para formular esta ley, Mendel analizó de a una característica por vez.
- La segunda ley de Mendel explica la relación que existe entre la herencia de una característica y la de otra cualquiera, y muestra que una se hereda independientemente de la otra. Para formular esta ley, Mendel hizo sus estudios analizando la herencia de dos características simultáneamente.

### 3.3.2. Teoría cromosómica de la herencia. Variabilidad genética. Proyecto Genoma Humano. Organismos transgénicos. Clonación

#### Repasando de Biología A:

#### ¿Qué son los genes?

Dijimos que la información genética está contenida en el ADN. Esta información es el material que se hereda de padres e hijos, y son las instrucciones para el armado y el funcionamiento de un ser vivo. Además, **codifica** para las características que nos hacen únicos y diferentes a los demás, pero parecidos a nuestros padres, como el color de nuestros ojos. En cada una de nuestras células puede haber hasta unos 2 metros de ADN (¿cómo hace para entrar en las células, que son tan pequeñas?), pero no todo el ADN codifica para características. Los genes son las porciones de ADN que contienen la información para una característica dada, y en particular:

**Un gen es un segmento de ADN que codifica (lleva las instrucciones) para las síntesis o elaboración de una proteína.**

Esto quiere decir que los genes son algo así como recetas para construir proteínas, un tipo fundamental de moléculas para la actividad de cualquier célula.

#### ¿Sabías qué...?

*El ADN fue aislado por primera vez en el año 1869. Dado que solo se lo encontró en el núcleo, fue llamado nucleína, para luego ser denominado ácido nucleico y finalmente ácido desoxirribonucleico (ADN).*

*En la década de 1920 se determinó que el ADN estaba formado por cuatro nucleótidos (Adenina, Timina, Citosina y Guanina). Fue recién en el año 1953 que se determinó la estructura tridimensional del ADN, y se estableció que lleva la información hereditaria. Antes, se creía que este rol era cumplido por proteínas.*

Hasta ahora, a través de la lectura orientada por las actividades, usted se ha interiorizado acerca del ADN y de la información genética que este contiene. Ahora debemos responder a la pregunta ¿qué es lo que informa la información genética?

En el ADN de cada una de las células de cualquier organismo está codificada la información referida a las características biológicas de dicho organismo. La importancia del núcleo celular radica fundamentalmente en su contenido de ADN.

Así, en el ADN que hay en el núcleo de cada una de nuestras células, se encuentra codificada la información que indica, por ejemplo, que nuestros miembros anteriores sean brazos y no alas como en las aves, ni aletas como en los peces. Esta información es compartida por todos los miembros de nuestra especie.

También es en el ADN donde está codificada la información correspondiente a ciertas características que los seres humanos compartimos con otros animales, tales como un par de ojos, uno a cada lado de la nariz. La información genética indica, además, el color

de esos ojos pero dicha característica puede ser o no ser compartida con otros miembros de nuestra propia especie. (Todos tenemos algún color en los ojos, pero no todos los individuos tienen el mismo color).

En el ADN no solo está codificada la información relacionada con características estructurales del organismo, sino también con el comportamiento de las diferentes especies. Por ejemplo, algunas arañas construyen telas con las cuales atrapan insectos, pero la forma de la tela es particular y diferente en cada especie, y la información sobre cómo tejer la tela también está codificada en el ADN de las células de las arañas: nadie enseña a las arañas a tejer.

**Al comportamiento que está determinado genéticamente se lo denomina comportamiento innato. Se diferencia del comportamiento adquirido, que es aquel que ha sido aprendido.**

Existen en muchas investigaciones destinadas a descubrir cuáles de los comportamientos tanto de los animales como de los humanos son innatos -y por lo tanto genéticamente determinados- y cuáles son adquiridos a través del aprendizaje o la experiencia. Las investigaciones demuestran que, salvo en algunos casos, los límites entre innato y adquirido en relación con el comportamiento no son claros sino más bien difusos.

Aunque parece que existen bases genéticas para determinados comportamientos, la influencia del entorno en que se desarrolla el individuo es de fundamental importancia para que esa potencialidad innata se manifieste o, por el contrario, se reprima. En los seres humanos, estos estudios se hacen fundamentalmente con gemelos dado que, teniendo exactamente la misma información genética, todas las diferencias en el comportamiento pueden atribuirse a influencias ambientales.

### Variabilidad genética

Llegado el momento de la fecundación, dos gametas o células sexuales se fusionan para dar origen a un nuevo individuo. Es decir que el nuevo individuo tendrá una parte de información genética de cada progenitor.

Los hijos serán parecidos a sus padres pero no idénticos, presentándose diferencias entre ellos y con respecto a los progenitores.

