

# 12 REPRODUCCIÓN Y BIODIVERSIDAD

## La continuidad de la vida



El tiempo de vida de los colibríes varía entre 3 y 8 años según la especie. Algunos pinos, en cambio, pueden vivir hasta 3500 años.

Entre los organismos, algunos viven solo algunas horas y otros, en cambio, parecen tener una vida infinita. Sin embargo, la duración de la vida de los seres vivos no es eterna. A todo organismo le llega el momento en que sus capacidades metabólicas, de crecimiento y sensibilidad se vuelven insuficientes para mantener su compleja organización. El ataque de predadores, la acción de parásitos, épocas de hambre, alteraciones perjudiciales del ambiente, o simplemente el conjunto de procesos aún no bien definido denominado envejecimiento, llevan finalmente a la muerte del organismo.

No obstante ello, la especie sobrevive por un período de tiempo mayor que el de cualquiera de sus organismos individualmente.

Mientras las abejas obreras viven solo unas 10 semanas, la abeja reina puede llegar a vivir hasta 5 años.

Las tortugas viven mucho tiempo. Pueden sobrepasar los 100 años. En longevidad, la tortuga más famosa se llamaba Tuimalilia. En 1774 el capitán James Cook se la regaló al rey de Tonga. Este reptil vivió en los jardines reales hasta su muerte, en 1966.

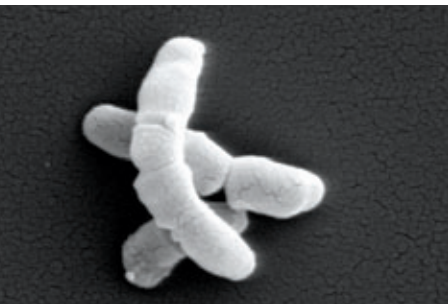
Las plantas alcanzan edades muy superiores a las de los animales. Hay cipreses de 3000 años y robles de 2000 años. Los árboles más viejos del mundo son los pinos californianos o secuoyas. Uno de ellos, al que llaman Matusalén, tiene más de 4800 años. Parece increíble pensar que este pino existía mucho antes de la construcción de las pirámides egipcias.



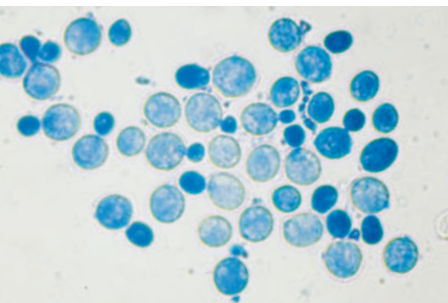
277



Los mamíferos se reproducen únicamente por vía sexual. Algunos copulan erguidos y otros lo hacen echados, como las vicuñas.



Bajo condiciones ideales, las bacterias pueden reproducirse por fisión cada veinte o treinta minutos. Muchos protistas unicelulares también se reproducen de esta manera.



Las levaduras se reproducen por gemación. En su cuerpo unicelular se forma un abultamiento que se denomina yema. El núcleo de la célula progenitora se divide y uno de los núcleos hijos pasa a la yema.



Muchos protistas unicelulares, como las diatomeas, se reproducen asexual y sexualmente.

## Reproducción asexual y sexual

La **reproducción asexual** proporciona un factor de seguridad en la continuidad de la especie debido a que todos los organismos tienen las mismas probabilidades de reproducirse. En este tipo de reproducción no hay conformación de parejas ni encuentro de las gametas y generalmente produce un mayor número de descendientes. El inconveniente que presenta es que todos los descendientes producidos asexualmente tienen la misma composición cromosómica y genética que el individuo que los originó. Por lo tanto, la única posibilidad de variación depende de que se haya dado alguna mutación, lo cual es un fenómeno natural relativamente raro.

La **reproducción sexual** tiene menos seguridad de ocurrir ya que requiere la unión de dos individuos maduros para efectuar el intercambio de material hereditario. Sin embargo, su valor adaptativo es enorme, como lo demuestra el hecho de que casi todos los seres vivos, incluyendo las bacterias y los protistas, tienen al menos ocasionalmente ciertos procesos de intercambio sexual. Tal recombinación genética aumenta la probabilidad de supervivencia de una población, aumentando su **variabilidad**.

## Reproducción asexual en organismos unicelulares

La reproducción asexual de organismos unicelulares puede realizarse mediante división binaria o fisión (división de un individuo en dos partes) o por fisión múltiple o fragmentación (división de un individuo en varias partes).

Durante la reproducción por **división binaria** se originan dos individuos. En cambio, durante la fisión múltiple se originan varios individuos.

En algunos protistas unicelulares se produce una división desigual de la célula llamada **gemación**. En este tipo de reproducción las células hijas reciben material nuclear pero poco citoplasma.

La gemación difiere de la fisión en que las dos partes producidas no son del mismo tamaño.

## Reproducción sexual en organismos unicelulares

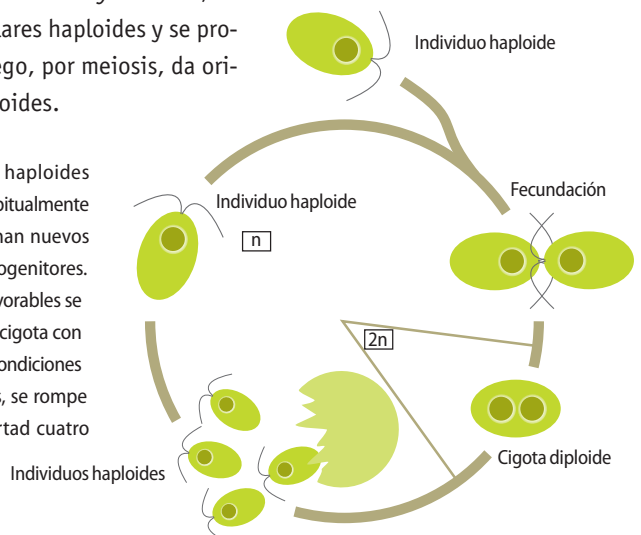
La reproducción sexual de organismos unicelulares se produce por la unión del material genético que aportan dos individuos.

En las bacterias este proceso se llama **conjugación**: se origina una protuberancia en la membrana de una bacteria “macho” que se fusiona con la membrana de una célula “hembra”.

La bacteria “macho” transfiere su ADN al organismo “hembra” por contacto entre las células.

En algunos protistas, como las *Chlamydomonas*, se aparean dos organismos unicelulares haploides y se produce una cigota diploide que luego, por meiosis, da origen a cuatro descendientes haploides.

Las *Chlamydomonas* son organismos haploides durante la mayor parte de su ciclo vital. Habitualmente se reproducen por fisión binaria y originan nuevos organismos haploides idénticos a sus progenitores. Cuando las condiciones de vida son desfavorables se reproducen sexualmente originando una cigota con una cubierta gruesa. Al reestablecerse las condiciones benignas, la cigota se divide por meiosis, se rompe la cubierta resistente y quedan en libertad cuatro organismos haploides.

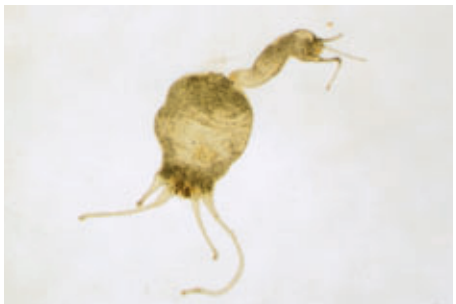


## Reproducción asexual en organismos multicelulares

Básicamente hay tres formas comunes de reproducción asexual entre los organismos multicelulares: la multiplicación vegetativa y la partenogénesis.

Por **multiplicación vegetativa** se reproducen organismos de todos los reinos. Dos variedades de esta forma de reproducción son la gemación y la fragmentación.

La **gemación** es común en algunos animales que viven fijos a un sustrato, como las esponjas, las anémonas y los corales. Durante este tipo de reproducción asexual, un grupo de células se reproduce por mitosis y forma una **yema** o **brote**. A medida que las células se dividen, las yemas aumentan de tamaño hasta que se forma un individuo con todas las características del adulto. Este nuevo descendiente puede separarse del cuerpo del progenitor y ser llevado por la corriente de agua, lo que permite la dispersión de la especie; o bien puede permanecer unido y, en el caso de ser individuos coloniales, aumentar el tamaño de la colonia.



Muchos cnidarios, como las hidras y las anémonas de mar, se reproducen por gemación. Sin embargo, estos organismos también presentan reproducción sexual.

Durante la **fragmentación**, en cambio, el cuerpo del organismo se divide en varias partes, cada una de las cuales va a formar un nuevo individuo. Por ejemplo, las algas pardas y verdes de las costas marinas a menudo se rompen en pedazos por la acción de las olas; cada fragmento puede llegar a constituir un nuevo individuo.

Entre los animales, la fragmentación se produce en algunos invertebrados y está asociada con la posibilidad de regenerar partes del cuerpo perdidas.

Las plantas de frutillas producen tallos horizontales y rastreros llamados **estolones** que, a ciertos intervalos, forman raíces y tallos aéreos nuevos, estableciéndose de esta manera plantas que luego pueden separarse de la progenitora.

Muchas especies de pastos producen otro tipo de tallos rastreros y subterráneos llamados **rizomas**, que pueden dar origen a nuevos individuos.

La **partenogénesis** consiste en la formación de un nuevo individuo a partir de sucesivas divisiones mitóticas de la célula sexual femenina sin la participación de una gameta masculina. Entonces, la hembra produce un embrión sin fecundación previa.



La mayoría de las plantas, como la llamada "lazo de amor", se reproducen por fragmentación. Estos organismos producen ramas con yemas de las que se originan nuevos individuos.



Las esponjas se reproducen asexualmente por gemación y fragmentación. Pero también se pueden reproducir sexualmente.

### Al rescate de un caracol

El Programa *Aylacostoma* intenta salvar de la extinción a un tipo de caracol cuya población se compone solo por hembras que se reproducen por clonación espontánea. Ana Mercado Laczkó, especialista en genética de caracoles, explicó: "Las *Aylacostoma* se reproducen sin cruzamiento sexual." Manuel Quintana, biólogo de la Unidad Invertebrados del Museo Argentino de Ciencias Naturales, aclaró: "Viven en sectores de rápidos sobre fondos rocosos e iluminados de grandes ríos, donde el agua resulta saturada de oxígeno. Algo que solo se daba en un tramo del Alto Paraná". Ahora, el Museo de Ciencias Naturales, la Universidad Nacional de Misiones y la Entidad Binacional Yacyretá intentan salvar a los caracoles, que la mano del hombre puso en peligro, cuando se instaló la represa de Yacyretá-Apipé.



## ESTUDIO SOBRE LA VIDA DE LOS LAGARTOS

# Reproducción por clonación o sexual: ¿cuál es la mejor?

Un grupo de biólogos ingleses estudió cuál es el éxito para sobrevivir de los lagartos que se reproducen sexualmente y de los que lo hacen por autoclonación. Los primeros tienen mayores posibilidades.

Sebastián H. García

Debido a que muchas especies animales asexuadas logran reproducirse perfectamente, grupos de científicos llegaron a plantearse un interrogante: ¿por qué existe el sexo?

En busca de una respuesta, un equipo de especialistas en biología de la Universidad de Southampton, Inglaterra, desarrolló una simulación de un ambiente habitado por especies sexuadas y asexuadas. Y publicaron sus resultados en la revista Nature.

Como ejemplo tomaron a un tipo de lagarto que vive en el desierto de Arizona, Estados Unidos. Este mismo reptil tiene la particularidad de englobar una subespecie que se reproduce sexualmente (*Cnemidophorus tigris*) y otra que se reproduce clonándose (*Cnemidophorus sonora*).

Las segundas tienen la ventaja de reproducirse mucho más rápidamente y ser más fecundas que las que se reproducen sexualmente. Se estima que una hembra asexuada puede lograr, en menos de 40 generaciones, un millón de descendientes. Mientras tanto, los seres con dos sexos (como los humanos) tienen a su favor el hecho de intercambiar genes de dos padres diferentes. Al no ser copias idénticas de un solo progenitor, y nacer como resultado de la mezcla de material hereditario, son más ricos, más variados. Y, por lo tanto, más adaptables a los cambios del medio ambiente.

Aun siendo tan diferentes, el trabajo de Doncaster y sus colegas demostró que la coexistencia de los dos tipos de especies es posible, siempre y cuando la población de individuos "sexuales" mantenga un nicho más grande que el de los invasores asexuados.

El principal factor para explicar el resultado de esta experiencia es que los seres clonados tienden a actuar de un modo muy similar al de sus padres y al de sus pares. Por eso, compiten por los mismos recursos naturales, lo que hace que éstos se vean bastante limitados.

En cambio, los hijos producto del sexo tienen características particulares: de la mezcla de padre y madre nace un ser parecido a ambos, pero diferente. Esto los hace reaccionar de una manera particular en cada ambiente. Por eso, no compiten tanto entre sí y explotan una mayor cantidad de recursos para sobrevivir.

## Ventajas y desventajas

Según algunos científicos, en un principio, todas las especies tenían un solo sexo y se reproducían mediante la partenogénesis (autoclonación natural, de la cual nace un nuevo ser que replica la información genética de otro). Así, sus crías eran hijas-hermanas de la madre. Esto hacía que todos los ejemplares fuesen hembras casi idénticas a sus progenitores. El resultado: les era difícil adaptarse a los cambios de la naturaleza. Hace 600 millones de años, las ventajas de tener dos sexos se fueron extendiendo. Pero para conseguir la variedad genética (y sus beneficios) los individuos tienen que tener dos padres. Y la especie debe mantenerlos. Resultado: este método de reproducción es más costoso para la especie. Las ventajas reproductivas que alcanzan las especies asexuadas (rapidez y proliferación) van menguando con el tiempo, limitadas por su propia monotonía. Con el tiempo (en términos evolutivos, un plazo larguísimo), el sexo podrá sacar a relucir sus mejor arma: la variación.

Hoy en día siguen existiendo especies que se reproducen mediante partenogénesis y toda su población está compuesta por hembras. Este proceso de reproducción consiste en la maduración de los ovarios del individuo en base a las hormonas que segrega el cerebro. En el caso de los lagartos del estudio, dos hembras realizan una cópula ficticia (sin intercambio hormonal) que funciona como activadora del proceso de partenogénesis.

## REPRODUCCIÓN ASEJUAL

ESPECIE *Cnemidophorus sonora*

1 Esta especie llamada lagartija a lunares, carece de machos. Las hembras producen descendencia sin necesidad de un compañero.



2 El embrión se desarrolla a partir de una célula especial, que contiene toda la información genética necesaria para crear al nuevo animal.