El hecho de que todos los individuos se ven diferentes está relacionado con la **variabilidad genética**. La misma tiene varias causas. Una de ellas es el **entrecruzamiento (o crossing-over)** durante la meiosis, que genera diferentes variantes de cromosomas. Si nos referimos a nuestra especie, como cada célula tiene 23 pares de cromosomas y cada par hace su entrecruzamiento, existen muchísimas variantes posibles para el material genético que recibe cada gameta.

Otra causa de variabilidad son las **mutaciones**, que son los cambios accidentales en la secuencia o el número de nucleótidos del ADN. Estos cambios suelen generar variantes nuevas que pueden o no prosperar en la población.

Además cuando llega el momento de la fecundación existen millones de espermatozoides, de los cuales solo uno consigue fecundar a un óvulo. Cada uno de estos espermatozoides tiene una combinación particular de características, o sea que son todos distintos.

Esta enorme variabilidad explica por qué ninguna persona es igual a otra, incluso los hermanos, que son parecidos pero diferentes.

La variabilidad dentro de una especie es importante para su supervivencia porque le ofrece mayores posibilidades de adaptación frente a los cambios ambientales.



### Actividad 29

#### Imagine dos especies vegetales:

- La especie 1 se reproduce asexualmente por medio de estolones. Aunque posee raíces poco profundas y hojas anchas (que evaporan rápidamente el agua que absorben), sobrevive muy bien en los ambientes húmedos que rodean a lagos y lagunas.
- La especie 2 posee flores y se reproduce sexualmente. Dentro de esta especie se pueden encontrar distintas variedades que combinan raíces más o menos profundas, con hojas que pueden ser bastante anchas. En una de las variedades, las hojas son anchas pero cuando hay mucho sol se pliegan sobre sí mismas, evitando así la evaporación.

- a. ¿Cuál de las dos especies sobrevivirá mejor a largos períodos de sequía?
- b. Enumere las características de ambas especies que usted tuvo en cuenta para responder la pregunta a.
- c. ¿A qué atribuye las diferencias en cuanto a variedad entre ambas especies? Justifique su respuesta.

***Tenga en cuenta que la meiosis y la reproducción sexual no son la única fuente de variabilidad para las especies. Otra fuente importante la constituyen las mutaciones.***



### Actividad 30

A partir de lo estudiado hasta el momento resuelva las siguientes consignas:

- a. Escriba un texto explicando en qué consiste una mutación.
- b. Suponga que se produce una mutación en una célula de la piel o del corazón de un organismo con reproducción sexual. ¿Piensa que este cambio tendrá alguna influencia en la descendencia de dicho organismo? ¿por qué?
- c. ¿En qué células deberá producirse una mutación para que influya en la variabilidad de una especie? Justifique su respuesta.
- d. En el Capítulo 1 usted estudió distintas posibilidades en las que la información genética se expresa defectuosamente (porque falla la transcripción, porque falla la síntesis de un ARNt o hay algún error en los ribosomas). Para cerrar esta Unidad, explique por qué estas fallas no tienen influencia sobre la variabilidad de una especie.



### Actividad 31

- ¿Cuál es la importancia biológica de la variabilidad dentro de una especie?
- Las mutaciones no siempre inciden en la variabilidad de una especie. ¿En qué tipo de células deben ocurrir para que se produzca ese efecto?
- ¿Qué mecanismos biológicos conoce que generan variabilidad dentro de una especie? Explique cómo actúa cada uno.

### Proyecto Genoma Humano (PGH)

Este proyecto comenzó en 1990, el objetivo era localizar e identificar los genes humanos en los cromosomas, secuenciando los nucleótidos que forman parte del ADN.

Originalmente en este proyecto intervenían oficialmente laboratorios de Estados Unidos, Francia, Alemania y Japón. Un laboratorio privado decidió realizar el mismo trabajo. Esto generó que los tiempos se aceleraran para que no se patentaran los datos obtenidos en el caso de que la empresa privada lograra concluir antes el proyecto. Finalmente, se alcanzó un acuerdo y en el año 2000 se anunció la finalización de la secuenciación del genoma humano.

Cabe destacar que este tipo de información abre un panorama muy amplio, para algunos la posibilidad de mejorar la calidad de vida de la humanidad y para otros la preocupación sobre los fines para los que utilizará la información de la genética individual.

### Organismos transgénicos

Son aquellos que han sido genéticamente modificados (OGM). Es decir que su secuencia de nucleótidos de ADN (genes) ha sido transformada por el hombre con algún objetivo determinado que puede ser obtener una nueva variedad comercial más valorada por el público, utilizar un herbicida que no lo afecte sin considerar otras consecuencias o producir una sustancia necesaria para la vida como una hormona.

Para ello se aíslan segmentos de ADN de un organismo vivo y se incorporan en otro ser vivo. Esto lleva a traspasar las barreras entre especies colocando material genético de unas en otras con técnicas de ingeniería genética que aún no están del todo probadas y cuyos efectos y consecuencias no están controlados.