3 Todos los descendientes son hembras genéticamente idénticas a la madre (clones).



## REPRODUCCIÓN SEXUAL

ESPECIE *Cnemidophorus tigris*

Esta especie se reproduce en forma convencional.

1 Un macho y una hembra se aparean.



2 El embrión se desarrolla a partir de un óvulo (femenino) fecundado por un espermatozoide (masculino). Cada uno de los padres aporta la mitad de la información genética que precisará la futura cría.



3 En la descendencia hay tanto machos como hembras. Los hijos son diferentes a sus padres (variabilidad genética).



## Reproducción sexual en organismos multicelulares

La reproducción sexual implica siempre la producción de una célula huevo o cigota, que resulta de la **fecundación** de dos gametas las que, por lo general, provienen de individuos sexualmente diferentes. Sin embargo, en algunas especies multicelulares las células sexuales son producidas por el mismo individuo, un **hermafrodita**.

En los organismos hermafroditas existen ciertos procesos que evitan la **autofecundación** o que disminuyen la probabilidad de que ésta tenga lugar, aunque es probable que suceda en algunas especies en las que los individuos no viven agrupados.

La **fecundación cruzada** es la unión de las gametas procedentes de dos individuos diferentes. Puede realizarse fuera del cuerpo del individuo que produce las gametas, **fecundación externa**, o dentro del cuerpo de la hembra, **fecundación interna**. Este último proceso asegura más la unión de las gametas que la fecundación externa.

Las gametas de cada sexo pueden tener la misma forma externa y la misma fisiología como sucede con las gametas de algunas algas y hongos; en cambio en las plantas y en los animales estas gametas siempre tienen formas y funciones diferentes.

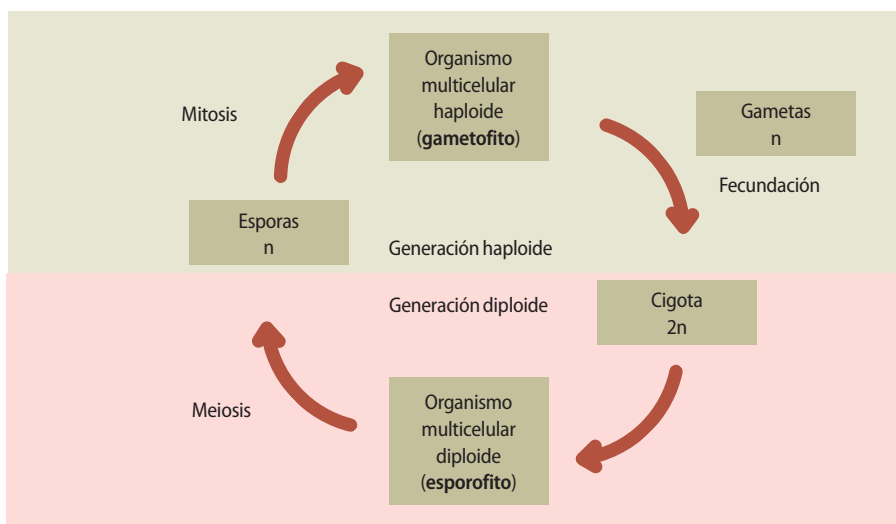
### REPRODUCCIÓN EN HONGOS

Los **hongos** habitualmente llamados “de sombrero” tienen un ciclo de vida principalmente haploide. La estructura más visible de este tipo de hongos se denomina **basidiocarpo** y produce esporas haploides. Cuando éstas germinan, dan origen a filamentos o **hifas** que crecen y conforman una masa denominada **micelio**. En esta estructura se produce la fusión nuclear, resultando de ella estructuras diploides que, por meiosis, originan nuevos basidiocarpos.

### REPRODUCCIÓN EN ALGAS Y PLANTAS

Las **algas pardas**, las **verdes** y todas las **plantas** desarrollan un ciclo vital con **alternancia de generaciones**. Es decir, en estos grupos el ciclo vital se caracteriza por presentar una generación de organismos multicelulares diploides o **esporofitos** que producen otra generación de organismos multicelulares haploides o **gametofitos**.

### MODELO DE ALTERNANCIA DE GENERACIONES EN UNA PLANTA



La mayoría de los insectos son organismos de sexos separados y fecundación interna.



Los hongos desarrollan extensos micelios que crecen por debajo de la tierra. Estas estructuras tienen muy rápido crecimiento. En solo una noche, los basidiocarpos pueden alcanzar su tamaño máximo.

**1.** Lean la información sobre la reproducción en las plantas de las páginas 282 y 283. Identifiquen la alternancia de generaciones en gimnospermas y en angiospermas teniendo en cuenta el modelo de esta página.





Algunas algas pardas crecen en las costas. Habitualmente, el oleaje las corta y de los fragmentos se originan nuevos individuos.

Entre los protistas fotoautótrofos, las **algas verdes** se reproducen asexualmente y sexualmente cuando las condiciones ambientales son favorables. Algunas de las células que conforman el gametofito originan gametas flageladas. Cada una de éstas puede fusionarse con una proveniente de otro gametofito y originar una cigota de la que, por mitosis, se desarrolla el esporofito.

Las **algas pardas**, en cambio, son más complejas porque producen gametas distintas entre sí. El gametofito masculino libera espermatozoides pequeños y móviles, y el femenino produce gametas de mayores dimensiones que flotan en el agua, las **ovocélulas**. La fecundación origina la cigota de la que se desarrolla el esporofito.

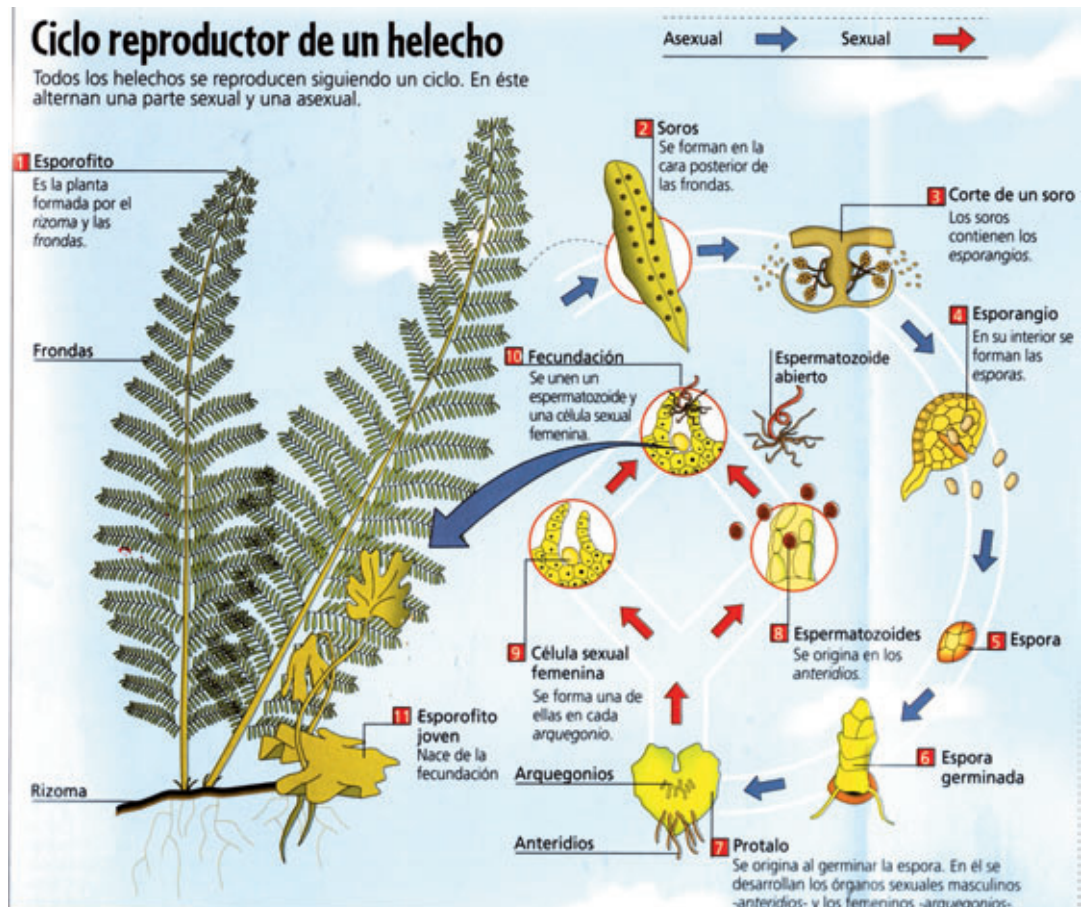
Como en las algas pardas, las **plantas** producen gametas diferentes entre sí: la femenina es una macrogameta, la ovocélula, y la masculina es una microgameta. Si la microgameta es móvil, se denomina **anterozoide** y, si es inmóvil, **célula espermática**.

En las **pteridofitas** o helechos, la planta frondosa y diploide es el esporofito, que contiene estructuras formadoras de **esporas** haploides en el revés de las frondas, los **esporangios**. Cuando germinan, las esporas producen una pequeña planta haploide fotoautótrofa, el gametofito, que origina **gametangios** u órganos productores de gametas.

Los anterozoides son producidos por el gametangio masculino, el **anteridio**; las ovocélulas, en cambio, por el gametangio femenino, el **arquegonio**.

Los anterozoides liberados por el anteridio nadan en el agua hasta llegar a una ovocélula, a la que fecundan. Por esto los helechos dependen del agua para su reproducción sexual. Una vez originada la cigota, por mitosis se desarrolla el frondoso esporofito diploide.

En los helechos, el gametofito haploide productor de gametas alterna con una generación diploide, el esporofito, productor de esporas. Por eso a este proceso se lo llama **alternancia de generaciones**.





En las **plantas**, las células sexuales o gametas no se originan generalmente por meiosis, como sucede en los animales, sino que ésta se halla separada de la gametogénesis por una generación haploide pluricelular.

El ciclo vital de las plantas se caracteriza por la **alternancia de generaciones**, en la cual organismos multicelulares diploides que producen esporas originan organismos multicelulares productores de células sexuales. Cuando dos gametas se fecundan, se forma el organismo diploide.

En las **gimnospermas**, los órganos reproductores son los **conos**, estructuras donde se forman las esporas. Estas plantas producen dos tipos de esporas. Las **microsporas** representan el **gametofito masculino** o **grano de polen**, que contiene las células espermáticas. Las **macrosporas** representan el **gametofito femenino**, que posee las ovocélulas.

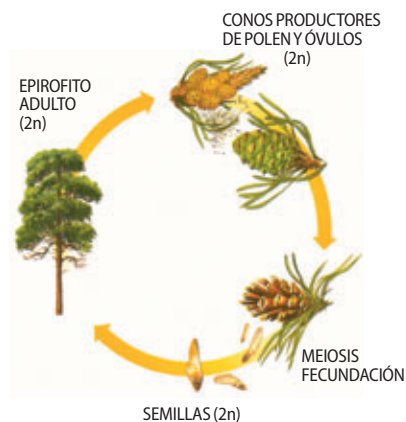
Por acción del viento, los granos de polen son llevados al gametofito femenino. La célula espermática es transportada por el **tubo polínico** hasta la ovocélula. Después de la fecundación se origina la cigota, y ésta origina el embrión que forma parte de la **semilla**. Cuando las semillas maduran, el cono se abre y son dispersadas por el viento. Cuando la semilla germina, origina una plántula, el esporofito joven.

Las **flores** son las estructuras reproductoras de las **angiospermas**. En estas plantas, el esporofito es la parte más visible del vegetal (raíz, tallo y hojas).

La mayoría de las flores son hermafroditas y, en general, están formadas por cuatro conjuntos de piezas florales: **sépalos**, **pétalos**, **estambres** y **carpelos**. Externamente se hallan los sépalos, que en su conjunto forman el **cáliz**; generalmente son verdes y protegen a la flor cuando se halla en estado de pimpollo. A estos le siguen los pétalos, que forman la **corola**, poseen colores vivos y muchas veces son perfumados e intervienen en la atracción de los animales polinizadores durante la floración.

Internamente se hallan los estambres que constituyen el **androceo**, donde se encuentran los granos de polen. En la región central de las flores se encuentran los carpelos fusionados que forman el **gineceo**. Ellos contienen los gametofitos femeninos. El gineceo está formado por el **estigma**, que es una superficie pegajosa donde se adhieren los granos de polen, el **estilo** y el **ovario**. Dentro del ovario hay uno o más **óvulos**. Cada uno de los óvulos contiene un gametofito femenino o **saco embrionario**, que contiene una ovocélula. Después que la ovocélula es fecundada, se transforma en el embrión y el ovario en un **fruto**.

Tanto a las gimnospermas como a las angiospermas se las agrupa con el nombre de **espermátofitas** porque producen semillas. En ambos grupos de vegetales, la **semilla** está compuesta por el embrión (esporofito joven), una reserva nutritiva dentro o fuera del embrión y una cubierta protectora externa.



Los pinos, como otras gimnospermas, no dependen del agua para la fecundación, por lo tanto puede reproducirse en lugares donde los helechos no pueden sobrevivir.

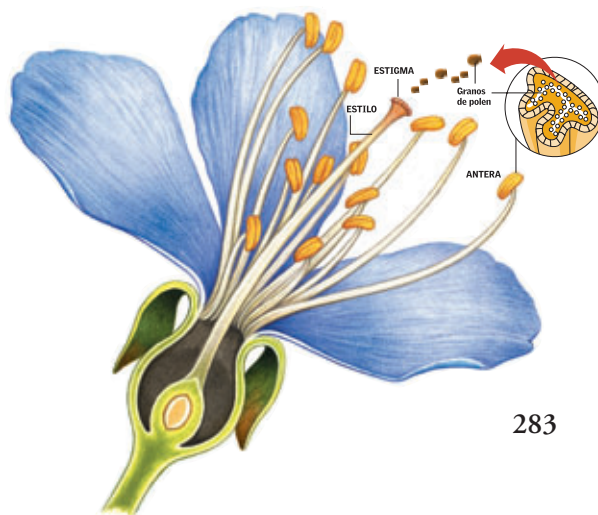
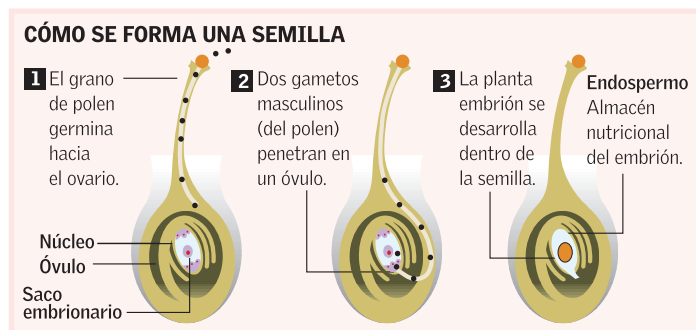


**1.** Observen el esquema que ilustra el ciclo reproductor de un helecho, lean el texto donde se explica este proceso y escriban un texto explicativo que integre toda la información.