En la Argentina el primer cultivo transgénico fue la soja que toleraba el herbicida glifosato y se aprobó en el año 1996 lo que llevó a que aumentara el área sembrada con cultivos genéticamente modificados de manera sostenida. Actualmente también se produce algodón y maíz transgénicos. Entre los productos alimenticios que se elaboran con derivados de OGM están las galletitas, salsa, chocolates, barras de cereal, patés, bebidas de soja, aceites, etc.

Con respecto a la inocuidad de los alimentos elaborados con organismos transgénicos, la OMS considera que debe ser evaluada individualmente ya que cada organismo modificado posee genes diferentes insertados de distinta manera. Para la salud humana el riesgo que se puede presentar son las reacciones alérgicas, la resistencia a antibióticos, efectos tóxicos y los efectos a largo plazo sobre la salud.

## Clonación

Es una forma de reproducción asexual por la que se obtienen individuos cuyo material genético es idéntico al que le dio origen. En animales, las primeras experiencias se hicieron con ranas cuya fecundación es externa, lo que facilita el proceso. En vegetales, la obtención de individuos genéticamente idénticos es una práctica que data de muchísimos años.

La oveja Dolly (1996) fue el primer mamífero clonado. La técnica básicamente consiste en trasplantar un núcleo proveniente de una célula somática ( $2n$ ) de un adulto a un huevo al que se le inactiva su núcleo. Esta cigota origina un embrión que a través de sucesivas divisiones celulares (mitosis) se transformará en un adulto. El mismo es genéticamente idéntico al que se le extrajo el núcleo. Para crecer y desarrollarse necesita de un útero y nace como cualquier cría.

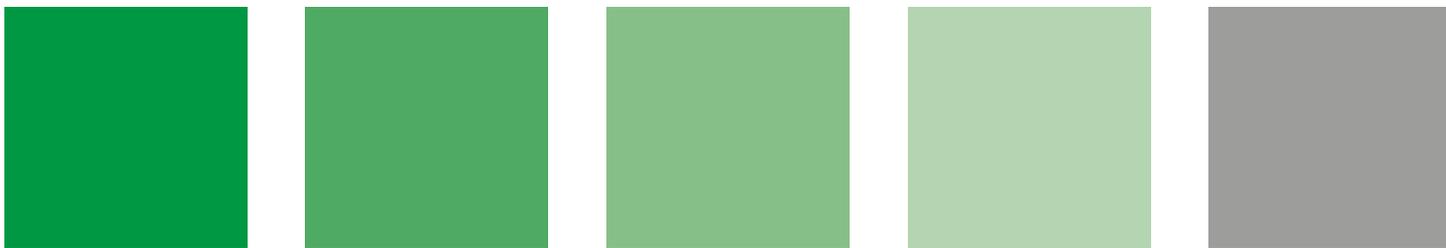
La clonación ha demostrado que el núcleo de una célula somática posee toda la información genética y puede generar un organismo completo.

## Bibliografía

- «Guía de Estudio BIOLOGÍA C» (2009) Equipo de Biología. Programa Adultos 2000. Ministerio de Educación del Gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.
- «Guía de Estudio BIOLOGIA C» Autoevaluaciones. (2004) Equipo de Biología. Programa Adultos 2000. Ministerio de Educación del Gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.
- «Guía de Estudio BIOLOGIA C» (2016) Equipo de Biología. Educación Adultos 2000. Ministerio de Educación del Gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.
- Suárez, Hilda y Espinoza, Ana María (2005). Biología Polimodal – Libro temático n.º 2: El organismo humano: Funciones de nutrición, relación y control. Editorial Longseller.
- Bocalandro, Noemí; Frid, Débora y Socolovsky, Laura (2002). Biología I – Biología humana y salud.
- Frid, Débora, Muzzanti, Silvina y Espinoza, Ana María (2005). Biología Polimodal – Libro temático n.º 4: La vida: continuidad y cambio. Editorial Longseller.
- Tortora, Gerard J. y Reynolds Grabowski (2002). Sandra. Principios de Anatomía y Fisiología. Editorial Oxford, novena edición.
- Suárez, Hilda; Frid, Débora y Espinoza, Ana María. Biología Polimodal – Libro temático n.º 3: El organismo humano: Salud y enfermedad. Editorial Longseller. 2005
- Audesirk, Teresa y Audesirk, Gerald (1997). Biología, la vida en la Tierra. Editorial Prentice Hall, cuarta edición.
- Curtis, Helena; N. Sue Barnes; Schnek, Adriana y Massarini, Alicia. Biología. Editorial Médica Panamericana, séptima edición.
- [www.a2000biologia@jimdo.com](http://www.a2000biologia@jimdo.com) – Página web, con el material de estudio solicitado y material complementario.







# Vamos Buenos Aires

[adultos2000@bue.edu.ar](mailto:adultos2000@bue.edu.ar)

0800 444 2400