**2.** Consigan flores de distintas plantas, obsérvenlas e intenten reconocer las partes descritas en el texto y la imagen correspondiente.

**3.** Observen el esquema que ilustra cómo se forma una semilla, lean el texto donde se explica este proceso y escriban un breve texto explicativo que integre toda la información.

Una flor hermafrodita tipo está conformada por una envoltura estéril (el cáliz y la corola), y una porción fértil (el androceo y el gineceo).





## REPRODUCCIÓN EN ANIMALES

Los caracoles, como los demás moluscos, se reproducen sexualmente por fecundación interna.



Los pulpos y los calamares machos tienen un tentáculo diferenciado con el cual depositan los espermatozoides en la hembra.

La mayor parte de los animales tienen sexos separados aunque hay muchas especies **hermafroditas**. Las lombrices de tierra, por ejemplo, poseen ambos sistemas reproductores.

En algunos organismos, como las esponjas y algunos cnidarios y gusanos planos parásitos, las gametas pueden originarse en distintas regiones del cuerpo, pero en la mayoría de los animales se originan a partir de órganos especializados llamados **gónadas**. Las gónadas masculinas son los **testículos** y producen **espermatozoides** y las femeninas, los **ovarios**, que producen óvulos.

Los **óvulos** son inmóviles y mucho más grandes que los espermatozoides.

La mayoría de los óvulos contienen **vitelo**, sustancia nutritiva fundamental para el desarrollo y crecimiento del embrión.

La duración del desarrollo embrionario del organismo está relacionada con la cantidad de vitelo que posee el óvulo. La mayoría de los animales cuyos óvulos poseen poco vitelo, tienen un desarrollo embrionario de poca duración. En cambio, en aquellos animales cuyos óvulos contienen grandes cantidades de vitelo, el desarrollo embrionario es más prolongado.

Muchos óvulos están rodeados por una o más membranas. Próxima a la membrana plasmática se halla la **membrana primaria** llamada **vitelina**, producida por el propio óvulo, que interviene en la discriminación de los espermatozoides y evita que gametas masculinas de otras especies ingresen en el óvulo.

Las **membranas secundarias** son producidas por los ovarios y las **membranas terciarias** por los conductos genitales. Todas las membranas están relacionadas con la protección contra agentes mecánicos, químicos, térmicos, la deshidratación y la agresión de microorganismos.

Los espermatozoides son pequeños y muy móviles. La mayoría son células activas, con escasa sustancia de reserva y su vida media es en general corta. Su efectividad reproductiva depende, en gran parte, de la movilidad que les permite desplazarse y alcanzar la célula sexual femenina. Aunque hay una gran probabilidad de que los espermatozoides no logren fecundar un óvulo, este hecho está contrarrestado con la producción de un gran número de espermatozoides, en comparación con la cantidad de óvulos que producen las hembras.

El encuentro de las gametas es fundamental en la reproducción de los animales. En los casos de **fecundación externa**, las gametas son liberadas del cuerpo del progenitor. En la **fecundación interna**, en cambio, se producen procesos que permiten la salida del huevo al exterior, o bien, su alojamiento en algún lugar del cuerpo de la madre donde pueda realizarse apropiadamente el crecimiento y el desarrollo.

Muchos invertebrados liberan las gametas hacia el medio exterior, como ocurre en los cnidarios, platelmintos y equinodermos. El medio acuático facilita el desplazamiento y el encuentro de las gametas.

En otro caso, las gametas abandonan el cuerpo del progenitor a través de conductos o **gonoductos**: los **conductos deferentes** o **espermiductos** en los machos y los **oviductos** en las hembras. Los organismos que a través de estos conductos liberan al medio sus gametas se denominan **ovulíparos**.

Los machos de muchos moluscos y artrópodos tienen estructuras específicas que transfieren a las hembras los **espermatóforos** o paquetes de espermatozoides.



**1.** Reúnan en grupos los organismos de todas las imágenes de las páginas anteriores teniendo en cuenta su tipo de fecundación, si son hermafroditas o unisexuales, si tienen desarrollo directo o indirecto y la clasificación de las páginas 245 a 248.

En los animales **ovíparos** el embrión se desarrolla dentro de un huevo, fuera del cuerpo de la madre. Los huevos pueden diseminarse en forma individual, ser depositados en grupos, colocados en nidos o llevados por uno de los padres.

Muchos animales incuban sus huevos; este fenómeno proporciona protección ante la predación y, de acuerdo a las especies, también puede brindar aireación, control de la humedad y la temperatura.

Algunas especies se denominan **ovovivíparas** porque conservan los huevos en el sistema reproductor de la hembra hasta que el desarrollo del embrión está parcialmente completo. Esto reduce la exposición de la cría a la inestabilidad del ambiente. Son organismos ovovivíparos algunos caracoles de agua dulce y terrestre, muchos escorpiones, algunos peces y ciertas serpientes.

Las especies **vivíparas** son aquellas en las que el embrión se desarrolla completamente en el interior del cuerpo de la hembra. Esta forma de reproducción es más exigente para la hembra, pero proporciona el máximo de protección.

El desarrollo del embrión termina cuando el individuo emerge como una forma juvenil (**desarrollo directo**) o una larva (**desarrollo indirecto**).

En muchas especies, el nuevo individuo es capaz de alimentarse por sí mismo y de llevar una existencia independiente. Sin embargo, hay algunos que requieren cuidados de sus progenitores.

Las formas juveniles son, en la mayoría de los casos, adultos en miniatura y, por tanto, presentan los modos de vida característicos de los adultos. Las **larvas**, en cambio, son diferentes de los individuos adultos de su misma especie, tanto por su apariencia como por sus hábitos de vida.

La etapa larvaria posee un valor adaptativo para la especie, ya que permite la realización de un desarrollo embrionario rápido y, por tanto, la producción de un gran número de huevos con poco vitelo, lo que supone un gasto mínimo de reservas del metabolismo materno. También suponen una ventaja para la distribución de la especie, ya que las larvas pueden desplazarse por sus propios medios o ser transportadas a grandes distancias por el aire, por otros animales o por corrientes de agua. Esta dispersión es especialmente importante en las especies sedentarias que, en estado adulto, no se desplazan del lugar que ocupan.

Las larvas pueden vivir en el agua, ya sea dulce o salada, o en tierra firme.

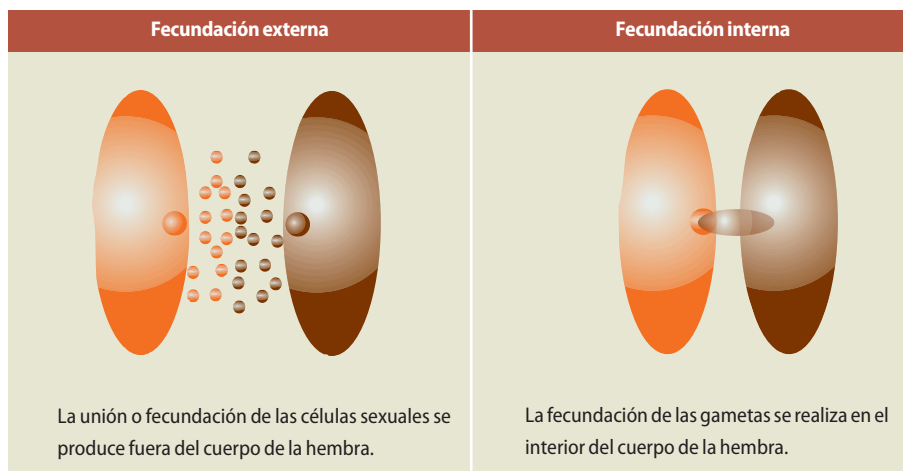
Para llegar al estado adulto, las larvas pasan por una profunda transformación de su configuración y organización llamada **metamorfosis**.



Los caballitos de mar son peces ovíparos. Los machos incuban los huevos en una bolsa ventral.

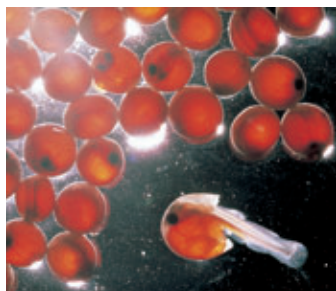


Muchos peces cartilaginosos, como los tiburones y las rayas, son ovíparos. Dentro de los huevos los embriones se desarrollan mientras consumen el vitelo que contienen.



**1.** Reúnan en grupos los organismos de todas las imágenes de las páginas anteriores teniendo en cuenta su tipo de reproducción y la clasificación de las páginas 245 a 248.





La cría de los peces se denominan alevinos. Son presa fácil de los predadores.

## La reproducción y el ambiente

Los erizos de mar tienen sexos separados y sus sistemas reproductores están compuestos por gónadas y gonoductos de estructura sencilla.

### DEPENDENCIA DEL MEDIO ACUÁTICO

Como muchos otros animales acuáticos, poseen **fecundación externa**. Ésta resulta enormemente costosa en términos de la inversión metabólica que se requiere para producir suficientes gametas que aseguren la supervivencia de la especie. Se calcula que en ciertas especies, una sola hembra puede liberar 4 millones de óvulos y el macho expulsar hasta 100 mil millones de espermatozoides en cada expulsión de gametas.

En algunos animales, las posibilidades de que las células sexuales se encuentren aumentan cuando se agrupan en colonias densas antes del acto de liberación de las gametas.

Los óvulos fecundados poseen poco vitelo y, por lo tanto, el desarrollo embrionario es muy corto. A los pocos días nace una **larva planctónica** con bandas ciliadas que es llevada por la corriente de agua, alejándola de sus progenitores.

Luego de permanecer un tiempo como habitante del plancton, pierde sus bandas ciliadas y cae al fondo donde se produce la **metamorfosis** y se transforma en un erizo de mar adulto.

En los **peces óseos**, el período embrionario varía con la especie. Además, su duración también depende de factores externos, como la temperatura del agua y su concentración salina.

La mayoría de estos organismos son ovíparos de fecundación externa. La reproducción es periódica en muchos de ellos y lo más habitual es que exista un período anual de reproducción.

Para el apareamiento, los individuos de ambos sexos se reúnen formando cardúmenes en lugares específicos para la liberación de gametas.

Muchos peces que se ocupan de sus crías, como las truchas y salmones, suelen hacer nidos y otros desarrollan una incubación bucal, como las “chanchitas” de agua dulce. Las cavidades naturales, hendiduras entre las rocas y las valvas vacías de moluscos pueden ser utilizados como nidos. A menudo limpian estas cavidades y algunas veces acarrear hasta ellas materiales para el nido, sobre todo plantas acuáticas.

### DEPENDENCIA DE LA HUMEDAD AMBIENTAL

Como habitantes del suelo, la gran amenaza de las lombrices es la deshidratación, no solamente del tegumento, sino también de sus gametas y embriones. Estos organismos son **hermafroditas**. Tienen un par de testículos y un par de ovarios pero, como las gametas de un mismo individuo maduran en diferentes momentos, no hay autofecundación.

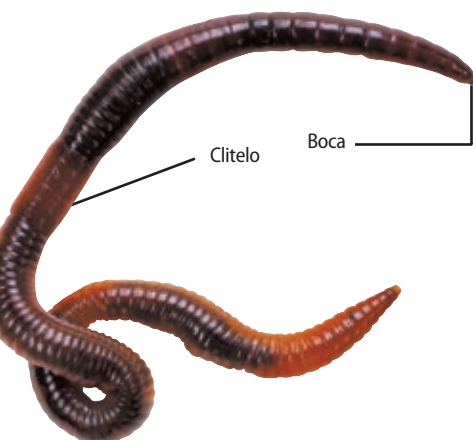
El **clitelo** es una estructura reproductiva característica de las lombrices. Contiene abundantes glándulas que producen un fluido mucoso que interviene en la copulación y en la formación del **capullo** donde estos animales depositan sus huevos.

Durante la cópula, las glándulas del clitelo forman un **tubo mucoso** que mantiene acoplados a los individuos mientras se produce la transferencia mutua de espermatozoides. Este acto puede durar hasta tres horas. Una vez que los espermatozoides ingresan en los receptáculos seminales de ambas lombrices, los animales se separan y cada uno se prepara para segregar un **capullo**.

Primero la lombriz secreta un material viscoso alrededor del clitelo; y luego libera un material más resistente con el que se forma el capullo. Los óvulos y los espermatozoides almacenados hasta ese momento son liberados en el interior del capullo y allí se produce la fecundación de las gametas.

Finalmente, las lombrices depositan el capullo en el suelo y el desarrollo de los embriones continúa hasta que emergen pequeños individuos juveniles.

Las lombrices de tierra son organismos hermafroditas. Cuando se aparean intercambian espermatozoides y en ambas se produce la fecundación de sus óvulos.





Los **anfibios** viven únicamente en ambientes cálidos o templados y húmedos. Se reproducen por **fecundación externa**. Durante ese proceso, la hembra libera los óvulos en el agua mientras el macho deposita los espermatozoides: son organismos **ovulíparos**. Los huevos permanecen en el agua o en un ambiente húmedo mientras se desarrollan los embriones. La **metamorfosis** de los anfibios también se produce en un medio acuático o de humedad adecuada.

En el apareamiento, el macho abraza por el dorso a la hembra y fecunda los óvulos que ésta expulsa. Los huevos son puestos aislados, en masas o en cordones.

Determinados anfibios construyen nidos: escogen un lugar donde poner los huevos, como charcos, lagunas, depresiones húmedas del suelo o pequeñas acumulaciones de agua en las ramas de los árboles. Algunos también controlan los huevos y ayudan a las larvas a llegar hasta el agua. En algunas especies los padres producen masas de espuma que protegen a los huevos contra la desecación, permiten fijar la puesta a las plantas o sirven de balsa para los huevos.

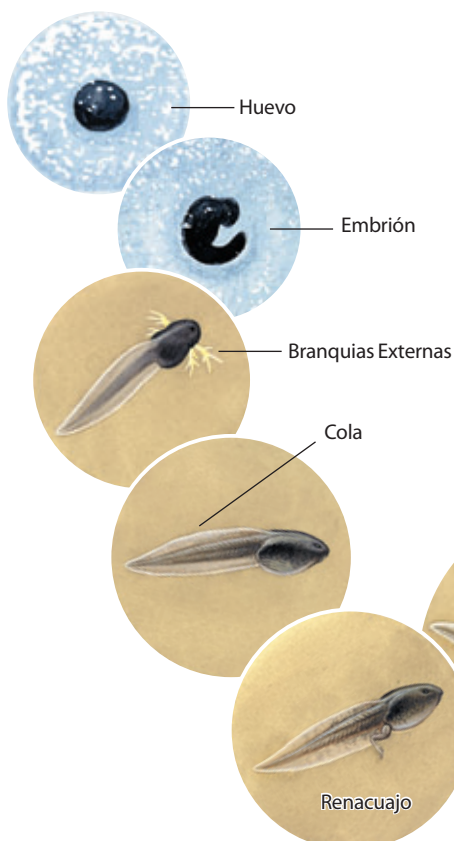
En otras especies, las crías se desarrollan en estrecho contacto con el cuerpo paterno. En el “sapo partero”, el macho se enrolla los cordones de huevos alrededor de las patas posteriores y se esconde en un lugar húmedo fuera del agua hasta que nacen las larvas.

En los anfibios ocurre una metamorfosis que abarca tres procesos:

- la reducción o destrucción completa de las estructuras orgánicas del estadio larvario, como por ejemplo las branquias y la cola de los renacuajos;
- el desarrollo de nuevas estructuras orgánicas, como las extremidades, los pulmones y los párpados; y
- la transformación de determinadas estructuras orgánicas como, por ejemplo, cambios en el sistema digestivo que determinan el régimen herbívoro de los renacuajos, al carnívoro de los adultos.



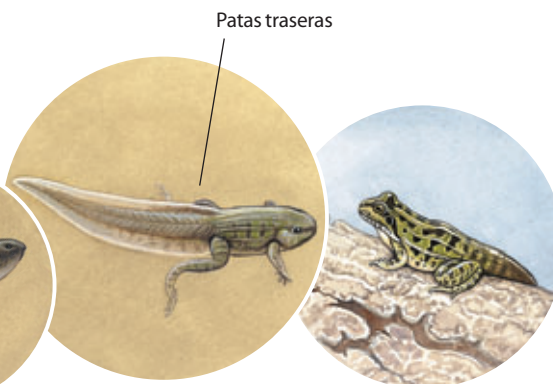
Los axolotes pertenecen a un grupo de anfibios con cola llamados urodelos. Algunos no completan su metamorfosis. Pueden permanecer como formas larvales acuáticas y adquirir madurez sexual en este estado.



**Etapas de la metamorfosis del sapo común.**



Un sapo partero puede llevar en su dorso los huevos de varias hembras.





En la copulación de los saltamontes o langostas, el macho inserta su pene extensible en el orificio genital femenino. La mayoría de los insectos se aparean una sola vez en su vida.

La metamorfosis completa de las mariposas consta de tres etapas. La etapa larvaria (orugas) constituye una fase alimenticia activa. Las larvas tienen piezas masticatorias diferentes de las de los adultos. Durante la fase de pupa, el animal se alimenta de las reservas de nutrientes almacenadas en la etapa anterior. La etapa adulta se caracteriza por la adquisición de la madurez sexual, la capacidad de volar y el desarrollo de las piezas bucales de succión del néctar de las flores.

Los gusanos de seda (orugas de una especie de mariposa) se alimentan de las hojas de la planta de mora. Cuando se completa el desarrollo larval, los gusanos inician la formación de los capullos de seda. La etapa de pupa finaliza con la transformación que da origen a la mariposa.

## INDEPENDENCIA DEL AGUA

La mayoría de los **insectos** tienen sexos separados. El sistema reproductor está conformado por un par de gónadas (ovarios o testículos), un par de gonoductos en los que se descargan los productos sexuales (oviductos o espermiductos), y un órgano copulador (vagina o conducto eyaculador).

Todos los insectos poseen **fecundación interna**: los espermatozoides son transferidos a la hembra formando espermatóforos o estuches de espermatozoides.

Los huevos están recubiertos por la secreción de las glándulas accesorias de los oviductos. Estas sustancias pueden servir para adherirlos a una superficie o mantenerlos juntos formando una cubierta protectora impermeabilizante.

La mayoría de los insectos presentan un **desarrollo indirecto**, es decir, del huevo eclosiona una **ninfa** o una **larva**.

De los huevos de cucarachas, saltamontes y chinches emergen **ninfas**: pequeños individuos parecidos a los adultos. En general, no tienen alas desarrolladas, gónadas ni genitales externos. Son insectos de **metamorfosis gradual** porque adquieren las características del individuo adulto lentamente y en mudas sucesivas. A estos animales también se los llaman **insectos hemimetábolos**.



De los huevos de mariposas, polillas, abejas, avispas, hormigas y moscas emergen **larvas**: pequeños individuos muy diferentes del adulto, tanto en el aspecto como en sus costumbres.

Las larvas crecen sin cambios morfológicos importantes hasta que se transforman en una **pupa**, al final de la fase larvaria.

El estado de pupa es una fase de pasividad y letargo aparente, ya que el animal no se mueve ni se alimenta y vive de las reservas alimenticias acumuladas. Sin embargo, dentro de la pupa se producen cambios tan drásticos como la muerte y desintegración de los tejidos larvarios, y el desarrollo de los del adulto. Al final de esta fase, el insecto se desprende de la cubierta y emerge como **imago**, un individuo adulto, alado y sexualmente maduro.

A estos animales se los llaman **insectos holometábolos** porque su **metamorfosis es total o completa**.



La mayoría de los **reptiles** son animales **ovíparos** cuyos embriones se desarrollan en huevos con una cáscara y un conjunto de membranas que evitan su deshidratación. Estas membranas también intervienen en la nutrición, el intercambio de gases y la eliminación de materiales residuales del embrión.

Si bien en los mamíferos el desarrollo del embrión se produce en el interior del útero de la hembra, junto con los reptiles y las aves producen cuatro tipos de membranas extraembrionarias que en su conjunto conforman el **huevo amniota**:

- el **amnios** es una delgada membrana que envuelve por completo al embrión. Esta membrana contiene el **líquido amniótico**, que baña al embrión y lo protege de la deshidratación y de los golpes y adherencias;

- el **saco vitelino** contiene el vitelo, que participa en la alimentación de los embriones, sobre todo en los reptiles y las aves;

- el **alantoides** es una bolsa muy irrigada que actúa como depósito de desechos metabólicos e interviene en el intercambio de gases entre el embrión y su medio; y

- el **corion** es la membrana extraembrionaria más externa, que linda con la cáscara en los vertebrados ovíparos, o con los tejidos maternos, en los vivíparos. Constituye la zona de intercambio entre el embrión y el medio que lo circunda. En las especies ovíparas, junto con el alantoides participa en el intercambio respiratorio de gases.

En los **animales amniotas** ovíparos y ovovivíparos, los huevos están rodeados por otras envolturas fabricadas en su recorrido descendente por el oviducto.

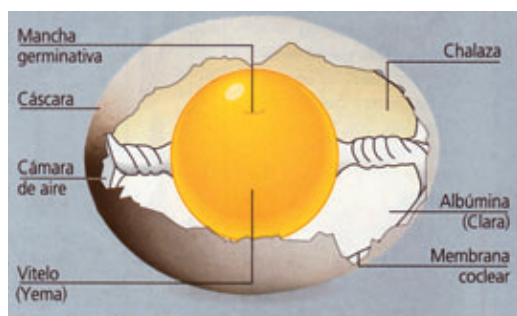
En las aves, por ejemplo, la parte superior del oviducto secreta la **clara**. La clara está compuesta por proteínas, de las cuales la más abundante es la **ovoalbúmina**. También contiene un agente bactericida que protege al embrión de eventuales infecciones.

Durante su descenso por el oviducto, el huevo rota y la clara adherente se enrosca y adquiere la forma de filamentos espirales llamados **chalazas**, que mantienen al huevo en una posición determinada.

Las **membranas de la cáscara** o **membranas testáceas** son dos láminas que se encuentran en contacto, salvo en el extremo más redondeado del huevo, donde las membranas interior y exterior están separadas y forman una **cámara de aire**.

La **cáscara** está compuesta en su mayor parte por sales calcáreas y es porosa, lo que permite al embrión intercambiar gases con el aire del exterior.

En el huevo de gallina se calcula que el recorrido total del huevo, desde el momento de su descarga desde el ovario (ovulación) hasta el punto en que está preparado para ser depositado, toma de 25 a 26 horas.



Esquema de la estructura interna de huevo amniota de ave.



Esquema del desarrollo de un embrión en un huevo amniota.



Las tortugas marinas pueden poner hasta 1000 huevos en una temporada. Sin embargo, sobreviven muy pocas porque en su marcha hacia el mar son atacadas por sus predadores.



La mayoría de las aves construyen nidos donde depositan sus huevos. Muchas de ellas los incuban y, después del nacimiento de la cría, la alimentan y protegen.

## CON-CIENCIA EN LOS DATOS

### Peso aproximado de los huevos con cáscara:

- Colibrí: 0,5 g;
- Gallina: 65-80 g;
- Flamenco: 150 g;
- Cónдор: 275 g;
- Pingüino Emperador: 450 g;
- Ñandú: 575 g; y
- Avestruz: 1500 g.





Cuando las crías de la comadreja overa maduran, abandonan el marsupio pero se refugian allí cuando la madre sale a cazar.



Dentro del marsupio las crías obtienen alimento y temperatura adecuada. La cría madura alterna su alimentación entre la leche materna y las hierbas.



Generalmente los ornitorrincos ponen dos huevos en nidos subterráneos. Las hembras los incuban rodeándolos con su cuerpo durante diez días aproximadamente. Después de tres meses, las crías inician una vida independiente.

Todos los **mamíferos** tienen sexos separados y la reproducción es de tipo **vivípara**, excepto en el grupo de los **monotremas** (ornitorrinco y equidna), que es **ovípara**.

A excepción de los monotremas y algunos marsupiales, las vellosidades del corion, junto con el alantoides, se unen a la pared del útero y originan la **placenta**, que permanece unida al embrión por el **cordón umbilical**. A través de estas estructuras se produce el intercambio de materiales entre la madre y el feto.

Los **monotremas** habitan en Oceanía. Ponen huevos, como los reptiles y las aves, pero alimentan a sus crías con leche que las hembras secretan por las glándulas mamarias. Como carecen de mamas y de pezones, las crías lamen la leche que se escurre por los pelos de su abdomen.

Los **marsupiales** habitan en Oceanía y unas pocas especies en América del Sur. En la Argentina habitan algunas pocas especies de marsupiales: las comadrejas.

El nombre del grupo hace referencia a la bolsa o marsupio presente en algunas especies. Las crías nacen muy poco desarrolladas porque la placenta es muy sencilla. El período de gestación intrauterino es muy breve. Una vez nacidos, los pequeños embriones se arrastran hasta las mamas de la madre, que están encerradas en el **marsupio**; allí completan su desarrollo.

Los **mamíferos placentarios**, así llamados por tener la placenta bien desarrollada, son cosmopolitas. Se caracterizan por presentar períodos de gestación más prolongados y por nacer más desarrollados que en los grupos anteriores.

En estos vertebrados, el dimorfismo sexual puede ser muy marcado o faltar por completo.

El **celo** o período de apareamiento se manifiesta por modelos especiales de comportamiento y sirve para sincronizar la disposición de los dos sexos para la reproducción.

A menudo, la cópula y la fecundación se suceden de inmediato. Pero en algunas formas se desarrollaron efectos retardantes que les permiten salvar épocas desfavorables.

Algunas especies de murciélagos, por ejemplo, copulan en otoño y los espermatozoides son almacenados por la hembra hasta que en primavera se produce la fecundación de sus óvulos.

La gestación dura desde la fecundación del huevo hasta el nacimiento y está relacionada con el tamaño del animal: las formas pequeñas tienen un tiempo de gestación más breve que las formas mayores.

El número de crías por camada varían mucho según los grupos. Normalmente, cuanto mayor es el tamaño del animal, más largo es el período de gestación y menor el número de crías.



Nacimiento de un elefante.

# HABLAR Y ESCRIBIR EN CIENCIAS

## Las actividades experimentales y sus informes

En el Capítulo 11 se explicó el proceso de nutrición que realizan los organismos fotoautótrofos. Asimismo, se describió la secuencia de apartados que deberían tener los informes de laboratorio escolares. En esta página se les propone integrar ambos conocimientos. Para ello realicen la actividad experimental que sigue y elaboren el informe correspondiente.

### ¿Cómo influye la luz en la síntesis del alimento de las plantas?

### ¿Cómo reconocer el almidón elaborado por las plantas?

Para responder estas preguntas necesitan una planta de malvón o geranio, una hoja de papel canson negro, clips para sujetar papeles, alcohol, lugol, un mechero o calentador, una cacerolita, una lata y agua.

Recorten cuadrados de canson negro de aproximadamente 3 cm x 3 cm.

Tapen parcialmente con los cuadraditos y de ambos lados algunas hojas de la planta, sujetándolos con clips.

Coloquen la planta a la luz y riéguenla periódicamente. Después de 4 o 5 días, retiren los cuadraditos y separen las hojas de la planta.

Para reconocer el almidón elaborado por la planta, primero es necesario extraer la clorofila de las hojas. Para ello, hiervan en poca agua las hojitas durante 5 minutos y sáquenlas con una pinza.

Observen los cambios en el aspecto de las hojitas.

Coloquen 3 o 4 cm de alcohol en la lata y sumerjan allí las hojas.

Introduzcan la lata dentro de la cacerolita con agua bien caliente. Tengan cuidado de no acercar el alcohol al fuego porque es inflamable.

Para reconocer el almidón se usa lugol, indicador color caramelo que cambia a negro violáceo cuando toma contacto con este carbohidrato.

Extraigan las hojas del alcohol, colóquenlas en un plato y echen unas gotas de lugol sobre ellas.

- ¿En qué paso del experimento se produjo el ablandamiento de las hojas?
- ¿Para qué se produjo el paso anterior?
- ¿En qué paso se extrajo la clorofila de las hojas?
- ¿En qué material quedó el pigmento?
- ¿Qué relación encuentran entre los lugares que fueron tapados por los cuadraditos, la luz y la presencia de almidón?

*¿Qué hubiera sucedido si la planta no se hubiera colocado a la luz?*

*¿Y si no la hubieran regado?*

*¿Hay almidón en los órganos de la planta que no son verdes?*

*¿Cómo verificarían que la planta absorbe agua por las raíces?*

*¿Qué harían para determinar que la planta intercambia gases con el medio a través de las hojas?*

*¿Cómo separarían algunos de los pigmentos fotosintéticos entre sí?*

*¿Pueden las plantas vivir en un ambiente herméticamente cerrado?*

### La alimentación de las plantas

Las plantas son organismos fotoautótrofos porque capturan energía lumínica que utilizan en la síntesis de glucosa, a partir del dióxido de carbono que ingresa por las hojas y del agua que absorben por las raíces. El exceso de glucosa sintetizado, lo almacenan como almidón.

**1.** Elijan una de las preguntas, piensen en grupo cómo la responderían, busquen información, diseñen y armen el dispositivo necesario, desarrollen el experimento y elaboren el informe correspondiente.

